ISSN 1819-4036

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Красноярский государственный аграрный университет

В Е С Т Н И К КрасГАУ

Выпуск 11

Красноярск 2013

Редакционный совет

Н.В. Цугленок – д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАСХН, действ. член АТН РФ, лауреат премии Правительства в области науки и техники, международный эксперт по экологии и энергетике, засл. работник высш. школы, почетный работник высш. образования РФ, ректор – *гл. научный редактор, председатель совета*

А.С. Донченко – д-р вет. наук, акад., председатель СО Россельхозакадемии – *зам. гл. научного редактора*

Я.А. Кунгс – канд. техн. наук, проф., засл. энергетик РФ, чл.-корр. ААО, СО МАН ВШ, федер. эксперт по науке и технике РИНКЦЭ Министерства промышленности, науки и технологии РФ – *зам. гл. научного редактора*

Члены совета

А.Н. Антамошкин, д-р техн. наук, проф.
Г.С. Вараксин, д-р с.-х. наук, проф.
Н.Г. Ведров, д-р с.-х. наук, проф., акад. Междунар. акад. аграр. образования и Петр. акад. наук и искусства
С.Т. Гайдин, д-р ист. наук, и.о. проф.
А.Н. Городищева, д-р культурологии, доц.
Г.А. Демиденко, д-р биол. наук, проф., чл.-корр. СО МАН ВШ
Н.В. Донкова, д-р вет. наук, проф.
Н.С. Железняк, д-р юрид. наук, проф.
И.Н. Круглова, д-р филос. наук, проф.
Н.Н. Кириенко, д-р биол. наук, проф.
М.И. Лесовская, д-р биол. наук, проф.
А.Е. Лущенко, д-р с.-х. наук, проф., чл. совета РУМЦ, ГНЦ СО МАН ВШ
Ю.А. Лютых, д-р экон. наук, проф., чл.-корр. Рос. инженер. акад., засл. землеустроитель РФ
А.И. Машанов, д-р биол. наук, проф., акад. РАЕ
В.Н. Невзоров, д-р с.-х. наук, проф., акад. РАЕН
И.П. Павлова, д-р ист. наук, доц.
Н.И. Селиванов, д-р техн. наук, проф.
Н.А. Сурин, д-р с.-х. наук, проф., акад. РАСХН, засл. деятель науки РФ
Д.В. Ходос, д-р экон. наук, доц.
Г.И. Цугленок, д-р техн. наук, проф.
Н.И. Чепелев, д-р техн. наук, проф.
В.В. Чупрова, д-р биол. наук, проф.
А.К. Шлепкин, д-р физ.-мат. наук, проф
Л.А. Якимова, д-р экон. наук, доц.

Журнал «Вестник КрасГАУ» включен в утвержденный ВАК Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Адрес редакции: 660017, г. Красноярск, ул. Ленина,117
тел. 8-(3912)-65-01-93
E-mail: rio@kgau.ru

Редактор *Н.А. Семенкова*
Компьютерная верстка *А.А. Иванов*

Подписано в печать 6.11.2013 Формат 60x84/8
Тираж 250 экз. Заказ № 830
Усл.п.л. 46,25

Подписной индекс 46810 в Каталоге «Газеты. Журналы» ОАО Агентство «Роспечать»
Издается с 2002 г.
Вестник КрасГАУ. – 2013. – №11 (86).
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77-14267 от 06.12.2002 г.
ISSN 1819-4036

© Красноярский государственный аграрный университет, 2013

ЭКОНОМИКА

УДК 338.43 (474.2)

Н.В. Мордовченкова, П.Г. Николенко

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН (НА ПРИМЕРЕ ЭСТОНИИ)

В статье рассмотрены организационно-экономические механизмы управления технологическими процессами в аграрной сфере. Проанализирован сельскохозяйственный уклад Эстонии, успешно развивающей сельское хозяйство в течение ряда столетий.

***Ключевые слова**: технологический процесс, организационно-экономический механизм, субсидии, дотационная программа, инфраструктура.*

N.V. Mordovchenkova, P.G. Nikolenko

ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISMS OF TECHNOLOGICAL PROCESS MANAGEMENT IN THE FOREIGN COUNTRY AGRICULTURE (ON THE EXAMPLE OF ESTONIA)

The organizational and economic mechanisms of technological process management in the agrarian sphere are considered in the article. The agricultural setup of Estonia that is successfully developing agriculture during a number of centuries is analyzed.

Key words: technological process, organizational and economic mechanism, subsidies, subsidized program, infrastructure.

Имея практический многолетний опыт работы в плодоовощном хозяйстве «Нарва», один из авторов статьи на примере ведения эстонского сельского хозяйства считает целесообразным использовать в российском агроменеджменте организационно-экономические механизмы управления технологическими процессами в АПК Эстонии. Технологический уклад в сельском хозяйстве Эстонии можно рассматривать как устойчивое состояние, связанное с технологией или технологическим процессом производства продукции растительного и животного производства, её переработки, хранения, оказанием услуг агросервиса. Процесс сельскохозяйственного производства охватывает всю технологическую цепочку: наука – техника – технологическая схема производства – потребление. Системный анализ технологического уклада сельского хозяйства Эстонии позволяет сделать вывод о том, что работа Министерства сельского хозяйства республики связана с тремя сферами.

Первая сфера затрагивает вопросы обеспечения безопасности пищевых продуктов по всей технологической цепочке.

Вторая сфера затрагивает развитие агропромышленного хозяйства в сельских районах, включающих в себя коллективные, хуторские, фермерские, единоличные хозяйства и пищевую промышленность в целом.

Третья сфера представлена рыбным хозяйством и его рецикличностью (восстановлением или реновацией).

Значительное внимание в Эстонии уделяется развитию организационно-экономических механизмов. К ним следует отнести содействие Министерства сельского хозяйства Эстонии развитию частных лесных хозяйств, агрономической науке и образованию в области сельского хозяйства [1–2].

Эстония после присоединения к Европейскому союзу стала частью Единой сельскохозяйственной политики (ЕСП), которая подразумевает необходимую финансовую поддержку сельского хозяйства со стороны развитых европейских стран. Единая сельскохозяйственная политика Европейского союза (англ. Common Agricultural Policy) – это система сельскохозяйственного субсидирования и сельскохозяйственных программ, проектов в Европейском союзе [6].

Организационно-экономическим механизмом в Эстонии можно считать рациональное субсидирование, характеристика которого представлена на рис. 1.

Рис. 1. Инфраструктура субсидирования

С точки зрения правовой и эволюционной инфраструктуры цели выплат субсидий основаны на миссии Единой сельскохозяйственной политики (ЕСП) Европейского союза. Авторы статьи считают, что процесс субсидирования в Эстонии подвержен цикличности и после увеличения объема субсидий начнется их уменьшение в связи с нарастающей волной кризиса и инфляции в ряде европейских государств.

Единую сельскохозяйственную стратегию целесообразно считать организационно-экономическим механизмом в управлении технологическими процессами для сельскохозяйственных производителей, которая обеспечивает стабильность и справедливое распределение доходов во всей технологической цепочке производства продуктов питания.

В качестве своевременного организационно-экономического механизма можно считать дотационные программы Министерства сельского хозяйства Эстонии до вступления в Европейский союз. Дотационные

денежные средства были направлены на приведение сельскохозяйственного производства в соответствие с действующими требованиями и нормами в контексте безопасности и гигиены пищевых продуктов.

В сельском хозяйстве Эстонии постоянно и пошагово анализируются ожидания и возможности от инвестиций, тем самым применяются элементы организационно-экономического механизма, ориентированного на контроллинг.

Министерство сельского хозяйства Эстонии заинтересовано в том, чтобы сельские районы оставались населенными и ухоженными. Для этих целей на территории государства разработана и выполняется целевая программа развития сельских районов Эстонии (2007–2013 гг.).

Известный на Западе международный эксперт Бодо Маршалл считает, что государственно-частное партнерство необходимо осуществлять при формировании эффективности труда [3,7] и создании инфраструктуры труда, являющихся важнейшими факторами управления организацией (регионом) [3]. Авторы солидарны с мнением ряда ученых о том, что субсидий, инвестиционных вложений в повышение эффективности труда, структуру и инфраструктуру труда АПК Эстонии недостаточно, так как в сельскохозяйственном производстве занята незначительна доля населения, составляющая примерно 3 % от всего трудоспособного контингента.

Сельскохозяйственные производители должны получать денежные средства от основной деятельности через рыночные отношения, опираясь на такой организационно-экономический механизм, как спрос и предложение на сельскохозяйственное сырьё и сельскохозяйственную продукцию. На спрос и предложение продукции АПК Эстонии влияет практический ресурс маркетинга, работающий в рамках модели «маркетинг-микс», в центре которой стоит правило «Четырех Р маркетинга»: продукт (produkt), цена (price), продвижение (promotion), размещение (placement). При этом понятие «продукт» включает изменения в упаковке, производимые для повышения привлекательности продукта или представление его на новом рынке или сегменте рынка. Понятие «цена» подразумевает использование методов ценообразования применительно к товарам и услугам. В понятие «продвижение» входят стратегический или инновационный маркетинг, направленный на ретрансляцию полезных свойств продукции или повышение информации о ней у продавцов и потребителей. Размещение подразумевает типы каналов сбыта, избираемых предприятием для продажи своих продуктов, и способы организации этих каналов для наилучшего продвижения продукции на рынок [4].

Для европейских стран большое значение имеет бренд, в Финляндии таким знаком является белый лебедь, в Эстонии – ласточка. «Ласточка – признанный эстонский вкус», а рыночными принципами эстонских сельскохозяйственных производителей можно считать такие, как «Доверие потребителей – ответственность для производителей», «Держать марку». Цены на продукты питания в Эстонии практически равны среднеевропейским, но они пока не соотносятся с уровнем зарплаты у эстонских жителей, который значительно ниже, чем в других странах постевропейского пространства [7].

Вместе с тем качество продукции сельского хозяйства в Эстонии проверяется достаточно строго. Это подтверждают постоянные пробы и анализы, что отражается на повышении себестоимости сельскохозяйственной продукции. Известна шведская экономическая модель эффективного управления технологическими процессами в сельском хозяйстве. По мнению шведского экономиста К. Эклунда, «Обеспечить конкурентоспособность с помощью производства определенной высокотехнологичной продукции лучшего качества и получения соответствующей платы за неё – гораздо лучше, чем идти другим путем и пробиваться на мировой рынок через относительное снижение цен и заработной платы» [5]. С ним солидарен известный западный эксперт-аналитик Марис Лаури: «Доходы растут – растут и цены, стабильности или снижения цен продуктовых товаров ожидать не стоит» [6].

За все годы ведения индустриального сельского хозяйства в Эстонии важным организационно-экономическим механизмом является специализация производства, которая способствует росту производительности труда в сельском хозяйстве. Выращивание зерновых в основном сосредоточено в крупных сельскохозяйственных предприятиях. Две трети общего объема производства зерновых культур дают сельскохозяйственные предприятия с посевной площадью зерновых культур свыше 100 га. Вкладывая дополнительные инвестиции в наиболее рентабельную отрасль – развитие молочного животноводства, эстонское правительство создает реальные предпосылки к конвергенции отраслей в условиях европейской специфики глобализации экономики.

Тенденция технологического развития и специализации в Европейском союзе направлена на объединение аграриев в большие кластеры, которые в настоящее время контролируют 30 % рынка, что позволяет иметь конкурентные преимущества в вопросах ценообразования на переговорном процессе, торговых площадках, аукционах и форумах.

Другим организационно-экономическим механизмом в управлении технологическими процессами в АПК Эстонии является консалтинговая служба. Она создает благоприятные условия для сотрудничества сектора сельского и лесного хозяйства с научными учреждениями, предоставляет информационные услуги, консультации. Крупные сельскохозяйственные предприятия нуждаются в информации о новых технологических и технических решениях, транслировать её могут компетентные консультанты – ведущие эксперты, специалисты, ученые и преподаватели вузов и других образовательных учреждений.

К 2015 г. Министерство сельского хозяйства ставит цель производить и перерабатывать все необходимое зерно интенсивным способом. При этом средняя урожайность в год зерновых в Эстонии за период 2007–2011 гг. составила 2817,8 кг/га, что больше на 539,8 кг/га в среднем за год за период 2003–2006 гг.

На урожайность зерновых в Эстонии влияют также почвенные, климатические, биологические и организационно-экономические факторы. На основе статистических данных Министерства сельского хозяйства Эстонии (табл. 1) можно выстроить прогнозы получения зерновых на перспективу.

Таблица 1

Вспомогательные расчеты для прогноза средней урожайности зерновых в Эстонии

Год	Средняя урожайность в год, кг/га	Отклонение от периода, занимающего центральное положение	Квадрат отклонения	Произведение варианта	Выравненная средняя урожайность, кг/га
n	y	x	X^2	x y	
2003	1877	-4	16	-7508	2256,158
2004	2330	-3	9	-6990	2336,59
2005	2694	-2	4	-5388	2417,024
2006	2211	- 1	1	-2211	2497,457
2007	3050	0	0	0	2577,89
2008	2790	1	1	2790	2658,323
2009	3214	2	4	6428	2738,756
2010	2435	3	9	7305	2819,189
2011	2600	4	16	10400	2899,622
Итого	23201	0	60	+4826	-

Вычислим исходные параметры *а* и *в*:

$$а=\sum y: n= =23201: 9 =2577,89 \text{ кг/га};$$
$$в=\sum xy:x^2=4826: 60=80,433 \text{ кг/га}.$$

Следовательно, уравнение для сглаживания динамического ряда за исследуемые годы составит:

$$У=2577,89+80,433x.$$

Рассмотрим значение коэффициентов.

Коэффициент *а* =2577,89 кг/га характеризует уровень урожайности базового периода, принятого за начало отсчета, коэффициент *в* = 80,433 кг/га характеризует средний прирост урожайности в год.

Экстраполируя выявленную тенденцию прироста урожайности по годам, получим значения средней урожайности на среднесрочную перспективу, т.е. за период 2012–2015 гг.:

для 2012 года -У= 2577,89+80,433x5= 2980,055 кг/га;

2013 года -У= 2577,89+80,433x6= 3060,488 кг/га;

2014 года -У= 2577,89+80,433x7= 3140,921 кг/га;

2015 года -У= 2577,89+80,433x8= 3221,354 кг/га.

Выявленные тенденции формализуются в виде графической модели средних значений урожайности динамики по годам (рис. 2).

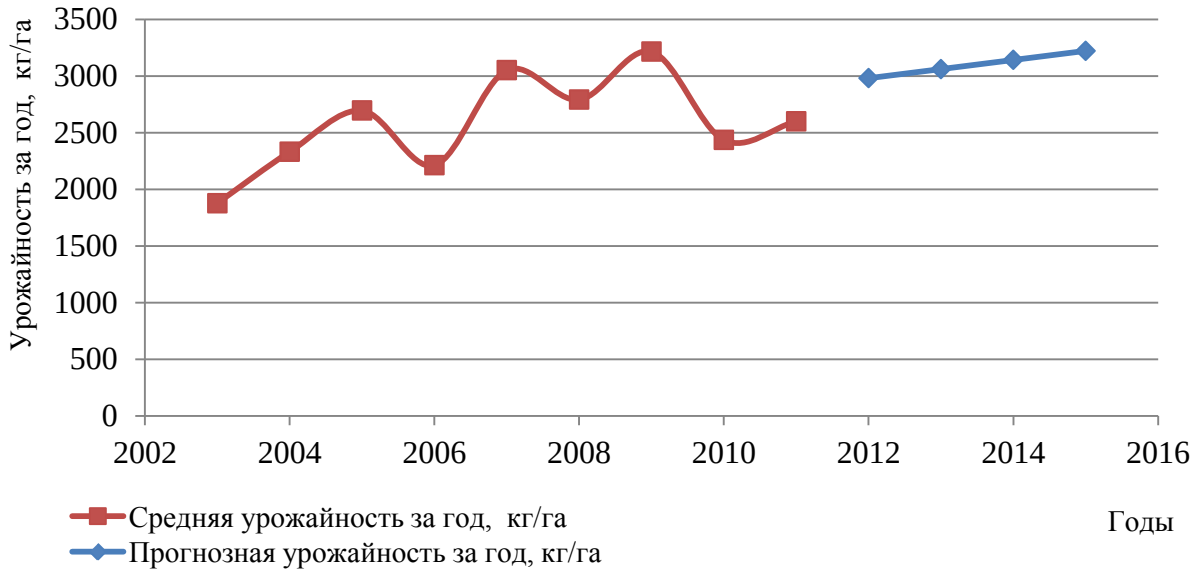


Рис. 2. Фактические и прогнозные значения средней урожайности зерновых в динамике по годам

Из наиболее действенных способов установления проектной урожайности на перспективный (прогнозный) период является расчетный организационно-экономический механизм управления технологическими процессами в зерновом производстве, или известный метод прогнозирования социально-экономических систем как экстраполяционный.

Обращает внимание тот факт, как бережно эстонские аграрии относятся к количественным единицам измерения зерна: учет по средней урожайности с гектара ведется не в центнерах и тоннах, а в килограммах. С точки зрения международных стандартов качества при выращивании зерновых культур земледельцы Эстонии стремятся соответствовать сертификату «Экологическая чистота».

С 1989 года в Эстонии при поддержке иностранных экспертов стали заниматься экологическим сельским хозяйством. Для этого было создано Эстонское объединение биодинамики, которое разработало стандарты на сельскохозяйственную продукцию и приступило к системному мониторингу и контролю сельскохозяйственных производителей. На территории республики был создан организационно-экономический механизм управления технологическими процессами в АПК в виде экологической инфраструктуры.

Экспорт эстонской продукции также можно рассматривать как один из организационно-экономических механизмов управления технологическими процессами в АПК. Экспортной продукцией является рыба, рыбные, молочные продукты, мясо, мясные, колбасные и копченые изделия.

Важным организационно-экономическим механизмом управления технологическими процессами в АПК Эстония является финансирование прикладных исследований и наличие экономически обоснованной образовательной сельскохозяйственной инфраструктуры. На основе личных наблюдений одним из авторов составлена табличная модель (табл. 2) образовательной сельскохозяйственной инфраструктуры Эстонии.

Эстонское сельскохозяйственное образование движется в направлении увеличения финансирования, создающего конкурентоспособность и инновативность в науке.

На эффективность сельского хозяйства Эстонии влияют не только организационно-экономические механизмы управления технологическими процессами, но и такие факторы, как культура, традиции, религия, обычаи, мораль. Эстонский музей сельского хозяйства, молочной промышленности и хутор-музей К.Р. Якобсона коллекционируют, сохраняют и знакомят городское и сельское население Эстонии, а также представителей из других стран, посредством своих постоянных экспозиций с земледелием, животноводством, птицеводством, пчеловодством, выращиванием и обработкой льна, развитием сельскохозяйственной техники. Последовательное и неуклонное проведение либеральных рыночных преобразований в сельском хозяйстве в сочетании со строительством демократического государственного и общественного строя позволило достичь главной цели – признания рынка эстонской сельскохозяйственной продукции в крупнейших организациях ЕС. Авторы статьи выстраивают действующую модель подведомственной инфраструктуры Министерства сельского хозяйства Эстонии следующим образом (рис. 3).

Таблица 2

Характеристика образовательной сельскохозяйственной инфраструктуры Эстонии

Название учебных заведений	Краткий комментарий	Инфраструктурный аспект
1	2	3
Эстонский университет биологических наук	Единственное высшее учебное заведение в Эстонии, готовящее специалистов с высшим образованием в сфере сельского хозяйства. Является центром исследований и разработок в таких областях, как сельское, лесное хозяйство, зоотехника, ветеринария, а также сельской жизни и экономики, пищевой науки и экологически чистых технологий. В учебном заведении на высочайшем фундаментальном уровне ведется научно-исследовательская работа. Университет тесно сотрудничает с профильными университетами, расположенными на территории Европы. Студенты, аспиранты, преподаватели, ученые систематически стажируются на специализированных предприятиях агросервиса в Швеции, Голландии, Германии	**Научно-образовательная инфраструктура** Создает теоретико-методологические основы формирования инновационной сельскохозяйственной инфраструктуры на мезоуровне для решения государственных задач по повышению эффективности экономики сельского хозяйства и индустрии агробизнеса
Йыгеваский институт выведения сортов	С 1920 года институт занимается выведением, районированием, адаптацией сортов. Это собственный сельскохозяйственный научный центр Эстонии. Сорта злаковых культур, кормовых трав, выведенные в институте, распространены в Финляндии, прибалтийских странах, Швеции, Норвегии, России. Благодаря работе института, происходит ротация лучших сортов в различных агрохозяйствах Европы	**Селекционная инфраструктура** Целью селекционной работы является выращивание и сохранение выведенных сортов гибридов культурных растений. Селекция растений ведётся в сотрудничестве с селекционерами других стран
Эстонский институт плодородия почв	Разрабатывает экологически чистые и эффективные технологии растениеводства	**Технологическая инфраструктура** Характеризуется формированием конкурентоспособных технологий сельскохозяйственного производства на альтернативной основе
Центр сельскохозяйственных исследований	Занимается мониторинговыми исследованиями и защитой сельскохозяйственной среды, безопасностью пищевых продуктов, природно-ландшафтным разнообразием и спецификой для адаптации зерновых культур к здоровьесберегающим технологиям	**Инфраструктура мониторинга** Цель – создание экономически обоснованной программы по повышению качества сельскохозяйственной продукции
Олуствереская школа обслуживания и экономики	Школа выпускает работников для сельского хозяйства широкого профиля по растениеводству. В современных условиях она развивается и трансформируется в центр компетенций пищевой промышленности	**Сервисная инфраструктура** Специалисты консультируют сельскохозяйственных производителей по вопросам выращивания различных культур и их переработки, а также по маркетинговым исследованиям
Тюриская школа экономики сельского хозяйства и животноводства	Школа работает по принципу мультифункционального центра. Преподаватели проводят курсы дополнительного образования для населения, работают наставниками, осуществляют тренинги. Формирует производственно-научный подход к ведению технологического процесса в сельском хозяйстве через обучение новым эффективным бизнес-процессам в управлении	Информационная инфраструктура с использованием таких организационно-экономических механизмов, как консалтинг, контроллинг, реинжиниринг, маркетинг, лизинг, сублизинг
Ряпинская школа садоводства	Школа обучает ландшафтоведению	Социальная инфраструктура

Окончание табл. 2

1	2	3
Лууаская школа лесоводства	Обучает специалистов в области лесоводства, экономике лесного хозяйства.	Организационно-управленческая инфраструктура
Куресаареская профессиональная школа	Обучает ведению фермерского хозяйства на примере зарубежного фермерства и сельскохозяйственного предпринимательства	Предпринимательская инфраструктура
Пылтсамааская профессиональная школа	Осуществляет подготовку работников сельского хозяйства для тепличных комплексов, доярок, использующих автоматизированный труд	Инфраструктура социального рынка труда
Техникум Сууремыйза	Преподается технология и организация зеленых насаждений, флористы техникума работают повсеместно. Для рыбной отрасли обучают капитанов, штурманов, механиков, электромехаников рыболовецких судов. Техникум сотрудничает с учебными заведениями стран ЕС	Учебно-производственная инфраструктура способствует обучению и присвоению общих и профессиональных компетенций в рамках глобализации экономики
Вана (старая) – Антслаская средняя профессиональная школа	Школа предлагает широкий спектр образовательных услуг по ведению фермерского, домашнего, сельского хозяйства, государственно-частного партнерства	Ретрансляционная инфраструктура, позволяющая трансформировать результаты научно-технических разработок на основе рыночных отношений и индикативного планирования

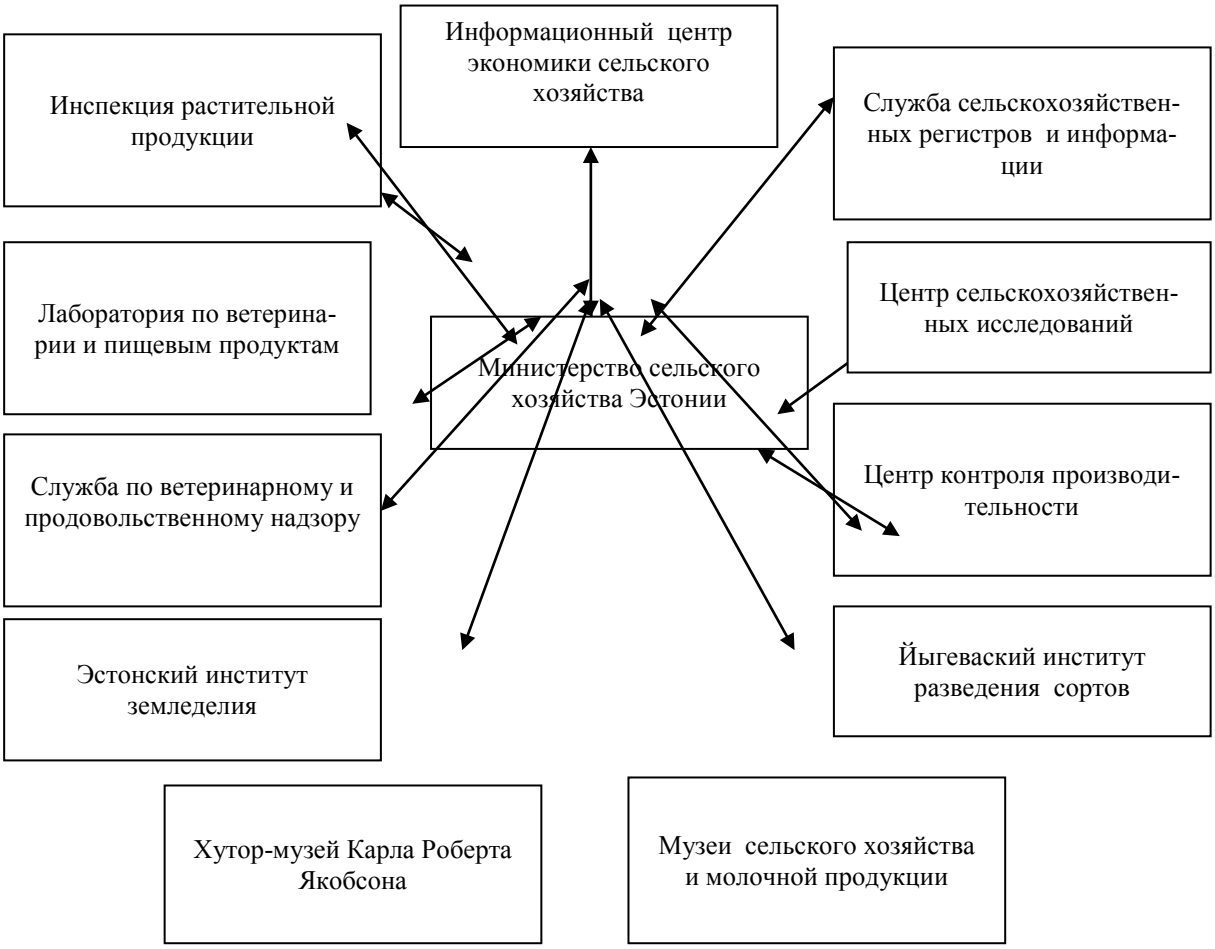


Рис. 3. Подведомственная инфраструктура Министерства сельского хозяйства Эстонии

Таким образом, проведенный краткий анализ развития сельскохозяйственного уклада Эстонии позволяет сделать следующие общения:

1. В сельском хозяйстве Эстонии был накоплен огромный опыт интеграционного сельскохозяйственного менеджмента, созданы материально-технические предпосылки для экономического воспроизводства и хозяйственного расчета.

2. Благодаря организационно-экономическому механизму, как специализация подготовлены необходимые условия для конкурентного молочного животноводства и зернового хозяйства.

3. Единая сельскохозяйственная политика (ЕСП), проводимая в Эстонии, использовала национально-психологическую, социально-культурную и экологическую составляющую, что превратило занятие сельским хозяйством в мощный консолидирующий фактор.

4. Дотации на щадящее земледелие, выплачиваемые в соответствии с Программой развития жизни на селе в период 2007–2013 гг. были предусмотрены для того, чтобы сохранить и приумножить биологическое и ландшафтное разнообразие страны. Они помогают сохранить плодородие почв, улучшить качество воды, тем самым повысить качество жизни жителей прибалтийского государства.

5. Широкое привлечение субсидий, иностранного капитала, создание научно-образовательной инфраструктуры, умелое государственное вмешательство в сельскохозяйственную экономику Эстонии позволило создать конкурентную среду при реализации продукции сельского хозяйства и преодолеть коррупцию.

По мнению авторов статьи, анализ организационно-экономических механизмов в управлении технологическими процессами в АПК Эстонии позволяет считать, что накопление и сохранение многовекового опыта ведения сельского хозяйства и применение системы комплексных инструментариев, механизмов способствуют созданию синергетического эффекта глобального экономического развития аграрного сектора отдельно взятого региона мира.

Литература

1. *Иванова О.* Сельское хозяйство поможет в борьбе с бедностью // Сельская жизнь. – 2009. – № 46.
2. *Львов Д.С.* Институциональная экономика: учеб. пособие / под ред. акад. *Д.С. Львова*. – М.: ИНФРА–М, 2001. – 318 с.
3. Маршалл Бодо // Партнер. – 2005. – № 8. – С. 71.
4. *Perreault W.D., McCarthy E.J.* Essntials of Marketinq. – N.Y.: McGraw- Hill/ Irwin, 2005. – 688 p.
5. *Эклунд К.* Эффективная экономика: шведская модель. – М., 1991. – 144 с.
6. http://ru.wikipedia.org/wiki (Дата обращения 19.06.2013 г.).
7. www. prospect. ee 08.04.2011 (Дата обращения 19.06.2013 г.).

УДК 338.22

Т.М. Ойдуп, Г.Ф. Балакина

СОЦИАЛЬНЫЙ ТИП УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА[1]

В статье рассматриваются особенности формирования системы устойчивого развития региона в экономическом, экологическом и социальном плане. Предлагается новая модель устойчивого развития региона на основе зоны особого эколого-экономического режима природопользования (ЗОЭЭРП), которая бы представляла собой принципиально новую экономическую модель развития Тувы.

***Ключевые слова**: экономика, устойчивое развитие региона, социальный тип, Республика Тува.*

T.M. Oydup, G.F. Balakina

SOCIAL TYPE OF THE REGION SUSTAINABLE DEVELOPMENT

The peculiarities of the region sustainable development system formation in the economic, ecological and social view are considered. The new model of the region sustainable development on the basis of the special ecological-economic nature management regime zone (SEENMRZ) that would represent essentially new economic model of Tuva development is offered.

Key words: economics, region sustainable development, social type, Tuva Republic.

Введение. *Типы устойчивого развития и проблемы региона.* На сегодняшний день понятие «устойчивое развитие региона» получило широкое освещение в работах западных и российских ученых. Введенное на Всемирной конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 г., устойчивое развитие определено как «создание социально-ориентированной экономики, основанной на разумном использовании ресурсной базы и охране окружающей природной среды, не подвергающее риску возможность будущих поколений удовлетворять свои потребности» и по настоящий момент остается актуальной научной проблематикой и освещается в работах многих ученых и общественных деятелей.

Цель исследований. Изучение процессов формирования форм, методов и инструментов устойчивого развития региона, сочетание решения социальных проблем региона и его устойчивого развития.

Материалы и методы исследований. В ходе исследований использовались методы системного анализа, группировки, обобщения, контент-анализа нормативно-правовых актов и прогнозных документов органов власти Российской Федерации по развитию производительных сил регионов. Изучались взаимосвязи устойчивого развития с социальной составляющей регионального развития, динамикой социально-экономических и экологических процессов и совершенствованием законодательства в области управления экономикой региона.

Результаты исследований и их обсуждение. Можно выделить следующие типы устойчивого развития:

- экологический – соблюдение экологических норм природопользования при динамичном развитии реального сектора экономики, сохранение природного баланса, поддержание и сохранение биоразнообразия;
- экономический – переход от экономики потребления к экономике воспроизводства, создание условий для возобновления работы закрывшихся в годы трансформационного кризиса предприятий на инновационной основе, увеличение объемов производства малым и средним бизнесом, формирование сети новых производств по переработке природного сырья;
- социальный – инвестиции в человека путем развития институтов, регулирующих формирование человеческого капитала, в том числе социальной инфраструктуры, за счет роста ресурсного обеспечения региона на основе стабильного экономического роста.

Основой механизма устойчивого развития региона может быть любой из названных типов либо их сочетания, которые выступают составными частями единого устройства, работа механизма зависит от качественного состояния каждого элемента и от слаженности взаимной работы всех деталей. Так, например, в качестве одного из вариантов организационной формы воплощения концепции устойчивого развития региона предлагается введение на его территории особого эколого-экономического режима природопользования (ОЭЭРП) для обеспечения благоприятного инвестиционного климата [1].

Данное научное предложение было актуально для своего времени и было призвано решить острые социально-экономические проблемы Республики Тува, привлечь инвесторов для широкомасштабного про-

[1] *Статья выполнена в рамках исследований по проектам РГНФ № 12-12-17000 а(р) и № 13-12-17002 а(р.)*

мышленного освоения минерально-сырьевого комплекса, возродить промышленное производство. Однако механизм реализации ОЭЭРП предусматривал обновления только в минерально-сырьевом комплексе и в нем не были затронуты вопросы экологической безопасности, развития традиционных видов деятельности местного населения, решения острых социальных проблем.

Отставание параметров социальной инфраструктуры Тувы от средних по Сибири и по России сдерживает развитие территориальных организационных форм, способствующих созданию условий выхода региона из депрессивности, преодоления отставания в социально-экономическом развитии. Не создаются благоприятные условия для повышения уровня и качества жизни населения региона, формирования высокого качества трудовых ресурсов, необходимого для создания современных производств по переработке минерального сырья, которым богата республика.

Республика Тува – один из наиболее сложных в социально-экономическом плане регионов Российской Федерации, в котором за годы реформ и посткризисного периода накопилась масса проблем, не ограничивающихся исключительно вопросами экономики и экологии. Например, в сфере образования наблюдается явный дефицит инфраструктурных объектов. С 1993 г. в Туве не было сдано в эксплуатацию ни одного нового дошкольного учреждения, в то время как практически во всех остальных субъектах Сибирского федерального округа (СФО) с 2007 г. возобновилось строительство детских садов, а в трёх из них – Агинском Бурятском АО, Красноярском крае и Новосибирской области – строительство не прекращалось даже во время социально-экономического спада в стране. Это в свою очередь обусловило низкий охват детей дошкольными образовательными учреждениями, который в Туве составил всего 38,4 % от всех детей соответствующего возраста против 55,7 % в СФО и 60,6 % в Российской Федерации (РФ).

На фоне всевозрастающей рождаемости в республике, которая согласно прогнозу Росстата, почти в два раза будет превышать средние показатели по Сибирскому федеральному округу, высокие темпы прироста населения, набранные в 2007–2008 гг., сохранятся до 2020 г. В результате имеющиеся в республике проблемы с низкой социально-инфраструктурной обеспеченностью только обострятся. Так, чтобы вывести Туву на среднеокружной уровень по числу охвата детей местами в детских образовательных учреждениях (ДОУ), до 2020 г. необходимо ввести дополнительно не менее 3500–4000 мест, т. е. порядка 20 детских садов по 200 мест. Но такой объем финансирования современный бюджет республики не в состоянии осуществить самостоятельно.

Ситуация с учреждениями начального и среднего общего образования выглядит менее напряженной, поскольку среднее образование обязательное и в школы берут всех. Образовательные учреждения находят внутренние резервы путем увеличения количества классов, количества учащихся в одном классе, классной нагрузки на одного преподавателя. Эти меры решают вопросы доступности образования, но не снимают вопросов нехватки самих школ. На начало 2011/2012 учебного года в 173 общеобразовательных учреждениях республики обучалось 54,4 тыс. детей, при этом во вторую и третью смены занимались 31,2 % учащихся. Общероссийский показатель составляет 13,8 %, по Сибирскому федеральному округу – 18,4 % от всех детей, обучающихся в школах региона. Поэтому в качестве предпосылок формированию ОЭЭРП целесообразно рассматривать социальную составляющую.

Новая модель устойчивого развития региона. Учитывая вышеперечисленные достоинства и недостатки, мы попытались доработать и предложить свое видение ОЭЭРП. На основе идеи ОЭЭРП нами предлагается формирование на территории Республики Тува целевой экономической зоны – зоны особого эколого-экономического режима природопользования (ЗОЭЭРП), которая бы представляла собой принципиально новую экономическую модель развития Тувы. К факторам, способствующим созданию данной формы развития республики, можно отнести:

- принятие ряда федеральных нормативно-правовых актов, в частности, Федерального закона от 3 декабря 2011 г. №392-ФЗ;
- относительную экологическую чистоту региона;
- наличие значительных запасов минерального сырья, слабо вовлеченных в экономический оборот;
- значительные ресурсы свободной рабочей силы;
- привлекательные для развития туризма природные ландшафты, наличие уникальных природных объектов, в частности, целебных источников минеральных вод – аржаанов.

Зоны особого эколого-экономического режима природопользования – это порядок организации и ведения хозяйственной деятельности на определенной территории, гарантирующий сохранение ее социального, экологического, исторического, культурного и экономического потенциала.

Цели создания ЗОЭЭРП следующие:

- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов рационального природопользования при создании комплекса новых производств на инновационной основе;
- обеспечение роста благосостояния населения на основе современных социальных стандартов, соизмеримых с мировым уровнем гарантированности и доступности общественных благ за счет динамичного экономического роста;
- охрана жизни и здоровья человека;
- решение проблем экономической, энергетической и продовольственной безопасности, сохранение природного, исторического и культурного наследия;
- сохранение, а также восстановление и воспроизводство природных ресурсов с учетом законов природы и новейших достижений науки и техники, позволяющих эффективно внедрять высокие, безотходные и ресурсосберегающие технологии, выпускать экологически чистую продукцию;
- проведение государственной культурологической, экологической и санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов строительства, реконструкции предприятий и производства любой продукции, гласность в работе по вопросам экологической безопасности.

ЗОЭЭРП должна способствовать комплексному социально-экономическому развитию Республики Тува, повышению благосостояния населения, возрождению духовности, религий, традиций, обычаев, ремесел, промыслов народных и этнических групп путем привлечения отечественных и иностранных инвестиций, передовой техники, технологии и управленческого опыта.

Особый эколого-экономический режим, на наш взгляд, следует вводить в зонах территориального развития. Согласно Федеральному закону от 3 декабря 2011 г. №392-ФЗ, зона территориального развития в Российской Федерации – это часть территории субъекта РФ, на которой в целях ускорения социально-экономического развития субъекта РФ путем формирования благоприятных условий для привлечения инвестиций в его экономику резидентам зоны территориального развития предоставляются меры государственной поддержки.

Государство, предоставляя различные виды помощи, такие, как бюджетные ассигнования Инвестиционного фонда РФ; создание объектов капитального строительства в области энергетики, транспорта, находящихся в государственной собственности; предоставление резидентам в аренду земельных участков; предоставление налоговых льгот и инвестиционного налогового кредита резидентам и другие, создает благоприятные условия для развития деятельности потенциальных резидентов, способствует формированию экономических точек роста региона и содействует общему социально-экономическому подъему субъекта Федерации. С другой стороны, при условии ввода на территории такой зоны особого режима государство в лице республиканских и местных властей будет иметь возможность контролировать хозяйственную деятельность резидентов зоны территориального развития, гарантируя соблюдение заявленных целей.

В двадцати регионах России будут созданы зоны территориального развития. Перечень таких субъектов Федерации утвердил председатель правительства России Дмитрий Медведев. Документ разработан в Минэкономразвития. Это Республики Адыгея, Алтай, Бурятия, Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкария, Калмыкия, Карачаево-Черкесия, Карелия, Северная Осетия, Тува и Чечня. Кроме того, в список вошли Забайкальский, Камчатский и Приморский края, а также Амурская, Ивановская, Курганская, Магаданская и Еврейская автономная области [2–4].

Таким образом, Республика Тува включена в перечень субъектов РФ, на территории которых допустимо создание зон территориального развития. С одной стороны, республика как один из слаборазвитых субъектов нуждается в ускоренном социально-экономическом росте, а с другой – у Тувы есть ресурсные преимущества перед остальными регионами страны – это природный, минеральный, рекреационный и человеческий потенциал. Также в планах стратегического развития региона заложено строительство масштабного федерального инфраструктурного объекта – железной дороги «Курагино–Кызыл», что может предлагаться в качестве одного из видов государственной поддержки для резидентов зоны. Еще один инфраструктурный объект, который может стать вариантом поддержки, это строительство ТЭЦ-2 мощностью до 300 МВт, что позволит удовлетворить энергодефицит региона и потребности всех хозяйствующих субъектов. Варианты строительства ТЭЦ-2 активно обсуждаются республиканскими властями и инвесторами.

В свете Федерального закона от 22 июля 2005 г. № 116-ФЗ "Об особых экономических зонах в Российской Федерации", который так и не нашел форм реализации в республике, у Тувы все же есть одно преимущество, которое заключается в том, что на территории одного муниципального образования, включенного в зону территориального развития, могут успешно развиваться как предприятия добывающего

комплекса, так и туристско-рекреационного типа. При этом деятельность горнодобывающих предприятий не должна негативным образом сказываться на экологии районов добычи, подвергая тем самым экологическим рискам работу туристических баз отдыха. Введение ЗОЭЭРП позволит сделать экономически и экологически устойчивым процесс формирования зон территориального развития, а также повысит его социальную адаптивность, поскольку предполагается, что будет решен ряд острых социальных проблем.

При создании ЗОЭЭРП возможны угрозы и риски (табл.). Кроме того, возникает необходимость совершенствования природоохранного законодательства с целью формирования экономической заинтересованности у крупных компаний в применении экологически безопасных технологий, рекультивации территорий хозяйственного освоения месторождений минерального сырья.

Анализ рисков и возможностей создания ЗОЭЭРП в Туве

Риски	Возможности
Сохранение сырьевой специализации экономики Тувы	Научно-технологическая интеграция с инновационными центрами России и зарубежных стран, создание и поддержка малых инновационных предприятий по переработке сырья, развитие венчурного кредитования
Разрушение традиционного хозяйства коренных малочисленных народов Севера ввиду того, что в местах их исконного исторического проживания начнутся масштабные разработки месторождений минерального сырья	Реализация социальных программ частных компаний и государства; совершенствование законодательных норм, защищающих территории исконного обитания коренных народов
Консервация низкой технологической конкурентоспособности предприятий региона	Реализация стратегии инновационного прорыва как модернизационной, использование роста финансовых возможностей для инновационной перестройки предприятий
Сохранение наиболее низких среди российских регионов показателей уровня жизни населения, уровня бедности выше среднероссийского	Ускорение формирования среднего класса, создание новых рабочих мест на основе: • инновационного развития производства; • поддержки малого и среднего бизнеса; • дебюрократизации
Более медленные (по сравнению с другими моделями развития) темпы снижения дотационности регионального и местных бюджетов ввиду необходимости финансирования природоохранных мероприятий	Совершенствование природоохранного законодательства с целью повышения ответственности добывающих предприятий, в том числе и финансовой, за сохранение окружающей среды
Сдерживание темпов роста инвестиций вследствие реализации требований по сохранению окружающей среды и выполнению социальных обязательств	Разработка и реализация системы долгосрочных мер по привлечению инвесторов, создание для них льготных условий кредитования, информационной и правовой поддержки их деятельности

Предлагаемая модель развития Тувы путем развития институтов, регулирующих формирование человеческого капитала, в том числе социальной инфраструктуры, за счет роста ресурсного обеспечения региона на основе стабильного экономического роста создаст условия для реализации социального типа устойчивого развития региона. Важность социального аспекта современной эффективной экономики подчеркивается в долгосрочных государственных планах развития Российской Федерации. Предлагаемая нами модель устойчивого развития региона в виде создания зоны особого эколого-экономического режима природопользования отвечает современным требованиям долгосрочного развития страны по критериям экономической эффективности, экологической целесообразности и социальной справедливости.

С нашей точки зрения, значимость социального фактора определяется тем, что экологический и экономический принципы устойчивого развития являются одновременно и причиной, и следствием соци-

ально ориентированного подхода. Создание социально ориентированной устойчивой экономики возможно исключительно при соблюдении интересов социума. Учет его интересов проявляется в удовлетворении насущных социальных потребностей в жилье, здоровье, образовании с помощью объектов социальной инфраструктуры. Социум задает тон и экологическому состоянию окружающей среды, и экономическому росту или упадку. Общество своим действием или бездействием определяет общечеловеческое будущее, формируя тем самым глобальные вызовы или глобальные приобретения. Говоря о национальных проектах, Дмитрий Медведьев, в частности, сказал: «В ответ на вызовы нового времени ее долгосрочным приоритетом объявлены инвестиции в человека [5].

Инвестиции в человека способствуют снижению заболеваемости и смертности, увеличению продолжительности жизни и приросту рождаемости, повышению качества жизни и условий проживания. Большинство социальных проблем человечества можно решить с корректировкой вопроса нехватки объектов социальной инфраструктуры.

Выводы

1. Совершенствование законодательства Российской Федерации создало условия для интенсификации развития производительных сил депрессивных регионов, в частности, Республики Тува.

2. На территории Тувы целесообразно создание целевой экономической зоны природно-ресурсного типа – зоны особого эколого-экономического режима природопользования, в рамках которой возможно комплексное решение социально-экономических проблем при сохранении окружающей среды. Создание зоны будет способствовать решению ряда острых социальных проблем региона:

- снижению безработицы;
- повышению качества жизни населения до уровня, сравнимого со стандартами развитых стран мира;
- росту благосостояния населения;
- увеличению объемов социального строительства (детских садов, школ, лечебных учреждений, социального жилья).

3. Необходима разработка региональной программы создания указанной зоны, в которой должно быть предусмотрено снижение возникающих рисков, сочетание решения проблем повышения уровня экономического и социального развития при приоритетном финансировании развития социальной инфраструктуры, то есть переход к социальному типу устойчивого развития.

Литература

1. *Лебедев В.И., Ойдуп Т.М.* Особый эколого-экономический режим природопользования (ОЭЭРП) для обеспечения благоприятного инвестиционного климата и достижения задач, предусмотренных «Программой экономического и социального развития Республики Тува на период до 2010 года» // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2007. – С. 303–310.
2. В 20 регионах России (включая Туву) создадут зоны территориального развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tuvaonline.ru/2013/04/16/v-20-regionah-rossii-vklyuchaya-tuvu-sozdadut-zony-territorialnogo-razvitiya.html.
3. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. №1662-р. – М., 2008.
4. Стратегия-2020: Новая модель роста – новая социальная политика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kommersant.ru/content/pics/doc/doc1753934.pdf.
5. *Медведев Д.* Реализация национальных проектов: новые задачи // Социально-экономическое развитие России: новые рубежи: мат-лы междунар. конф. – М.: ИЭПП, 2008. – С. 6.
6. *Жуков А.* Опыт трансформации экономик стран СНГ в контексте российских проблем // Социально-экономическая трансформация в странах СНГ: достижения и проблемы. – М.: Изд-во Ин-та экономики переходного периода, 2004. – С. 36.

УДК 336.6

Г.Ф. Каячев, С.Л. Еремина, И.Е. Яловега

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье рассматриваются вопросы инвестиционной привлекательности высшего образования. По мнению авторов статьи, долгосрочные выгоды от инвестиций в высшее образование высоки и, вероятно, останутся таковыми в будущем, так как потребность в высококвалифицированных работниках является непреходящей.

***Ключевые слова**: высшее образование, инвестиции, финансирование.*

G.F. Kayachev, S.L. Yeremina, I.Ye. Yalovega

THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF HIGHER EDUCATION

The issues of the higher education investment attractiveness are considered in the article. According to the authors, the long-term benefits of investment in higher education are high and likely to remain so in the future, as the demand for highly-qualified employees is permanent.

Key words: higher education, investments, financing.

Актуальность. Измерение инвестиционной привлекательности и эффективности образования вошло в предмет экономической науки относительно недавно – с конца 1950-х – начала 1960-х годов XX века. Для российской науки эта проблема стала актуальной только в последние 15–20 лет. Первые исследования были нацелены на выявление связи образования и экономического роста. Но, несмотря на почти 60-летнюю историю эмпирической проверки данного положения, однозначного ответа до сих пор не получено [1]. Вероятно, из-за наличия большого числа стейкхолдеров: студентов и их семей, вузов, государства, работодателей, международных организаций и различий инвестиционной привлекательности высшего образования для каждого из них.

Ряд современных экономистов [2] считают, что основная проблема образования – государственная монополия и, как следствие, высокие цены на него, снижение которых без потери качества можно достичь только через конкуренцию. Правда, эмпирическая проверка результатов деятельности частных учебных заведений, появившихся в 1990-е годы, доказала несостоятельность этой гипотезы: частные вузы не обеспечили ни более дешёвого, ни более качественного образования.

Альтернативным был подход, считающий основной проблемой качество преподавания, и доказывающий необходимость стимулировать его повышение, в первую очередь, через совершенствование преподавательского труда.

На сегодняшний день можно говорить о конвергенции позиций: большинство экономистов согласны с тем, что государство должно как можно больше инвестировать в образование, так и стимулировать развитие рынка образовательных услуг. Образовательные реформы, проведенные или проводимые во многих странах, призваны повысить качество образования и формировать квалифицированную рабочую силу для глобального рынка.

С переходом мировой экономики к экономике знаний исследовательский интерес сконцентрировался на образовании как отрасли производства; образование стали рассматривать как инвестиции в повышение качества человеческого капитала и уровня жизни. Следовательно, потребовалась оценка эффективности этих инвестиций, для чего применяют традиционную модель экономической и социальной оценки инвестиций ЮНИДО.

Глобализация, переход к экономике знаний, финансово-экономический кризис, диссонанс на рынке труда привели к необходимости более жесткого отношения к инвестициям в образование; потребовали точечного инвестирования в образование со стороны основных стейкхолдеров. Несмотря на указанное выше отсутствие эмпирического подтверждения влияния образования на экономический рост, практически аксиомой является то, что в знаниевой экономике высшее образование позволяет обеспечить конкурентоспособность и государству, и непосредственному потребителю образовательных услуг – студенту.

Приведем еще две причины, свидетельствующие о наличии инвестиционного спроса на образование и его качество в условиях глобализации [3]:

• экономическая – получение более высокой оплаты труда и «хорошей» работы в глобальной, наукоемкой экономике.

• социально-политическая – демография и демократические идеи требуют обеспечения доступа к высшему образованию группам, которые традиционно не учились в университете, что усиливает давление на университеты.

Методология исследования. На примере стран Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) 1) проведем мониторинг уровня и динамики инвестиций в высшее образование (доля в ВВП); 2) проанализируем структуру (по источникам, направлениям, на одного студента) расходов в разных странах, докажем, что частные инвестиции должны дополнять, а не замещать государственные инвестиции; 3) проанализируем экономический эффект (мотивы) инвестиций в высшее образование двух основных стейкхолдеров: государства и студентов.

Контекст. 15 из 31 стран ОЭСР инвестируют в высшее образование 1,5 % ВВП и более, две из них – Корея и США – инвестируют 2,6 %, а четыре страны – Бразилия, Индонезия, Словацкая Республика, Южная Африка – менее 1 % ВВП (табл. 1).

Таблица 1

Доля годового расхода на высшее образование (в ВВП) в странах ОЭСР, %

Страна	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2009 г.
Австралия	1,6	1,4	1,5	1,6
Австрия	1,2	1,1	1,3	1,4
Великобритания	1,1	1,0	1,3	1,3
Венгрия**	0,8	0,9	0,9	1,0
Германия	1,1	1,1	1,1	1,3
Израиль	1,7	1,9	1,9	1,6
Ирландия	1,3	1,5	1,1	1,6
Испания	1,0	1,1	1,1	1,3
Италия	0,7	0,9	0,9	1,0
Канада	2,1	2,3	2,7	2,5
Корея	Нет данных	2,2	2,3	2,6
Мексика	1,0	1,0	1,2	1,4
Нидерланды	1,6	1,4	1,5	1,7
Норвегия**	1,6	1,2	1,3	1,4
Польша	0,8	1,1	1,6	1,5
Португалия	0,9	1,0	1,3	1,4
Россия	Нет данных	0,5	0,6	1,8
Словацкая Республика*	0,7	0,8	0,9	0,9
США	2,3	2,7	2,8	2,6
Финляндия	1,9	1,7	1,7	1,9
Франция	1,4	1,3	1,3	1,5
Чешская Республика	0,9	0,8	1,0	1,3
Швейцария**	1,1	1,1	1,4	1,3
Швеция	1,5	1,6	1,6	1,8
Эстония**	1,1	1,2	1,3	1,6
Япония*	1,3	1,4	1,4	1,6

**Включая и другие уровни образования.*
***Только государственные расходы.*

Инвестиции в образование можно структурировать по разным критериям:

• видам услуг: основные, вспомогательные, R*D (табл. 2);

• источникам финансирования: государство, частники (табл. 3);

• объему государственного финансирования на одного студента.

Таблица 2

Структура инвестиций в высшее образование (виды услуг), 2009 год, % [4]

Страна	Инвестиции учебных заведений						Частные инвестиции вне учебных заведений
	Основные	Вспомогательные*	R&D	Всего	Доля основных расходов в общих	Доля R&D расходов в общих	
Австралия	0,93	0,06	0,62	1,62	0,57	0,38	0,11
Австрия	0,98	0,01	0,45	1,44	0,68	0,31	Нет данных
Канада	1,71	0,13	0,61	2,45	0,70	0,25	0,12
Чешская Республика	1,01	0,01	0,24	1,26	0,80	0,19	0,03
Финляндия	1,15	Нет данных	0,74	1,89	0,61	0,39	Нет данных
Франция	0,96	0,08	0,47	1,51	0,64	0,31	0,07
Германия	0,72	0,06	0,50	1,28	0,56	0,39	0,08
Венгрия**	0,70	0,05	0,21	0,97	0,72	0,22	Нет данных
Ирландия	1,12	Нет данных	0,51	1,63	0,69	0,31	Нет данных
Израиль	1,40	0,20	Нет данных	1,59	0,88	-	Нет данных
Италия	0,59	0,03	0,37	0,99	0,60	0,37	0,14
Япония*	Нет данных	Нет данных	Нет данных	1,56	-	-	0,04
Мексика	1,20	Нет данных	0,22	1,43	0,84	0,15	0,05
Нидерланды	1,08	Нет данных	0,60	1,68	0,64	0,36	0,07
Норвегия**	0,81	Нет данных	0,57	1,38	0,59	0,41	Нет данных
Польша	1,27	Нет данных	0,25	1,51	0,84	0,17	0,05
Португалия	0,78	Нет данных	0,58	1,36	0,57	0,43	Нет данных
Словацкая Республика	0,65	0,17	0,12	0,95	0,68	0,13	0,05
Испания	0,88	0,05	0,38	1,31	0,67	0,29	Нет данных
Швеция	0,85	Нет данных	0,94	1,78	0,48	0,53	Нет данных
Соединенное Королевство	0,67	0,12	0,51	1,30	0,52	0,39	0,10
США	2,09	0,29	0,26	2,64	0,79	0,10	Нет данных
Саудовская Аравия	Нет данных	Нет данных	Нет данных	2,28	-	-	Нет данных
Индонезия	Нет данных	Нет данных	Нет данных	0,65	-	-	Нет данных
Россия	Нет данных	Нет данных	Нет данных	1,82	-	-	Нет данных
ЮАР	Нет данных	Нет данных	Нет данных	0,58	-	-	Нет данных

**Включая и другие уровни образования.*
***Только государственные расходы.*

В среднем по оцениваемым странам 0,67 % всех расходов на высшее образование составляют *основные*[1] расходы, хотя эта доля изменяется от 0,48 % в Швеции до 0,88 в Израиле. Доля расходов на *R*D*[2] составляет в среднем 0,29 % и колеблется от 0,1 % в США до 0,53 % в Швеции. Доля расходов на *вспомогательные услуги* составляет в среднем в ОЭСР 0,06 % и также сильно колеблется от стран к стране. Такие услуги оплачиваются всеми участниками рынка – государством, студентами и их семьями, но чаще частными потребителями.

[1] Оплата труда преподавателей, школьные здания, методические материалы, книги и администрирование.
[2] Исследования, выполненные в университетах, независимо от источника финансирования.

Таблица 3

Структура расходов на высшее образование по источникам финансирования (государственные и частные), % [4]

Страна	2009 г.					2000 г.		Изменение доли расходов 2009/2000 гг.	
	Государственные расходы	Частные расходы			Частные субсидируемые	Государственные	Итого частные	государственных	частных
		Расходы домохозяйств	Другие частные	Итого частные					
Австралия	45,4	39,1	15,4	54,6	0,5	49,9	50,1	0,91	1,09
Австрия	87,7	2,9	9,4	12,3	8,8	96,3	3,7	0,91	3,32
Канада	62,9	20,2	16,9	37,1	Нет данных	61,0	39,0	1,03	0,95
Чешская Республика	79,9	8,8	11,3	20,1	Нет данных	85,4	14,6	0,94	1,38
Финляндия	95,8	Нет данных	Нет данных	4,2	Нет данных	97,2	2,8	0,99	1,50
Франция	83,1	9,7	7,3	16,9	Нет данных	84,4	15,6	0,98	1,08
Германия	84,4	Нет данных	Нет данных	15,6	Нет данных	88,2	11,8	0,96	1,32
Ирландия	83,8	13,8	2,4	16,2	Нет данных	79,2	20,8	1,06	0,78
Израиль	58,2	27,3	14,6	41,8	5,0	58,5	41,5	1,00	1,01
Италия	68,6	23,8	7,6	31,4	8,5	77,5	22,5	0,89	1,40
Япония	35,3	50,7	14,1	64,7	Нет данных	38,5	61,5	0,92	1,05
Мексика	68,7	30,9	0,4	31,3	1,8	79,4	20,6	0,87	1,52
Нидерланды	72,0	14,9	13,1	28,0	0,4	76,5	23,5	0,94	1,19
Норвегия	96,1	3,0	Нет данных	3,9	Нет данных	96,3	3,7	1,00	1,05
Польша	69,7	22,8	7,5	30,3	Нет данных	66,6	33,4	1,05	0,91
Португалия	70,9	22,3	6,8	29,1	Нет данных	92,5	7,5	0,77	3,88
Словацкая Республика	70,0	11,7	18,3	30,0	2.0	91,2	8,8	0,77	3,41
Испания	79,1	16,8	4,1	20,9	1,7	74,4	25,6	1,06	0,82
Швеция	89,8	Нет данных	10,2	10,2	Нет данных	91,3	8,7	0,98	1,17
Соединенное Королевство	29,6	58,1	12,3	70,4	10,8	67,7	32,3	0,44	2,18
США	38,1	45,3	16,6	61,9	Нет данных	31,1	68,9	1,23	0,90
Россия	64,6	27,4	8,0	35,4	Нет данных	Нет данных	Нет данных	379	Нет данных

Доля *государственного* финансирования в приведенных странах составляет в среднем 69,7 % всех средств образовательных учреждений, хотя существенно более чем в два раза отличается от страны к стране: от 96,1 % в Норвегии до 38,1 % в США.

Соответственно более 30 % источников финансирования высших учебных заведений являются *частными,* которые также широко варьируются между странами. Доля частных расходов зависит, во-первых, от величины платы за обучение и, во-вторых, от численности студентов, обучающихся в частных учреждениях. Низкая доля частных (физических лиц, компаний, государственных субсидий) инвестиций в Дании, Финляндии и Норвегии является результатом низкой или незначительной платы за обучение. Около 100 % студентов в Великобритании учатся в частных учреждениях, бюджет образовательных учреждений в основном (более чем на 50 %) формируется из платы за обучение, поэтому высока доля частных источников в финансировании вузов. В ряде стран[3] более 10 % расходов финансируется из частных источников, но это не домашние хозяйства и не обязательно основные затраты. В Швеции частные лица финансируют исследования и разработки.

Проанализируем динамику инвестиций в образование по источникам за период с 2000 по 2009 г. в странах ОЭСР.

Государственные инвестиции в образовательные учреждения в этот период в трети стран (14 из 23 приведенных) сократились; в пяти практически остались на одном и том же уровне. Самое существенное сокращение (на 56 %) имело место в Великобритании. Напротив, в США произошло существенное (на 23 %) увеличение государственных инвестиций образовательных учреждений.

Частные инвестиции[4] в 2009 г. сократились по сравнению с 2000 г. только в 4 (17 %) из 23 стран. В Ирландии плата за обучение на программах бакалавриата была постепенно отменена, что привело к снижению доли частного сектора в инвестирование высшей школы. В большинстве стран, напротив, частные инвестиции увеличились. Особенно существенным (более трех раз) был рост в Австрии, Португалии и Словацкой Республике. Более чем в два раза выросли частные источники финансирования высшей школы в Великобритании. В Австралии увеличение частных расходов на высшее образование произошло в основном за счет Программы займов, реализуемой в стране с 1997 г. В результате в среднем по представленным странам доля частных инвестиций в образовательные учреждения увеличилась.

Причиной всех этих изменений может быть то, что в экономических условиях первого десятилетия XXI века возникли трудности в удовлетворении растущего спроса на образовательные услуги из государственных источников. Отсюда предполагается, что лица, получающие высшее образование, по меньшей мере, часть расходов должны взять на себя. Правда, увеличение доли частных инвестиций требует обозначить несколько проблем:

1. Сокращение роли государства в инвестировании высшей школы может ограничить доступ к образованию студентам со слабой материальной поддержкой (собственной или семьи).

2. Из государственного бюджета в основном финансируется деятельность государственных образовательных учреждений, хотя есть примеры государственных инвестиций в частные вузы (модель доступа к государственным источникам через систему грантовой поддержки конкретных программных проектов)[5]. В странах с наибольшим ростом расходов частного сектора отмечается рост государственных инвестиций, т.е. тенденцией является дополнение государственных инвестиций частными.

3. Существенны (почти в три раза) различия расходов из государственных и частных источников на одного студента, получающего высшее образование ($10 906 и $3 812 соответственно), но в частных учреждениях, как правило, меньше учащихся. Хотя по факту можно констатировать наличие трех вариантов:

- большая доля государственного финансирования студентов, обучающихся в частных вузах. В Новой Зеландии государственные расходы на одного студента частного вуза составляют $ 9 415, т.е. почти в три раза выше, чем в среднем по ОЭСР:

---

[3] Австралия, Канада, Чехия, Израиль, Япония, Корея, Нидерланды, Словакия, Швеция, Соединенное Королевство, Соединенные Штаты.

[4] Государственное субсидирование домохозяйств, частные платежи за образовательные услуги, другие частные расходы (проживание, питание), которые поступают образовательным учреждениям.

[5] В Российской Федерации это закреплено законодательно.

• паритетный или близкий к нему уровень финансирования. В Бельгии, Эстонии, Финляндии, Венгрии, Исландии и Швеции государственные расходы на одного студента, обучающегося в частном вузе, составляют от 59 % до почти 100 % уровня государственных расходов на государственные учреждения. Но при этом в Финляндии, Венгрии, Исландии и Швеции, по крайней мере, 80 % студентов учатся в государственных учреждениях, в то время как в Бельгии и Эстонии студенты высших учебных заведений, в основном, обучаются в частных учебных заведениях;

• низкая – менее 35 % – доля государственного финансирования студентов частных вузов.

Оценим экономический эффект инвестиций в высшее образование для *государства.* Образование – одна из наиболее затратных отраслей экономики любой страны [1] и оценка эффекта от государственных инвестиций в образование фактически сводится к вопросу о том, насколько эффективно тратятся бюджетные средства.

Либерализация рынка рабочей силы и тенденция перемещения высококвалифицированных рабочих мест в страны с формирующейся рыночной экономикой представляет собой вызов экономике знаний. Это требует пересмотра отношения к взаимосвязи между высокой квалификацией и экономическим успехом [5]. В этом смысле высшее образование может больше не быть панацеей [6]. Например, в Австрии доля граждан с высшим образованием ниже многих развитых стран ОЭСР, а темпы экономического роста выше.

В 1980 году в СССР в 538 вузах и примерно 150 филиалах бюджет финансировал обучение 221 студента на 10 тыс. населения (примерно 2,6 млн), а в 2004 г. в Российской Федерации только 196 (сокращение на 12 %) из 322 студентов 3200 вузов, в т.ч. в 640 государственных, 500 негосударственных и более 2000 филиалов. При этом количество преподавателей в этих вузах увеличилось всего на 40 тыс.: с 240 до 280 тыс. чел. [7]. В 2012 году численность студентов в РФ составила 6,3 млн чел. [8].

В условиях ограниченности ресурсов в Российской Федерации сделан выбор в пользу первого варианта – бюджет финансирует «лучших» по установленным критериям [9]. На набор 2012/2013 учебного года для 313 государственных (Минобрнауки) вузов и 54 негосударственных установлены нормативы затрат на реализацию основных образовательных программ высшего профессионального образования на одного студента, которые дифференцированы [10]:

1) по уровню высшего образования – бакалавриат, специалитет, магистратура;
2) требованию лабораторного оборудования (особо сложное – 66,2 тыс. руб., менее сложное – 63,8 тыс. руб., без оборудования – 60,2 тыс. руб.);
3) соотношению численности преподавателей и студентов (1:4, 1:5, 1:6);
4) приоритетным специальностям.

Страны Западной Европы столкнулись с проблемой инвестиций в образование в начале XX века. В университетах Западной Европы тогда обучались 1,5–2 % молодежи в возрасте от 18 до 24 лет, а в в 70-е годы XX века уже 60 %. В результате финансирование образования стало социальным бременем для экономики [7].

В странах ОЭСР эффект инвестиций измеряют через рынок труда[6]. В среднем прямые государственные инвестиции в одного студента, получающего высшее образование, составляют более $30 000 [4] и окупаются в долгосрочной перспективе, в частности, за счет:

• увеличения налоговых поступлений от людей, получивших высшее образование;

• экономии от более низкого уровня социальных трансфертов, который обычно получают люди с высшим образованием.

В среднем по странам ОЭСР чистый дисконтированный доход от высшего образования составляет более $91 000 на 1 человека, что более чем в три раза выше указанных $30 000 инвестиций (табл. 4). В Бельгии, Германии, Венгрии, Словении и Соединенных Штатах этот доход особенно высок, превышая для мужчин $150 000 и $55 000 для женщин. Исключение составляют Дания и Швеция, где чрезвычайно высоки государственные льготы получения высшего образования и сравнительно низка дифференциация доходов.

[6] Насколько это корректно?! Учатся ли студенты, чтобы быть обязательно востребованными на рынке труда и должны ли они учиться строго по специальности, полученной в вузе? Как тогда оценить эффект той части трудоспособного населения, получившего высшее образование, которая никогда не выходит на рынок труда?!

Таблица 4

Соотношение затраты / выгоды получения высшего образования по источникам инвестиций, млн долл.[7]

Страна	Частные		Государственные		Соотношение затраты/выгоды	
	затраты	выгоды	затраты	выгоды	государ-ственные	частные
Дания	54988,64872	101420,4585	90143,87091	49707,2185	-1,81	0,54
Швеция	64092,2871	103708,5963	56179,11433	40920,40859	-1,37	0,62
Новая Зеландия	57342,61783	89261,0296	29870,78312	36897,28231	0,81	0,64
Норвегия	69991,78923	147037,5887	59175,3535	71374,38928	0,83	0,48
Эстония	29960,63047	77085,83327	26238,74398	22626,29303	1,16	0,39
Финляндия	59361,01697	142878,6235	53638,63416	78464,77575	0,68	0,42
Нидерланды	101570,9397	203152,2114	73021,62597	145652,086	0,50	0,50
Япония	86480,6599	191292,7331	28550,90758	49964,51643	0,57	0,45
Германия	70184,5036	155498,9693	62670,62186	135590,2523	0,46	0,45
Франция	60131,25518	170561,0962	45232,87645	76143,53867	0,59	0,35
США	117143,0501	285407,398	45618,08511	129931,0965	0,35	0,41
Соединенное Королевство	122480,5673	254524,5494	21344,43448	112709,3989	0,19	0,48
Италия	55111,3105	132763,7636	28723,29672	98609,73935	0,29	0,42
OECD в среднем	54683,84264	165939,0195	35281,4543	86154,52263	0,41	0,33
Австралия	64800,89846	182980,2102	49563,87914	136531,4846	0,36	0,35
Израиль	48242,02967	144577,7467	19745,45	50062,77499	0,39	0,33
Корея	71198,55237	210302,9308	11358,1589	26919,39361	0,42	0,34
Канада	51555,24469	163041,8413	29682,4295	76221,80205	0,39	0,32
Испания	45872,31975	185165,7866	41165,00779	78502,62281	0,52	0,25
Ирландия	70543,66121	234630,2079	35712,39353	117410,9754	0,30	0,30
Австралия	50935,65813	166068,0875	20061,98681	74607,78247	0,27	0,31
Бельгия	31799,31709	132605,758	28373,73064	159718,2723	0,18	0,24
Словакия	18123,19524	147446,2427	20676,24092	60929,28489	0,34	0,12
Чехия	27128,52831	167992,3676	18547,31492	80074,41202	0,23	0,16
Турция	9245,818166	89711,36206	12887,43908	40893,86548	0,32	0,10
Польша	21349,63036	167269,8935	19482,31229	74980,05677	0,26	0,13
Словения	25984,31566	193004,7455	25585,36053	149023,9729	0,17	0,13
Венгрия	19143,15241	121884,9141	19093,8208	157148,5563	0,12	0,16
Португалия	26385,99572	237354,2938	15536,8473	128373,6891	0,12	0,11

Оценим экономический эффект инвестиций в высшее образование для студентов. Существуют два основных подхода к оценке отдачи от образования:

1) теория инвестирования, в основе которой лежит ставка дисконтирования (временная стоимость денег), что делает возможным сравнение затрат и платежей (денежных потоков) во времени;

2) эконометрический расчет регрессии годовой зарплаты, трудового стажа и квалификации (недостаток информации затрудняет использование этого способа оценки).

Выгоды инвестирования в высшее образование включают:

1) Карьерный рост – увеличение доходов. Рост спроса на высшее образование может вызываться значительным ростом заработков, правда, до тех пор, пока не увеличится предложение, хотя динамика может быть разнонаправленной. С одной стороны, есть факторы, тормозящие рост зарплаты, в частности:

[7] Данные по Австралии, Бельгии и Турции приведены за 2005 г., Португалии – за 2006 г., Японии и Словении – за 2007 г., по другим странам – за 2008 г. Ставка дисконтирования составляет 3 %.

• жесткое трудовое законодательство, нацеленное на нивелирование зарплаты для групп с разным уровнем образования;

• законодательное ограничение доступа к высшему образованию;

• рост предложения людей с высоким уровнем образования может со временем привести к снижению зарплаты.

С другой стороны, есть факторы, стимулирующие ее рост, в частности:

• экономика все более основывается на знаниях, что вызывает спрос на высокообразованных людей. Коэффициент отдачи, как правило, оказывается более благоприятным для работников, занятых в экспортном секторе и многонациональных компаниях.

2. Сокращение вероятности безработицы. Например, в Российской Федерации рынок труда диктует рост спроса на высшее образование: даже получение рабочего места, по сути, не требующего высшего образования, связывается с наличием диплома о высшем образовании. Это подталкивает соискателей рабочих мест к получению диплома с минимальными издержками, т.е. часто его «покупки» и является причиной наличия в России двух рынков: рынка высшего образования и рынка дипломов о высшем образовании.

Много лет назад Марк Блауг, Ричард Лэйард и Морин Вудхол изучали парадокс индийских университетов. Казалось, что среди выпускников был высокий уровень безработицы, и, несмотря на это, спрос на университетское образование оставался неизменно высоким. Они выяснили, что хотя уровень безработицы среди выпускников университетов был действительно высоким, но среди выпускников средних школ он был еще выше. Это заставляло получать высшее образование [3].

Заключение. Глобальная конкуренция и знаниевая экономика влияют на все сферы деятельности государства и, в частности, приводят к изменению инвестиционной привлекательности высшего образования для заинтересованных сторон. Инвестиции государства в образование различаются в разы; они изменяются от 0,6 до 2, 6 %. А если учесть различия в объемах ВВП, то различия могут составлять несколько порядков.

Рост доли граждан с высшим образованием, источником финансирования которых является бюджет, не может быть бесконечным. Поддержание высокой доли граждан с высшим образованием может стать бременем для бюджета. Дания и Швеция предоставляют чрезвычайно высокие государственные льготы получения высшего образования, что приводит к отрицательному (для государства) эффекту от инвестиций в высшее образование. Появление частных вузов не стало средством решения проблемы и тем более не обеспечило рост качества образования.

Серьезной проблемой является эффективность бюджетного финансирования высшей школы, так как международная мобильность выпускников может стать причиной бюджетных разрывов в том смысле, что источником инвестиций является одна страна, а получателем эффекта от них – другая. Пока образовательное сообщество находится в состоянии поиска средств решения этой проблемы.

Основные цели инвестиций в образование различаются и в зависимости от источника инвестиций: государственные или частные. Общим правилом является то, что частные дополняют государственные, причем неважно, кто собственник учебного заведения: государство или частник. Складывающаяся система грантовой поддержки частных учебных заведений является средством нивелирования государственных инвестиций в высшую школу.

Инвестиции в высшее образование выгодны студентам и их семьям, так как позволяют обеспечить более высокое качество человеческого капитала и жизни в целом. Карьерный рост и возможность получения более интересной работы стимулируют частные инвестиции в высшее образование.

Литература

1. *Карной М.* Образование как отрасль производства: докл. на семинаре Института развития образования ГУ-ВШЭ // http://www.hse.ru/news/recent/10359188.html.
2. *Mitsopoulos M., Pelagidis Th.* The case for abolishing the higher education state monopoly in Continental Western Europe // Journal of Economic Studies. – 2010. – Vol. 37. – № 1. – P. 36.
3. *Карной М.* Образование и открытое общество: критическая оценка новых перспектив и потребностей // soros.multeam.hu/initiatives/esp/conference/papers.php?doc.
4. What are the incentives to invest in education? Education at a Glance 2012. OECD Indicators. Indicator A9 / www.oecd.org/edu/eag2012 // http://dx.doi.org/10.1787/eag-2012-en.

5. *Craig J., Gunn A.* Higher skills and the knowledge economy: the challenge of off shoring // Higher education management and policy. – 2010. – Vol. 22/23. – P. 3–20.
6. *Blinder A.S.* Off shoring: The Next Industrial Revolution? // Foreign Affairs. – 2006. – Vol. 85. – № 2. – P. 27–28.
7. *Губайловский В., Костинский А.* Экономика высшего образования // http://www.svoboda.org/programs/edu/2004/edu.042804.asp.
8. Прогноз социально-экономического развития РФ на 2013 г. и плановый период 2014–2015 гг. // www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/ (дата посещения октябрь 2012 г.).
9. Четыре направления оценки эффективности деятельности вузов // http://ria.ru/edu_higher/20120730/712748694.html#ixzz2HGOrimsq.
10. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части установления имеющим государственную аккредитацию образовательным учреждениям среднего профессионального и высшего профессионального образования контрольных цифр приема граждан для обучения за счет средств соответствующих бюджетов бюджетной системы Российской Федерации: Федеральный закон Российской Федерации от 16 ноября 2011 г. № 318-ФЗ. – М., 2011.

УДК 338.434

И.А. Астраханцева

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИРОВАННЫМ КАПИТАЛОМ: МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ (СООБЩЕНИЕ 1)

В статье рассмотрен методический аспект разработки и реализации функциональной финансовой стратегии компании, приоритетами которой являются инвестиции в инновации. Представлены рекомендации по использованию методов моделирования в формировании единого контура управленческого процесса, в том числе рекомендации по разработке финансовой модели управления.

***Ключевые слова**: инвестированный капитал, операционная прибыль, финансовая модель, финансовый потенциал, инновационно-инвестиционный путь развития, ключевые факторы успеха, финансовая стратегия.*

I.A. Astrakhantseva

THE INVESTED CAPITAL MANAGEMENT: METHODICAL ASPECT (MESSAGE 1)

The methodical aspect of the development and realization of the company functional financial strategy which priorities are investments into innovations is considered in the article. The recommendations on the modeling method use in the formation of the managerial process uniform contour, including the recommendation on the management financial model development are presented.

Key words: investment capital, operating profit, financial model, financial potential, innovative and investment development way, key factors of success, financial strategy.

Для современного этапа развития экономики характерны стратегические приоритеты на повышение конкурентоспособности. В этих целях менеджмент должен вносить серьезные коррективы в практику хозяйствования, принимая решение отказаться от непрерывного улучшения, совершенствования существующего положения дел в пользу кардинального его изменения по результатам инвестиций в инновации, когда осваиваются различного рода инновационные проекты, идеи, и компания переходит на качественно новый уровень коммерческого существования. В научной среде этот путь обозначается как инновационно-инвестиционное развитие экономики [5, с. 16]. Финансовая деятельность таких компаний должна следовать курсу масштабных стратегических инициатив инновационного менеджмента на экономический рост (рис. 1).

Рис. 1. Единый контур управленческого процесса при стратегическом подходе

Формирование финансовой модели составляет основу системы управления ростом бизнеса, в этом качестве рекомендуется использовать модель управления инвестированным капиталом. В выполненном исследовании под финансовой моделью понимается формализация, условное описание экономической логики взаимосвязи и взаимодействия различных элементов бизнес-модели компании во внутренней и внешней финансовой среде с помощью контролируемых финансовых показателей, отражающих причинно-следственные связи между принимаемыми различными центрами финансовой ответственности управленческими решениями и ключевыми показателями финансовой результативности.

Следует определиться с вопросом: как оценивать и формировать финансовую модель управления? Методическую помощь в этом процессе могут оказать следующие рекомендации:

- тип модели должен соответствовать стратегическим целевым финансовым установкам предприятия;
- рентабельность инвестированного капитала является целевым показателем финансовой результативности для экономически активного предприятия, выбравшего инновационно-инвестиционный путь развития;
- данный индикатор размещается на вершине дерева целей, так как наиболее точно характеризует эффективность инвестирования в компанию: насколько обоснованно был выполнен выбор проектов и грамотно разработан финансово-инвестиционный бюджет, как компания осваивает финансовые средства и достигает прогнозных (плановых) показателей;
- согласно системному процессно-ориентированному подходу (рис. 2), в финансовой модели должны принимать участие те факторы, воздействуя на которые менеджмент планирует достичь поставленных целей (на рис. 2 они обозначены как ключевые факторы успеха (КФУ));
- ключевые факторы успеха отражают сильные стороны и преимущества экономики конкретного хозяйствующего субъекта, позитивное влияние которых планируется задействовать в процессе формирования ключевых показателей результативности;
- состав КФУ должен соответствовать актуальным, приоритетным задачам финансового управления и методам их решения, составляющим содержание финансовой стратегии хозяйствующего субъекта на определенном этапе его жизненного цикла;
- приоритетность задач финансового управления капиталом основывается на ранее предложенной классификации на ресурсный инвестированный и функционирующий инвестированный капитал;
- методическими и теоретическими основами процессов формирования и оцифровки финансовой модели являются все известные специалистам методы стратегического финансового анализа и планирования.

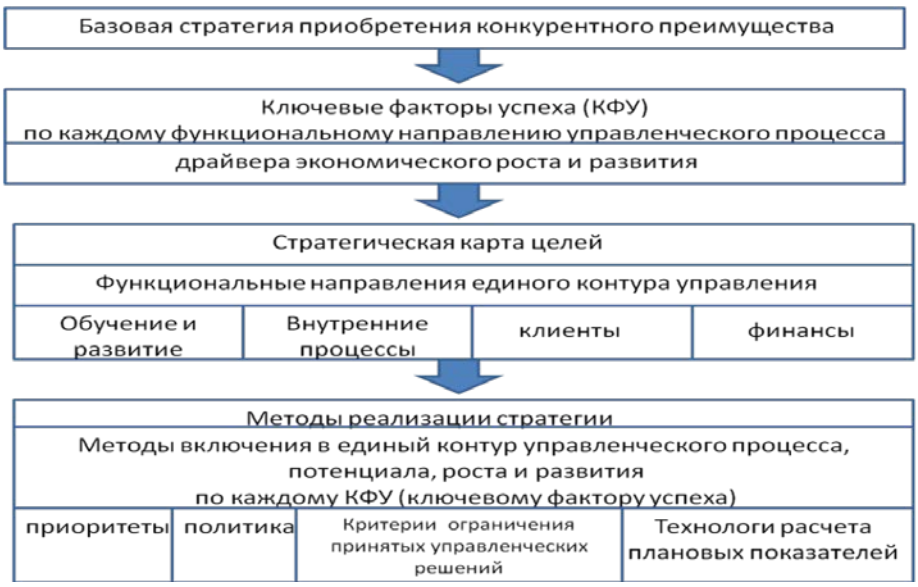


Рис. 2. Процессно-ориентированный подход в системе управления предприятием

В исследовательской работе необходимо обеспечить гармоничное сочетание, согласованность и логичность применения данных рекомендаций. Только в этом случае будет достигнуто принятие сбалансированных управленческих решений на принятый горизонт бизнес-планирования.

В соответствии с изложенными рекомендациями рассмотрим ряд финансовых моделей, представленных в работах авторитетных ученых. Оговоримся, что цитируемый материал из соответствующих источников сохраняет авторскую редакцию.

Первая модель описана в работах Е.В. Лисициной и Г.С. Токаренко: «В случае использования в знаменателе результирующего показателя величины инвестированного капитала будет иметь место система показателей ROI (рис. 3)» [6].

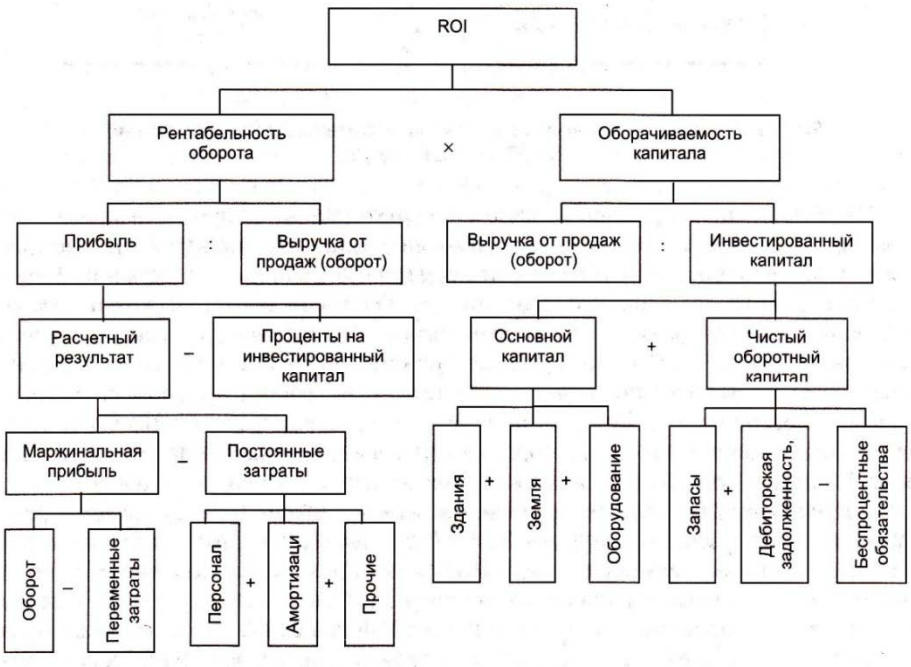


Рис. 3. Порядок формирования показателя рентабельности инвестированного капитала ROI (Return On Investment)

Изучение данной модели позволило выделить ее несомненные достоинства и отличия:

- в качестве объекта управления выступает функционирующий инвестированный капитал; такие показатели, как рентабельность продаж и оборачиваемость капитала, безусловно, являются индикаторами эффективности управления процессами использования капитала; ученые прямо указывают на данное положение в своей публикации: «Этот показатель позволяет оценить степень повышения эффективности использования инвестированного капитала (вложенный капитал в активы без учета кредиторской задолженности). Рост ROI свидетельствует о благополучном экономическом положении компании …» [6];

- эффективность управления капиталом характеризуется уровнем отдачи, возврата от инвестирования финансовых средств, что предполагает оценку способности последних генерировать прибыль и наращивать обороты;

- состав ключевых факторов успеха может быть сформирован из базовых показателей финансового менеджмента, что является преимуществом рассматриваемой модели, так как и теоретически и методически вопросы управления ими разработаны полно, всесторонне и многократно апробированы в практической деятельности хозяйствующих субъектов;

- финансовая модель данной архитектуры не позволяет в полной мере соблюдать принцип системного подхода к управлению, так как в ней в неполном виде представлены финансовые отношения в области формирования инвестированного капитала из различных источников;

- возможности решения ряда актуальных задач финансовой деятельности, имеющих отношение к формированию финансового потенциала современных компаний (по принятой терминологии к ним можно отнести задачи управления ресурсным инвестированным капиталом), в рамках рассматриваемой модели ограничены.

Вторая модель управления инвестированным капиталом представлена в учебном пособии под редакцией В.Г. Когденко [1]: «На заключительном этапе предварительной оценки эффективности исследуется рентабельность инвестированного капитала:

$$P_{ин} = \frac{П_{чо}}{К_{ин}} = \frac{П_{чо}}{П_{пр}} \times \frac{П_{пр}}{А} \times \frac{А}{К_{ин}} = P_{пр} \times M_{ин} \times k_э,$$

где $П_{чо}$ – чистая операционная прибыль;

$К_{ин}$ – инвестированный капитал;

$П_{пр}$ – прибыль от продаж;

$А$ – активы;

$Р_а$ – рентабельность активов;

$М_{ин}$ – мультипликатор инвестированного капитала;

$k_э$ – коэффициент эффективности прочих операций (за исключением финансовых расходов) [4, с. 226].

Отметим особенности данной модели финансового управления:

- в явном виде объектом управления также выступает функционирующий инвестированный капитал, эффективность использования которого выражается рентабельностью активов;

- показатель рентабельности активов рассчитывается по прибыли от продаж, которая напрямую не отождествляется со всей суммой операционной прибыли;

- ввод коэффициента эффективности прочих операций можно объяснить вниманием специалистов к особенностям бухгалтерского учета на отечественных предприятиях, что является одной из положительных характеристик рассматриваемой модели;

- архитектура финансовой модели отличается гибкостью, так как позволяет раскрыть активность инвестированного капитала через его мультипликатор в различных аспектах, в том числе или по составу совокупных активов, или по составу источников их финансирования.

В целом следует отметить, что вторая из рассмотренных моделей является расширенной и это усиливает ее универсальный характер. Автором предлагается в качестве базовой использовать модифицированную версию данной модели управления инвестированным капиталом. Аргументация этого предложения основывается на нескольких моментах.

Во-первых, необходимо обратить внимание на показатель прибыли. В двухфакторную модель введен показатель чистой операционной прибыли, относящийся к терминологии и внутрифирменной системе показателей современного финансового менеджмента. Без этого, как верно подчеркивается в авторитетных из-

даниях, исследователи не только не могут говорить на равных с иностранными партнерами, но и лишают себя возможности приобщаться к ценнейшему опыту финансового менеджмента, накопленному западными промышленниками и банкирами [7, с. 138]. В зарубежной практике показатель обозначается NOPAT (Net Operating Profits After Taxes) или NOPLAT(Net Operating Profit Less Adjusted Taxes) – чистая операционная прибыль за вычетом скорректированных налогов, но до выплаты процентов.

Однако в процессе расширения и удлинения исходной модели данный позитивный момент был утрачен, так как в трехфакторной модели уже участвует бухгалтерская прибыль, а именно прибыль от продаж. При этом в учебном пособии отмечается, что при расчете показателей прибыли, не публикуемых в российской отчетности, принято среди других допущение: «прочий финансовый результат, не включающий проценты к уплате, рассматривать как составляющую операционной прибыли« [4, с. 222].

По существу вопроса целесообразно отметить, что в настоящее время в системе управления финансовыми результатами широко используются новые теоретические разработки ученых-финансистов и зарубежных консалтинговых фирм. Применение в практическом менеджменте данных разработок позволяет выполнять экономическое обоснование управленческих решений на таком уровне, который снимает сомнения в их достоверности и обоснованности. При этом финансовые аналитики встречаются с трудностями, вызванными работой с терминами, принятыми в зарубежной теории и практике управления корпоративными финансами. Наблюдается неоднозначная трактовка последних в традиционных финансовых показателях. Большая часть отечественных исследователей старается найти ассоциации с российской методологией в процессе переноса в практическую плоскость зарубежного опыта. Данные усилия не всегда приводят к однозначным оценкам.

Остановимся на особенностях используемой терминологии. В первую очередь следует рассмотреть термин «операционная деятельность», так как от этого зависит то, что исследователь будет понимать под операционными активами и операционной прибылью.

Включение категории операционной прибыли в технологию разработки решений по большому числу задач финансового управления представляется логичным и целесообразным. Ситуация связана с намерением исследователей разграничить процессы формирования, генерирования прибыли и процессы ее распределения и использования в соответствии с финансовой стратегией и тактикой.

После знакомства с отечественными публикациями, ряд ученых, в том числе А.А. Гусев, пришли к пониманию того, что большая часть исследователей отождествляют операционную деятельность с производственной. При этом подчеркивается, что полное отождествление терминов не всегда корректно и ставится задача «не только формального ознакомления со спецификой применения современных показателей, но и более углубленного анализа их «качеств» [2, с. 57].

В российской методологии широко используется понятие хозяйственной (также как и предпринимательской, коммерческой) деятельности, виды которой указываются в учредительных документах организаций. Традиционные приоритеты отечественной экономики на развитие производства обусловили тот факт, что в деловом общении хозяйственная деятельность часто ассоциируется с деятельностью производственной. На практике это не всегда деятельность, соединяющая технологические и трудовые процессы, что является одной из основных характеристик производства согласно постулатам теории организации. Однако, по мнению автора, это всегда уставные виды деятельности, направленные на создание текущей добавленной стоимости, т.е. являющиеся генераторами стабильных, устойчивых доходов в текущем финансовом периоде.

Проблемы российских компаний вытекают из того факта, что международные и российские нормы составления бухгалтерской отчетности расходятся в толковании различных видов деятельности. Для понимания особенностей данной категории важны малейшие нюансы. К их числу следует отнести следующие точные значимые суждения. Первое: операционная деятельность рассматривается как «основная, оперативная» для компании, которая нарабатывает операционную прибыль. Данная прибыль трактуется как «результат операционного взаимодействия», т.е. до вычета процентов. Второе: «выделение операционных активов может быть разным, это зависит от характера предпринимательской деятельности компании» [2, с. 59].

По результатам исследований сформировалась следующая трактовка заимствованного из зарубежной финансовой практики показателя прибыли. Операционная прибыль до вычета налогов и процентов по заемным средствам обозначается как EBIT (Earning before interest and taxes) и она:

- характеризует соотношение доходов и расходов по тем видам деятельности, суть которых состоит в постоянно возобновляемом кругообороте средств предприятия;

- рассматривается как результат функционирования экономических ресурсов как средств производства или средств «нарабатывания» прибыли с оборотов в текущем периоде, при этом отстраняется от вопросов их финансирования, принимая ресурсы, находящиеся в введении и распоряжении предприятия, как данность; при этом условно считается, что проблема с их финансированием решена таким образом, что на определенный период компания не обременена финансовыми обязательствами по поводу мобилизованных финансовых средств из различных источников;

- рассчитывается без учета расходов, связанных с формированием инвестированного капитала в сумме собственного из внутренних источников и процентного заемного, т.е. расходов по финансированию инвестиционных и текущих операций, оказывающих прямое влияние на показатель чистой прибыли отчетного периода;

- определяется по данным бухгалтерской отчетности как финансовый результат отчетного периода до уплаты процентов, причитающихся к оплате заимодавцу (кредитору) и текущего налога на прибыль.

Подчеркнем, что руководство, формируя показатели публичной отчетности, должно понимать их назначение, которое состоит в демонстрации достижений и преимуществ экономики конкретного предприятия. Показатели должны быть понятными для делового сообщества во всех его сферах, в том числе и для субъектов внешнеэкономической деятельности, а также они должны быть направлены на то, чтобы потенциальные партнеры сделали выбор в пользу предприятия среди большого числа прочих конкурентных предложений. Конечная стратегическая цель руководства компании – добиться и удерживать статус участника долгосрочного экономического взаимодействия в форме коммерческого партнерства.

На основании изложенного материала автором предлагается в базовую финансовую модель не вводить бухгалтерскую прибыль, чтобы не утяжелять методический материал различными оговорками и допущениями. Экономическая ситуация на конкретном предприятии всегда уникальна, специфична, что объясняет присутствие в практическом менеджменте элемента импровизации и творчества. Представляется целесообразным участие в модели показателя операционной прибыли, так как именно он задает общую финансовую логику проводимых исследований.

При этом предлагается заменить показатель чистой операционной прибыли NOPAT на показатель операционной прибыли EBIT. Такое предложение гармонично сочетается с ранее представленной трактовкой инвестированного капитала как капитала, обслуживающего сферу экономических интересов инвесторов компании. В этом качестве рассматриваются те субъекты долгосрочных партнерских отношений, для которых данный статус установлен самой компанией и которые хотят быть задействованы не только в процессах распределения операционной прибыли, но и в процессах ее формирования через участие в разработке и реализации бизнес-планов и в силу этого принимающих на себя инвестиционные риски.

В таком деловом взаимодействии, которое выстраивается в духе стратегического партнерства, необходимо соблюдать паритет экономических интересов всех его участников. Данному принципу в большей мере отвечает использование показателя операционной прибыли, в то время как показатель чистой операционной прибыли подчеркивает приоритетность экономических интересов собственников компании. Это обстоятельство не всегда приносит преференции, так как может ограничивать область экономических отношений субъекта хозяйствования, который, напротив, заинтересован в том, чтобы максимально расширить число потенциальных партнеров. Руководству необходимо добиваться, чтобы у последних сформировалась твердая убежденность в том, что только через совместную деятельность с данной компанией они смогут в полном объеме реализовать свои стратегические цели. Это обстоятельство, в свою очередь, даст возможность самому предприятию сделать выбор между сторонними организациями и финансовыми институтами в пользу тех из них, экономические отношения с которыми максимально соответствуют бизнес-модели компании.

Менеджмент организации должен поддерживать разумный баланс экономических интересов различных партнерских групп, участвующих в ее деятельности, координируя их солидарные усилия. Экономическая, инвестиционная привлекательность предприятия – основа делового партнерства, и модель финансового управления должна отражать ту область финансовых отношений, которая объединяет всех участников хозяйственных процессов. Представляется, что таким объединяющим началом должен стать показатель операционной прибыли, призванный отражать экономическую состоятельность организации не только в плане готовности к ведению хозяйственных операций, но и в плане наличия отлаженного финансового механизма, функционирование которого приводит компанию, а значит, и ее деловых партнеров к успеху. Последний факт для каждого из них означает выход на их целевые показатели финансовой результативности.

Это высказывание можно считать вторым аргументом предложения о включении в финансовую модель показателя операционной прибыли.

В практической деятельности отечественных предприятий трудности с расчетом операционной прибыли чаще всего заключаются в том, какой из показателей прибыли из данных отчета о прибылях и убытках взять за основу расчета EBIT. Так, в специальной литературе можно встретить различные варианты расчета показателя:

1) EBIT = выручка от продаж – себестоимость, включая амортизацию, – коммерческие и управленческие расходы [6];

2) EBIT = прибыль до налогообложения + проценты к уплате [4];

3) EBIT = чистая прибыль + текущий налог на прибыль + проценты к уплате [3];

4) EBIT = нетто результат эксплуатации инвестиций (НРЭИ) [6];

5) другие.

Вариантность расчета показателя можно объяснить не только спецификой отдельных бизнес-процессов коммерческих организаций и разнообразием решаемых задач финансового управления, но и особенностью учета доходов отчетного периода в бухгалтерской отчетности (в ПБУ 9/99 выделены виды доходов, которые могут относиться либо к доходам от обычных видов деятельности, либо к прочим доходам [1]).

Рассмотренные аспекты практического менеджмента позволяют сделать вывод, что в управленческом анализе можно считать неразумным настаивать на одном варианте расчета тех или иных показателей финансовой результативности. И тот факт, что в специальной литературе можно встретить разные трактовки расчета показателя EBIT, как впрочем, и других показателей современного менеджмента, свидетельствует не о проблемах их применения, а о том, что они широко используются отечественными компаниями в своей работе, а значит, что практики оценили их полезность и преимущества для принятия грамотных обоснованных управленческих решений. Финансовый аналитик в каждом конкретном случае должен принять самостоятельное решение по версии расчета исследуемого показателя, основываясь на учете специфики предпринимательской деятельности субъекта хозяйствования, его бухгалтерской учетной политики и целевых установок решаемых задач. Например, при необходимости получения релевантной информации об участии инвесторов в распределении операционной прибыли целесообразно применять третью версию расчета показателя EBIT, которую по известной аналогии можно назвать методом расчета «снизу»: EBIT = чистая прибыль + текущий налог на прибыль + проценты к уплате. С нашей точки зрения, оценка финансовых результатов компании в последней интерпретации интересна для ее партнеров тем, что дает ответ на вопрос, в какой мере договаривающимся сторонам удается сохранять баланс экономических интересов: чистая прибыль выражает целевые установки собственников, учредителей на возможность накопления капитала и его распределения в пользу акционеров; проценты к уплате защищают экономические интересы заимодавцев, кредиторов, финансовые средства которых работают в бизнесе через механизм объединения капиталов, а потому они получают право на участие в распределении операционной прибыли; текущий налог на прибыль отражает интересы государственных финансов.

Таким образом, предлагается следующая двухфакторная модель управления инвестированным капиталом:

$$Rинв = \frac{операционная\ прибыль}{капитал\ инвестированный},$$

или в условных обозначениях: $Rинв = \frac{EBIT}{Кинв}$.

При формировании трехфакторной модели будем следовать ранее приведенным рекомендациям, устанавливая для каждой из них метод, способ ее включения, «внедрения» в разрабатываемую модель.

Соответствие стратегическим целевым финансовым установкам предприятия предлагается достигать, используя матрицу финансовых стратегий (табл.) [7, с. 398–403].

Матрица финансовых стратегий

	РФД<<0	РФД = 0	РФД>>0
РХД>>0	РФХД=0 (1)	>0 (4)	>>0 (6)
РХД = 0	<0 (7)	=0 (2)	>0 (5)
РХД<<0	<<0 (9)	<0 (8)	=0 (3)

Данная матрица позволяет изучать стратегические и тактические процессы в жизни предприятия одновременно в их соотношении, взаимосвязи и взаимообусловленности, а также анализировать различные сценарии развития экономической ситуации, предупреждая возможность реализации самого негативного из них. Одно из наиболее важных достоинств матрицы – возможность генерировать понятную всем стратегическую карту целей (рис. 2) и в первую очередь в области финансов. В современном деловом общении матрицу финансовых стратегий можно назвать «дорожной картой» движения компании к успеху.

Напомним, что позиционирование предприятия в таблице матрицы выполняется на основании расчетных процедур двух аналитических показателей – результата хозяйственной деятельности (РХД) и результата финансовой деятельности (РФД).

Многолетний опыт работы с данным методическим материалом при руководстве курсовыми и дипломными работами студентов позволил автору прийти к следующему заключению. Экономическая интерпретация позиции предприятия в одном из квадратов матрицы не может быть универсальной, и импровизация здесь не поможет. Для более точных оценок и суждений первоначально необходимо установить тип базовой общекорпоративной стратегии (рис. 1) и временной этап ее реализации в отчетном периоде и только на следующем шаге переходить к оценке достигнутых результатов.

Использование матрицы позволяет получить ответы на ряд вопросов: «Насколько сбалансирована финансовая стратегия с базовой? Требуется ли пересмотреть функциональную стратегию или актуальными являются задачи совершенствования методов ее реализации?» Эти вопросы должны лечь в основу выбора приоритетных направлений финансовой политики, которые отражают целевые установки финансовой деятельности на принятый горизонт планирования. Продуктивность исследований на этом этапе достигается тем, что матрица является методом «комплексного управления всеми активами и пассивами предприятия» [7, с. 398], а значит, при ее содействии реально установить приоритетность задач управления ресурсным или функционирующим инвестированным капиталом.

Систематизация и всесторонняя характеристика задач управления капиталом организации приведена в работах И.А. Бланка [8]. На основе этого ценного теоретического материала исследователем предлагается последовательно выполнить ряд процедур, позволяющих определить тип финансовой модели:

- идентифицировать для какого вида инвестированного капитала планируется решать каждую из актуальных задач его управления: ресурсного или функционирующего;
- выбрать методы, способы решения приоритетных задач, которые конкретизируют характер и факторы планируемого управляющего воздействия;
- обеспечить участие этих факторов в формируемой модели финансового управления в качестве ключевых факторов успеха;
- найти форму выражения причинно-следственной связи между КФУ и целевым показателем финансовой результативности и отразить данную финансовую логику, используя методы удлинения и расширения двухфакторной модели управления инвестированным капиталом.

Литература

1. *Агафонова М.Н., Кондратьев А.Ю.* Бухгалтерский учет и отчетность: учеб.-метод. пособие. – Красноярск, 2012. – 240 с.
2. *Гусев А.А.* Концепция EVA и оценка эффективности деятельности компании // Финансовый менеджмент. – 2005. – № 1. – С. 57–66.
3. *Зубарева В.Д., Дранишникова Д.Н.* Повышение ликвидности предприятия за счет оптимизации использования денежных средств // Финансовый менеджмент. – 2008. – № 6. – С. 3–12.
4. *Когденко В.Г., Мельник М.В., Быковников И.Л.* Краткосрочная и долгосрочная финансовая политика: учеб. пособие. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 471 с.
5. *Крупина Н.Н.* Матричный метод в финансовом менеджменте: методология анализа амортизации // Финансовый менеджмент. – 2008. – № 5. – С. 16–33.
6. *Лисицина Е.В., Токаренко Г.С.* Управление финансовыми результатами компании // Финансовый менеджмент. – 2005. – № 6. – С.125–140.
7. Финансовый менеджмент: теория и практика: учебник / под ред. *Е.С. Стояновой*. – М.: Перспектива, 2001. – 656 с.
8. *Бланк И.А.* Управление финансовыми ресурсами. – М.: Омега-Л, 2010. – 768 с.

УДК 338 (571.51)

Е.И. Коваленко, О.Г. Дьяченко, Д.В. Ходос

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА ДЕНЕЖНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ЗАТРАТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЯМ МОЛОКА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

В статье представлены научно-методические подходы в определении механизма государственной поддержки молочного скотоводства Красноярского края, обоснован прогноз объемов субсидий на компенсацию части затрат при производстве молока и молочных продуктов в регионе.

***Ключевые слова**: государственная поддержка, субсидии, молочное скотоводство, Красноярский край, корреляционно-регрессионный анализ, прогноз.*

E.I. Kovalenko, O.G. Dyachenko, D.V. Khodos

THE TECHNIQUE FOR THE DETERMINATION OF THE EXPENSE MONETARY COMPENSATION AMOUNT TO AGRICULTURAL DAIRY PRODUCERS IN KRASNOYARSK KRAI

The scientific-methodical approaches to determining the mechanism of state support of dairy farming in Krasnoyarsk Krai are presented; the forecast of the subsidies volumes to compensate the part of the costs in the production of milk and dairy products in the region are substantiated.

Key words: state support, subsidies, dairy cattle breeding, Krasnoyarsk Krai, correlation and regression analysis, forecast.

Прогнозирование большинства явлений и процессов осуществляется статистическими методами. Они основаны на вероятностной оценке возможностей развития процесса и величины его признаков в будущем, полученной на основе статистической закономерности, выявленной по данным прошлого периода. Выбираются наиболее значимые и лимитирующие факторы. Для этого проводится корреляционный анализ для оценки тесноты, существенности, формы связи между показателями. Выбранные факторы используются в качестве основных параметров прогноза. Они играют роль основных предикторов (предсказателей), влияющих на ожидаемую переменную величину. Регрессионный анализ позволяет установить количественную зависимость прогнозируемой переменной от величины предикторов.

Определение объема государственной поддержки должно проводиться с учетом эффективности ее использования. На протяжении нескольких лет критерием эффективности использования бюджетных средств в крае являлся уровень рентабельности производства продукции. Данный показатель характеризуется как расчетный и локальный критерий эффективности, не отражающий реального эффекта от привлечения дополнительных финансовых ресурсов на предприятие. Поэтому очевидна необходимость совершенствования механизма субсидирования отрасли и разработка новых показателей результативности использования бюджетных средств.

Прогнозирование объемов субсидий в животноводстве, распределяемых в виде компенсационных выплат, необходимо проводить с учетом изменения издержек производства по годам. Удельные затраты на одну голову животного являются основным показателем, отражающим воздействие комплекса внутренних и внешних факторов, определяющих эффективность производства. При расчете размеров субсидирования бюджетных средств на перспективу следует учитывать ежегодное увеличение издержек производства, которое вызвано планируемым ростом продуктивности и поголовья животных. Необходимо также учитывать инфляционные процессы, происходящие в стране, используя в прогнозных расчетах дефляторы. Определение норматива прироста текущих затрат возможно при их моделировании через производственные показатели.

При производстве молока и молочных продуктов расчет зависимости производственных затрат, выручки при реализации молока от продуктивности и поголовья коров проводился по 158 сельскохозяйственным организациям Красноярского края [1]. Применялся корреляционно-регрессионный анализ с использованием программы Excel. Полученные уравнения оценивались по ошибке аппроксимации, отклонениям расчетных значений функций от фактических их величин. Учитывались коэффициенты парной и множественной корреляции, коэффициент детерминации, критерий Фишира, β-коэффициент. В работе анализировались предприятия разной специализации, объемов производства. Поэтому поголовье молочного стада рассчитывали с учетом площади сельскохозяйственных угодий, а стоимостные характеристики в расчете на одну корову. Выбраны уравнения параболы второго порядка, которые имеют вид:

$$y_1 = 0{,}009x_1^2 - 0{,}835x_1 + 0{,}003x_2^2 + 0{,}24516944x_2 + 16{,}518; \quad (1)$$

$$y_2 = 0{,}010x_1^2 - 0{,}535x_1 + 0{,}007x_2^2 + 0{,}428x_2 + 3{,}029, \quad (2)$$

где y_1 – затраты на содержание 1 коровы, тыс. руб.;

y_2 – выручка от реализации молока, полученная на 1 корову, тыс. руб.;

x_1 – поголовье молочного стада на 100 га с.-х. угодий, гол.;

x_2 – среднегодовой удой на 1 корову, ц.

Проведенная табуляция моделей позволила определить значения выручки и затрат при разных сочетаниях факторных признаков. Это позволило сравнить изменения стоимостных показателей в зависимости от производственных. Графическая связь показателей, рассчитанная по моделям №1–2, изображена на рис. 1–2.

Анализ значений затрат и выручки, полученных по составленным уравнениям, показал, что при технологии содержания коров и существующих в настоящее время ценах производство молока на территории земледельческой части Красноярского края убыточно при надоях до 3750 кг за год. При такой продуктивности предприятие не будет получать ни прибыли, ни убытков. В этом случае оно будет находиться в "точке безубыточности" при средней краевой численности животных в 7 гол. на 100 га с.-х. угодий. Среднегодовой удой более 3750 кг способствует получению прибыли. При выходе продукции в 5000 кг она составляет 6600 руб. на 1 корову, в 6250 кг – 13830 руб. Увеличение численности продуктивного стада приводит к снижению "точки безубыточности". При поголовье в 15 коров на 100 га с.-х. угодий безубыточное производство возможно при надоях, равных 3125 кг, и затратах в 17 000 руб. на содержание одного животного. Сокращение числа коров до 3 гол. на 100 га с.-х. угодий приводит к росту затрат, пошедших на одно животное. Они увеличиваются в среднем по краю до 28 000 руб. в год. Продуктивность скота при этом, соответствующая безубыточному производству, равна 4000 кг.

Надои молока, равные 3750 кг, что соответствует "точке безубыточности", могут быть получены по средним краевым данным при производственных затратах в 25 000 руб. на содержание 1 коровы. Таким образом, получение 1 т молока возможно при производственных расходах, равных 6670 руб.

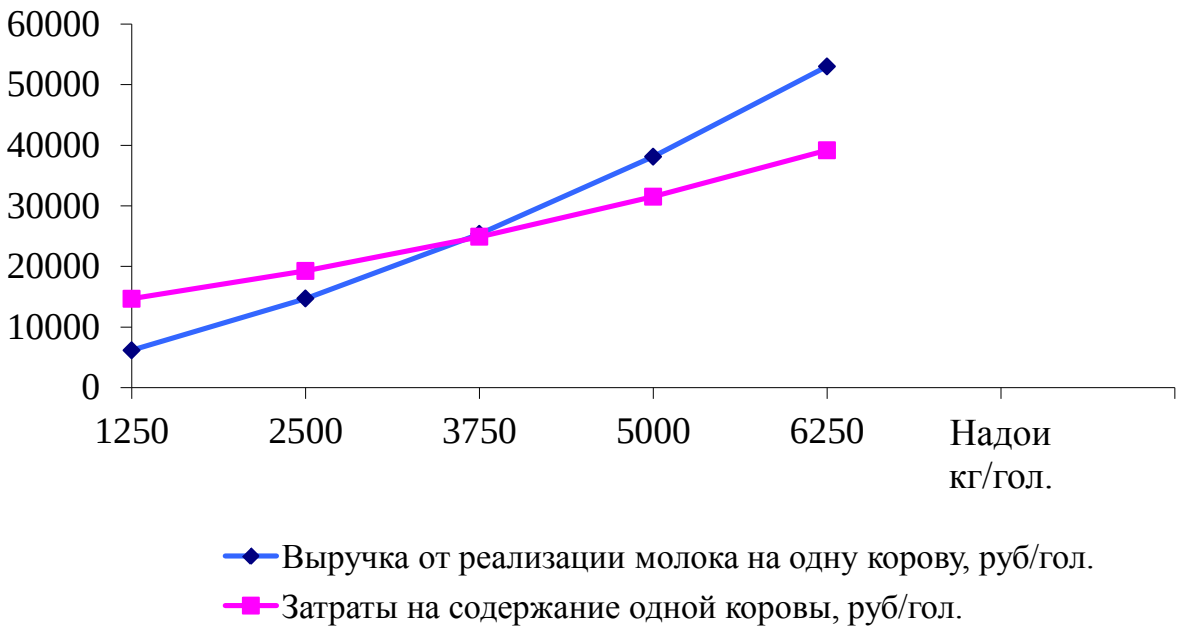


Рис. 1. Зависимость затрат на содержание одной коровы и полученной выручки от реализации молока от продуктивности (при среднем краевом поголовье молочного стада в 7 гол/100 с.-х. угодий)

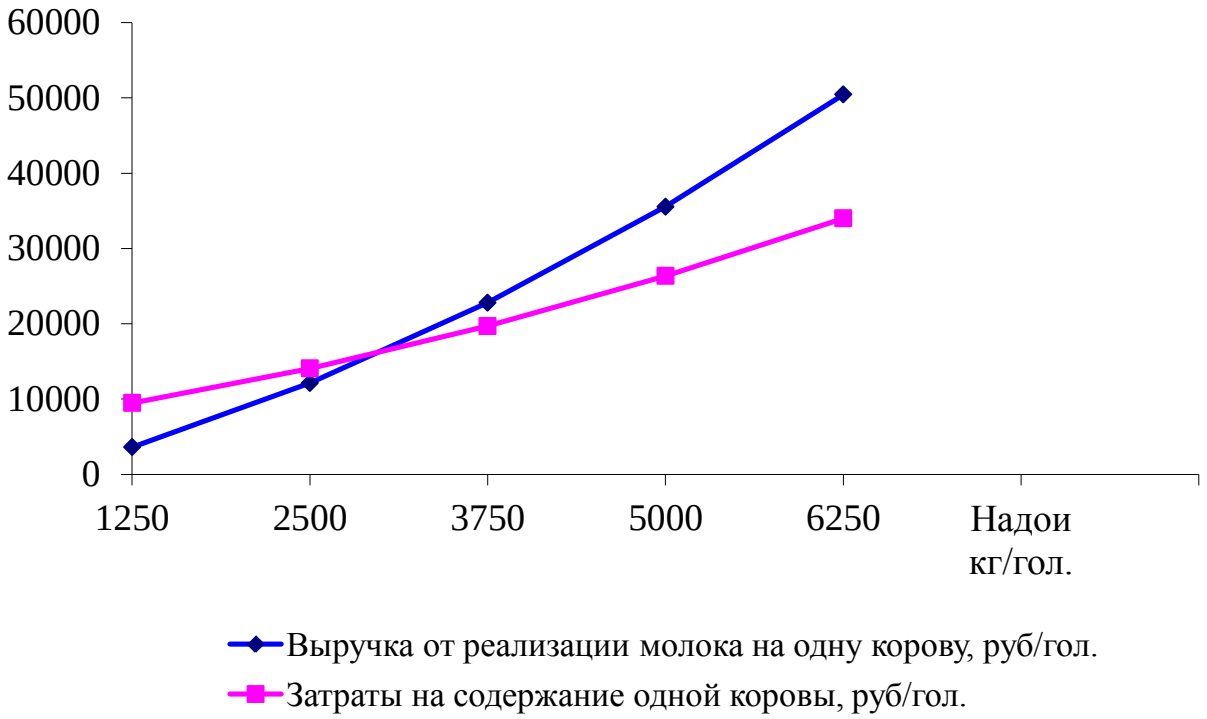


Рис. 2. Связь затрат на содержание одной коровы и полученной выручки от реализации молока от продуктивности (при поголовье молочного стада 15 гол/100 с.-х. угодий)

Представленная модель №1 (рис. 1) позволяет рассчитать производственные затраты, необходимые для получения заданных объемов молока и молочных продуктов на перспективу (рис. 2). Выделяемые краевым бюджетом субсидии направляются на компенсацию части затрат, поэтому для определения размера государственной поддержки должен учитываться определенный процент от прогнозируемых затрат. В зависимости от уровня развития производства возмещается разная доля расходов. При стабилизационном вари-

анте развития молочного животноводства в крае следует компенсировать 10 % затрат. При мобилизационном – уровень денежных поступлений товаропроизводителям может увеличиваться до 15 % и более от величины затраченных средств. В расчетах по первому варианту объем субсидий, выдаваемых на развитие молочного производства, увеличивается в целом по краю на 3–4,5 % за год и составит в 2017 году 688 162 тыс. руб.

Возмещение затрат на содержание молочного стада в размере 15 %, что потребует бюджетных вливаний в 2017 году в сумме 1 032 243 тыс. руб. При увеличении компенсационных выплат на возмещение затрат при производстве молока до 20 % расходы краевого бюджета составят в 2017 году 1 376 323 тыс. руб. (табл.)

Прогнозируемые объемы субсидий на компенсацию части затрат при производстве молока и молочных продуктов, тыс. руб.

Год	Затраты на 1 гол.	Затраты на содержание поголовья молочного стада во всех категориях хозяйств	Планируемый размер субсидий, направляемый на компенсацию части затрат		
			Возмещение 10 %	Возмещение 15 %	Возмещение 20 %
2013	29,9	5852937	585294	877941	1170587
2014	30,3	6090329	609033	913549	1218066
2015	30,8	6336307	633631	950446	1267261
2016	31,2	6593890	659389	989083	1318778
2017	31,8	6881617	688162	1032243	1376323

Доля возмещения затрат в молочном скотоводстве края за период с 2004 по 2006 год достаточно сильно варьировала. В среднем товаропроизводителям компенсировалось от 6,1 (2005 г.) до 18,9 % (2006 г.) производственных издержек. В настоящее время многие хозяйства впервые получают дополнительные денежные компенсации, которые еще недостаточно эффективно используют. Поэтому при определении сумм дополнительного финансирования производства молока целесообразно принять мобилизационный уровень развития животноводства с компенсацией производственных затрат в размере 10–15 %.

Литература

1. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2006–2010 гг. – Красноярск, 2011. – 230 с.

УПРАВЛЕНИЕ И БИЗНЕС

УДК 332.1

Н.Т. Аврамчикова, Н.Н. Солоненко

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ И МУНИЦИПАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ

В статье раскрываются особенности инновационной деятельности в сфере государственного и муниципального управления. Исследована структура инновационной системы в области работы с персоналом, определено понятие кадровой инновации, выявлены различия в функциональной и инновационной деятельности государственных и муниципальных служащих.

***Ключевые слова**: государственная и муниципальная служба, эффективность деятельности государственной и муниципальной службы, кадровая инновация, служебный контракт.*

N.T. Avramchikova, N.N. Solonenko

THE PERSONNEL MANAGEMENT INNOVATIVE METHODS IN THE PUBLIC AND MUNICIPAL SERVICE

The innovative activity peculiarities in the sphere of the public and municipal management are revealed in the article. The innovative system structure in the personnel work field is researched, the personnel innovation concept is defined, the distinctions in the functional and innovative activity of the civil and municipal officials are revealed.

Key words: public and municipal service, public and municipal service activity efficiency, personnel innovation, service contract.

Концепция нового государственного управления основана на изменении модели управления обществом: нормативная модель управления должна быть заменена моделью управления по результатам, внедрением методов, ориентированных на результат и переориентацию бюджетных и управленческих процессов с учета ресурсов на учет результатов.

Эффективность деятельности органов исполнительной власти должна оцениваться исходя из сбалансированности гарантированно предоставляемых гражданам объемов соответствующих услуг и объемов различных видов ресурсов, направляемых на их обеспечение, которые в комплексе с применением современных технологий управления и стандартизации в соответствующих сферах позволяют получить максимальный результат на каждый рубль бюджетных расходов [1].

В рыночной экономике периодически происходят циклические экономические кризисы, а в условиях кризиса государственные и муниципальные служащие оказываются в самых выгодных условиях, так как их заработная плата не меняется [2]. В развитых странах рыночной экономики основные проблемы в сфере государственного управления складывались по причине дефицита бюджета и низкого качества государственных услуг. Причины проблем заключались в политическом патронаже государственного управления: подбор кадров осуществлялся не по профессиональному принципу, а по политическим соображениям. Однако со временем этот принцип найма исчез и сформировалась профессиональная государственная служба, то есть возникла необходимость реформирования государственного управления и государственной службы. Учитывая, что в госсекторе нет учета по результатам выполненных работ, появилась идея приравнивания условий работы на государственной службе к частному сектору. Необходимо отметить, что эти тенденции сложились, прежде всего, в англосаксонских странах. Так, в Англии государственная служба исходит из менеджмента (тогда как в России она исходит из закона) и предполагает наличие контрактной системы рекрутирования государственных служащих.

Оценка эффективности и результативности на государственной службе началась в США. В период 60–90-х гг. была введена оценка эффективности деятельности государственных служащих и эта система переняла принципы частного сектора. В странах Западной Европы базой для планирования объема оказы-

ваемых услуг государственным служащим является заключение соглашения о государственных услугах. В связи с этим в государственной службе вводится понятия «результат» и «эффективность». Результат – это социальный эффект от производства товаров и услуг государственных органов, экономическая эффективность – соотношение результата с затраченными ресурсами [3]. Введение данных категорий в сферу государственного и муниципального управления является управленческой инновацией и требует дальнейшего изучения и развития.

Инновационная деятельность в сфере управления персоналом государственной и муниципальной службы предполагает формирование структуры инновационной системы взаимоувязанных видов работ, совокупность которых предполагает возникновение инноваций в следующей последовательности [4]:

- инновационный проект, предполагающий проектную деятельность, направленную на разработку особого инструментально-управленческого знания;
- научно-исследовательская деятельность, направленная на получение новых управленческих технологий в сфере государственной и муниципальной службы в условиях рынка;
- открытие и изобретение знания о том, что "нечто" может быть и о том, что "нечто" можно создать;
- образовательная деятельность, направленная на профессиональное развитие и формирование у каждого государственного и муниципального служащего знания о том, что они должны делать, чтобы инновационные методы управления персоналом государственной и муниципальной службы воплотились в практике.

В приведенной структуре наименее уязвимым является концепт, согласно которому методологические основы управления инновациями в кадровой работе рождаются не по логике чисто дисциплинарного исследования (управление персоналом), а по логике развивающейся практики как социальные инструменты запуска, поддержки и модификации самих процессов развития управления.

В связи с этим кадровая инновация – это конечный результат внедрения новшества, приводящий к изменению кадровой работы как объекта управления и получению экономического, социального или другого вида эффекта. Внедрение инновации приводит к повышению эффективности в сфере ее применения, экономии затрат или созданию условий для получения дополнительного управленческого эффекта.

Инновационные методы управления персоналом государственной и муниципальной службы отличаются от продуктовых и технологических нововведений тем, что:

- осуществляются с меньшими единовременными затратами;
- сложнее поддаются экономическому обоснованию до своего внедрения и оценке после него;
- специфичны и приемлемы только в сфере государственного и муниципального управления, в отличие от инновационной технологии, которую несложно перенести на другое производство;
- процесс внедрения осложнен психологическим фактором, выражающимся в феномене сопротивления переменам, что проявляется ощутимее, чем на материальных инновациях.

Положительные сдвиги в функциональной деятельности государственных и муниципальных служащих предоставляют органу управления возможность повышать эффективность деятельности по оказанию публичных услуг и покажут персоналу, что новое не несет в себе для него угрозу, сформируют в коллективе группу осознающих необходимость развития на основе инноваций. Следующий этап инновационной деятельности в сфере управления персоналом будет обеспечен большими финансовыми ресурсами и станет более лояльным к изменениям персоналом и сотрудниками, готовыми участвовать в инновационной деятельности. Таким образом, взаимодействие функциональной и инновационной деятельности осуществляется по спирали, качественно изменяясь от одного витка к другому.

Инновационная деятельность в кадровой работе существенно изменяет содержание функциональной. В результате инновационной деятельности происходят изменения: за функциональными подразделениями закрепляются новые задачи, ставятся новые цели, вносятся коррективы в состав работ и функций отдельных работников, содержание труда на рабочих местах изменяется, снижаются или растут затраты на выполнение функциональной деятельности. В свою очередь функциональная деятельность предоставляет ресурсы для реализации инновационной деятельности – финансовые, материальные, человеческие.

Если мы стремимся к тому, чтобы государство было правовым и демократическим, то нужно добиваться того, чтобы на государственной службе были задействованы образованные, высококомпетентные и непримиримые ко всякого рода нарушениям, начиная от закона и заканчивая морально-этическими нормами. Основными нерешенными проблемами в сфере законодательного обеспечения государственной службы являются [6]:

- отсутствие системности в законодательном обеспечении деятельности органов государственного и муниципального управления, адекватного современным потребностям и российской специфике;

- организационная нестабильность государственных структур;
- слабый уровень институционализации государственной службы, а отсюда явно заниженная степень доверия в обществе;
- слабая профессиональная подготовленность;
- значительная коррумпированность государственного аппарата, снижение престижа работы в государственных органах;
- приведение в соответствие законов о государственной службе субъектов Российской Федерации с федеральным законодательством о государственной службе;
- недостатки в организационном обеспечении и техническом оснащении государственных органов.

На сегодняшний день в России крайне низок кадровый состав госслужащих и это связано, прежде всего, с тем, что Федеральный закон от 27.07.07. № 79-ФЗ «О государственной гражданской службе РФ» имеет нерешенные проблемы [5]:

- не выделены отдельные показатели эффективности;
- не выделяются средства на проведение оценки эффективности деятельности государственных служащих;
- не выделены вопросы оценки эффективности, выносимые на аутсорсинг (независимая оценка).

Предложения по совершенствованию государственной службы и развитию ее перспектив должны быть основаны на тех фундаментальных представлениях об объекте, который планируется развивать и совершенствовать. В связи с этим необходимо рассмотреть четыре исходных группы сценариев, по числу тех звеньев государственной службы, которые могут быть взяты за основные:

- улучшение функционирования государственной службы (быстро или медленно реализуемые сценарии с привлечением мягких или жестких правовых и административных средств);
- законодательные инициативы и принятие новых законов (реализация этих сценариев зависит от взаимоотношения законодательной и исполнительной власти и от соотношения политических сил в органах законодательной власти);
- совершенствование материального обеспечения государственной службы, связанное как с бюджетным и законодательным процессами, так и с принятием мер исполнительной властью;
- изменение кадровой политики государственной службы, усиление аналитического и профессионального содержания, создания и поддержки системы подготовки и переподготовки кадров.

Замысел формирования нового законодательства о государственной и муниципальной службе предполагает, что оно будет осуществляться поэтапно на основе первоочередных мероприятий, предусмотренных Концепцией реформирования государственной службы Российской Федерации и федеральными программами по реформированию государственной и муниципальной службы с учетом лучшего отечественного и зарубежного опыта. В итоге система государственной и муниципальной службы должна быть приведена в соответствие со сложившимися политическими, социально-экономическими условиями и международно-правовой практикой.

Решение этой проблемы возможно посредством введения таких процедур, как:

- формализация системы оценки (на уровне процедур и оценки потенциала работника);
- оценка руководителя по результату работы его подразделения, которая побуждает его стимулировать карьерный рост сотрудников и поощрять результативность их деятельности;
- расширение круга субъектов оценки (включая оценку руководителя сотрудниками).

В отечественной практике многоуровневая оценка, так же как и самооценка работника, находит применение в коммерческой сфере. В сфере государственного управления наряду с оценкой непосредственного и вышестоящего руководителя (например, балльной по заданным критериям) может использоваться оценка по горизонтали, причем не только работниками того же подразделения, но и работниками других подразделений, с которыми происходит постоянное взаимодействие. Самооценка работника и учет разницы между самооценкой и оценкой по вертикали и горизонтали используется не только для оценки самого сотрудника, но и косвенно для оценки управленческих качеств руководителя. Оценка со стороны потребителей (получателей государственных услуг и населения) может быть использована для получения более объективных результатов, например, по критерию этичности поведения госслужащего.

Качественная и объективная оценка работы государственных служащих чрезвычайно важна, поскольку от компетентности и результативности их деятельности зависит качество оказываемых государственных услуг и благополучие государства. Предприятия и организации в экономической и социальной сфере, функционирующие в рыночных условиях, стремятся оптимизировать свою деятельность, чтобы сократить расхо-

ды, что в современных условиях должно быть свойственно также государственным и муниципальным органам, организациям и учреждениям [1].

Государственным учреждениям следует использовать опыт коммерческих структур, в которых с различной периодичностью проводят проверки эффективности деятельности персонала, увольняя сотрудников, не прошедших аттестацию.

Многие методы оценки и подходы, которые используются сегодня, сложились в прошлом веке. Их авторы (социологи Ф.У. Тейлор, А. Файоль и др.) считают, что концептуально существуют два метода оценки труда муниципальных служащих:

- пассивный (вспомогательный), опосредованный качествами личности, предназначенный для решения лишь определенного круга задач, связанного в основном с формированием резерва муниципальной службы на выдвижение и работой по сокращению кадров (наличие планов работы на месяц, квартал, год, наличие трудового договора и должностной инструкции муниципального служащего и др.);

- активный, предназначенный для оценки труда муниципального служащего непосредственно по результатам его деятельности (принятие самостоятельных решений при исполнении должностных обязанностей, наличие предложений по улучшению качества выполнения должностных обязанностей и др.). К сожалению, на сегодняшний день, данный метод разработан значительно меньше, чем подход опосредованной оценки.

Исследовав имеющиеся методы к оценке эффективности деятельности муниципальных служащих, авторами разработан инновационный подход к управлению персоналом государственной и муниципальной службой, основными положениями которого являются:

- реализация активного метода, который определяет новый подход к деятельности государственных и муниципальных служащих, особенно руководителей подразделений, которые могли бы быть положены в основу оценки их труда. Так, например, с председателем комитета по управлению муниципальным имуществом в трудовом договоре должны быть предусмотрены конкретные показатели по увеличению доходов от сдачи муниципального имущества в аренду, от реализации имущества, от деятельности муниципальных учреждений и предприятий. У работников службы социальной защиты населения – увеличение численности населения, проживающих на территории муниципального образования, их доходов, улучшение качества медицинского обслуживания (снижение основных показателей заболевания) и образования;

- разработка активных критериев оценки выполнения должностных обязанностей государственными и муниципальными служащими, непосредственно оценивающих эффективность деятельности муниципальных служащих. Оценку деятельности каждого государственного и муниципального служащего с помощью данных критериев целесообразно проводить еженедельно, что позволит осуществлять персональный подход к работе, реально оценивать деятельность каждого работника, своевременно поощрять работников или принимать меры дисциплинарного воздействия, своевременно избавиться от безинициативных работников и сформировать квалифицированный кадровый резерв;

- создание при Президенте Российской Федерации специального государственного органа по для решения проблем повышения эффективности деятельности персонала государственной службы. Таким органом могло бы стать Федеральное агентство по делам государственной службы при Президенте Российской Федерации. При условии уточнения его правового статуса и наделения соответствующими полномочиями данное агентство может осуществлять управление государственной службой на федеральном уровне, а также координировать ее развитие на региональном уровне.

Образование данного органа позволит главе государства сконцентрировать в одних руках управление государственной службой, а также осуществлять задачи по дальнейшему развитию и совершенствованию системы государственного управления, профессионализировать осуществление кадровой политики всех управленческих структур Российского государства.

Литература

1. *Граждан В.Д.* Государственная гражданская служба: учеб. пособие. – М.: ЮРКНИГА, 2009. – 480 с.
2. http://economedu.ru/gosupravlenie/178-upravlenia-japan.html.
3. http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-36129.html.
4. *Чу-Ван-Сян А.В., Мусиенко Е.В., Белякова Г.Я.* Кадровый менеджмент: инновационные технологии // Инновационные технологии в управлении бизнесом и регионом: мат-лы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Красноярск: Изд-во СибГАУ, 2011. – Ч. 2. – С. 150–153.

5. Федеральный закон от 27.07.2004 г. № 79-ФЗ «О государственной гражданской службе Российской Федерации». – М., 2004.

УДК 338.24

Ю.В. Булгаков, Р.Ю. Шапоров

ПРИНЦИПЫ ПОИСКА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РИСКА

В статье представлен алгоритм и результаты исследования возможности применения диагностической функции для оценки и прогнозирования финансового состояния сельскохозяйственного предприятия по критерию платежеспособности.

***Ключевые слова**: диагностика, сельскохозяйственное предприятие, платежеспособность, риск.*

Yu.V. Bulgakov, R.Yu. Shaporov

PRINCIPLES OF THE RISK DIAGNOSTIC FUNCTION SEARCH

The algorithm and the research results on the possibility of diagnostic function use to assess and predict the agricultural enterprise financial condition by the solvency ability criterion are presented in the article.

Key words: diagnostics, agricultural enterprise, solvency, risk.

Принятие большинства управленческих решений осложняется условием многокритериальности, так как определяющих показателей, как правило, много и они меняются в противоположных направлениях. Поэтому всегда стремятся свернуть набор всех частных показателей в один комплексный количественный или качественный критерий, по значению которого делают выводы, например, о степени живучести фирмы с точки зрения потери платежеспособности. Существует множество различных методов и скоринговых функций для оценки риска дефолта предприятий, однако ни один из них не позволяет получить идеальный конечный результат [1]. В зарубежных странах широко используются факторные модели Альтмана, Бивера, Лиса, Таффлера, Чессера, Тисшоу и др. В последние годы опубликованы отечественные разработки, например, известные модели Давыдовой и Беликова, Сейфуллина-Кадыкова, Федотовой, Колышкина [2, 3]. В данной статье представлен алгоритм и результаты исследования возможности применения дискриминантной диагностической функции для оценки и прогнозирования финансового состояния сельскохозяйственного предприятия по обобщенному критерию.

Дискриминантный анализ используется с целью получения оптимального решающего правила для отнесения объекта к определенному классу, то есть по существу является инструментом для распознавания образов по набору диагностических признаков. Как правило, используются линейный дискриминантный анализ и два класса объектов, где принятие решения определяется значением линейной функции для данного объекта, в которой аргументами являются наиболее информативные признаки совокупности изучаемых объектов, а весами – оптимальные коэффициенты, получаемые в результате решения задачи дискриминации. Если полученное значение больше некоторого порогового значения дискриминантной функции, то конкретный объект относят к одному классу, а если меньше – к другому.

Дискриминантная функция по существу является уравнением линейной регрессии с размерными коэффициентами. Разница заключается лишь в том, что при вычислении коэффициентов уравнения регрессии имеется внешний критерий, а при выполнении дискриминантного анализа внешнего критерия нет. Например, при расчете регрессионного уравнения, связывающего цену и потребительские свойства товара, кроме значений показателей потребительских свойств, известны цены на товары-аналоги. При построении уравнения разделяющей функции известны значения совокупности показателей для обеих выделенных групп, а замыкающий показатель степени близости к банкротству отсутствует. Область применения дискриминантного анализа ограничена примерно теми же требованиями, что и для регрессионного анализа:

- линейная независимость между признаками, то есть ни один из признаков не должен быть линейной комбинацией других признаков;
- нормальный закон распределения значений признаков;
- число объектов для анализа должно превышать число признаков не менее чем на две единицы.

Алгоритм выполнения дискриминантного анализа рассмотрим на конкретном примере. В качестве определяющих признаков выбраны следующие коэффициенты:

K_1 – собственный оборотный капитал / сумма активов;
K_2 – нераспределенная прибыль / сумма активов;
K_3 – прибыль до выплаты процентов и налогов / сумма активов.
Данные по двум группам из 15 предприятий в каждой группе представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные по группам предприятий

Устойчивое предприятие			Кризисное предприятие		
K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3
0,48	0,77	0,22	-0,06	-0,55	-0,20
0,77	0,61	0,37	-0,08	-1,06	-0,42
0,64	0,57	0,16	-0,05	-0,72	-0,22
0,65	0,11	0,13	-0,02	-0,39	-0,22
0,48	0,24	0,13	-0,02	-0,43	-0,27
0,08	0,10	0,15	-0,01	-0,77	-0,21
0,43	0,26	0,09	-0,11	-1,22	-0,58
0,04	0,36	0,16	-0,06	-1,38	-0,32
0,42	0,27	0,23	-0,03	-0,35	-0,38
0,62	0,31	0,33	-0,08	-0,40	-0,06
0,25	0,32	-0,02	-0,07	0,15	-0,23
0,62	0,43	0,07	-0,09	-0,61	-0,32
0,54	0,49	0,09	-0,10	-0,35	-0,40
-0,07	0,05	0,11	-0,08	-0,96	-0,69
0,27	0,41	0,10	-0,07	-0,35	-0,25

Следует сразу отметить, что одной из главных проблем анализа является отбор наиболее информативных признаков изучаемого множества объектов. Для получения наилучших различий используются критерии последовательного отбора признаков или пошаговый дискриминантный анализ [4, 5]. По обеим обучающим выборкам рассчитываем векторы-строки средних значений показателей.

Вектор-строка средних значений показателей для устойчивых, то есть благополучных предприятий X_1:

$$[0{,}414 \quad 0{,}355 \quad 0{,}154].$$

Вектор-строка средних значений показателей для кризисных, то есть неблагополучных предприятий X_2:

$$[-0{,}061 \quad -0{,}628 \quad -0{,}318].$$

Рассчитываем ковариационную матрицу для устойчивых предприятий D_1:

$$\begin{bmatrix} 0{,}062 & 0{,}025 & 0{,}010 \\ 0{,}025 & 0{,}040 & 0{,}006 \\ 0{,}010 & 0{,}006 & 0{,}010 \end{bmatrix}.$$

Рассчитываем ковариационную матрицу для кризисных предприятий D_2:

$$\begin{bmatrix} 0{,}001 & 0{,}002 & 0{,}002 \\ 0{,}002 & 0{,}160 & 0{,}032 \\ 0{,}002 & 0{,}032 & 0{,}026 \end{bmatrix}.$$

При определении матриц ковариаций в электронных таблицах следует иметь в виду, что с помощью инструмента для расчета ковариации пакета анализа получается результат для генеральной совокупности, а не по выборке, поэтому все значения следует помножить на отношение $n / (n - 1)$.

Далее надо объединить обе матрицы в одну, то есть найти общую матрицу D_Σ по формуле:

$D_\Sigma = [n_1 D_1 + n_2 D_2] / (n_1 + n_2 - 2)$, где n_1, n_2 – объемы выборок для первой и второй групп; D_1, D_2 – ковариационные матрицы по обеим группам.

В результате весового суммирования элементов обеих матриц получаем суммарную матрицу D_Σ:

$$\begin{bmatrix} 0{,}034 & 0{,}015 & 0{,}006 \\ 0{,}015 & 0{,}107 & 0{,}020 \\ 0{,}006 & 0{,}020 & 0{,}019 \end{bmatrix}.$$

Рассчитываем обратную матрицу D_Σ^{-1}:

$$\begin{bmatrix} 32{,}16 & -2{,}96 & -7{,}59 \\ -2{,}96 & 11{,}98 & -11{,}80 \\ -7{,}59 & -11{,}80 & 67{,}58 \end{bmatrix}.$$

Находим разность векторов средник значений показателей путем вычитания из средних по группе благополучных предприятий средних по кризисным предприятиям $(X_1 - X_2)$:

$$[0{,}475 \quad 0{,}981 \quad 0{,}472].$$

В результате умножения полученной вектор-строки разностей средних значений показателей на обратную матрицу получаем оптимальные весовые коэффициенты дискриминантной функции:

$$[8{,}790 \quad 4{,}777 \quad 16{,}715].$$

Чтобы изменить масштаб коэффициентов этой функции можно использовать любые способы нормировки при соблюдении условия пропорциональности. Например, можно сложить полученные коэффициенты, извлечь квадратный корень из суммы и каждый коэффициент разделить на это значение. Тогда получим разделяющую функцию с такими же свойствами, что и исходная функция, но другого масштаба. Для дальнейших вычислений использованы коэффициенты, полученные именно таким образом:

$$[1{,}597 \quad 0{,}868 \quad 3{,}037].$$

Выполненные исследования показывают, что существует универсальный критерий для поиска оптимальных весовых коэффициентов с использованием алгоритма нелинейного программирования: максимум отношения ожидаемой разности средних по группам предприятий к общему стандартному отклонению.

Другими словами, числитель целевой функции – это вектор разности средних значений показателей, а знаменатель – корень квадратный из суммарной дисперсии, определяемой по формуле: $X^T \times D_\Sigma \times X$, где X^T – транспонированный вектор искомых весовых коэффициентов дискриминантной функции; D_Σ – общая ковариационная матрица.

При использовании инструмента для поиска решений можно задавать любые условия на сумму и знаки коэффициентов или не использовать никаких ограничений. В последнем случае получим следующие оптимальные значения коэффициентов классифицирующей функции, которые, естественно, пропорциональны исходным значениям:

$$[0{,}872 \quad 0{,}474 \quad 1{,}658].$$

Следует отметить, что в результате оптимизации при любых дополнительных условиях, накладываемых на весовые коэффициенты, оптимальное значение целевой функции равно расстоянию Махалонобиса между выборками d, которое определяется как корень квадратный из произведения вектора разности сред-

них по выборкам на обратную ковариационную матрицу и на транспонированный вектор разности средних равно 4,09:

$$d = \sqrt{(X_1 - X_2) D_{\Sigma}^{-1} (X_1 - X_2)^T} \ .$$

Расстояние (метрика) Махалонобиса определяет качество дискриминации объектов, чем больше это расстояние, тем больше разница между выборками или объектами по совокупности выбранных показателей.

Для получения разделяющей границы рассчитываем значения дискриминантной функции для каждого объекта по обеим выборкам и определяем основные статистические характеристики для каждой группы, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Статистические показатели распределений

Показатель	Устойчивое предприятие	Кризисное предприятие
Среднее	1,437	-1,607
Медиана	1,520	-1,351
Стандартное отклонение	0,692	0,744
Эксцесс	0,084	-0,040
Асимметричность	0,328	-0,858
Интервал	2,634	2,407
Минимум	0,267	-3,060
Максимум	2,901	-0,653

Медиана, эксцесс и асимметричность характеризуют соответствие полученного эмпирического распределения нормальному закону. Для стандартного распределения медиана и среднее значение должны быть примерно одинаковы, а эксцесс и асимметрия (скос) близки к нулю. Знак эксцесса характеризует отклонение от теоретической кривой по вертикали. При положительных значениях распределение более островершинное, а при отрицательных – более пологое. Асимметричность характеризует смещение распределения относительно среднего значения. При положительных коэффициентах кривая скошена вправо, а при отрицательных – влево. Сравнительно малые значения эксцесса и скоса не позволяют опровергнуть гипотезу о нормальности распределений.

Зная средние арифметические значения и стандартные отклонения, можно построить теоретические плотности распределения значений дискриминантной функции для кризисных и устойчивых предприятий (рис. 1).

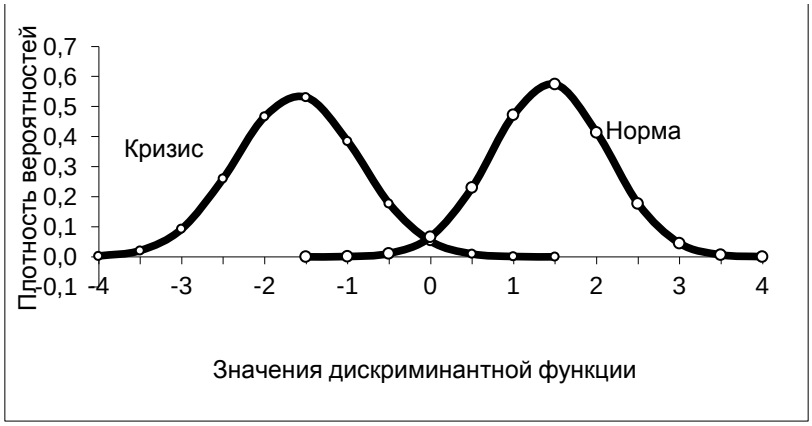


Рис. 1. Распределение предприятий по группам

Даже без дополнительных расчетов можно видеть, что разделяющая граница соответствует примерно нулевому значению дискриминантной функции.

Если полученное значение больше 1, то предприятие следует отнести к финансово устойчивым предприятиям по совокупности выбранных признаков, а если меньше (–1), то предприятию грозит банкротство.

Точное значение разделяющей границы можно получить на основе принципа пропорциональности по любой из следующих формул:

$$C = m_1 - \sigma_1 \frac{m_2 - m_1}{\sigma_1 + \sigma_2};$$

$$C = m_2 + \sigma_2 \frac{m_2 - m_1}{\sigma_1 + \sigma_2},$$

где m_1, m_2 – средние значения дискриминантной функции для устойчивых и кризисных предприятий соответственно;

σ_1 , σ_2 – стандартные отклонения значений дискриминантной функции для устойчивых и кризисных предприятий соответственно.

Подставив в приведенные формулы фактические значения, получим:

$$C = 1{,}437 - 0{,}692 \frac{1{,}437 + 1{,}607}{0{,}692 + 0{,}744} = -0{,}03;$$

$$C = -1{,}607 + 0{,}744 \frac{1{,}437 + 1{,}607}{0{,}692 + 0{,}744} = -0{,}03.$$

Для расчета предельных значений дискриминантной функции необходимо к среднему значению по соответствующей группе предприятий прибавить рисковую надбавку, равную произведению коэффициента кратности для нормального распределения при заданной надежности оценки на стандартное отклонение.

Тогда верхняя граница, при равенстве или превышении которой предприятия следует отнести к безусловно устойчивым, определяется из соотношения:-1,607+3,5×0,744 = 0,9998, а нижняя граница, при равенстве или меньше которой предприятия следует отнести к безусловно неблагополучным, определяется из аналогичного соотношения: 1,437–3,5×0,692 = -0,986. Коэффициент кратности принят равным 3,5, что для нормального распределения соответствует надежности 0,99977, то есть практически 100 %. Таким образом, принимаем окончательные решающие правила, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Пороговые значения функции риска для расчетного примера

Значение функции риска Z	Вероятность банкротства
Z < = –1	Очень высокая
–1 < Z < 0	Высокая
0 < Z < 1	Низкая
Z > = 1	Очень низкая

В практических расчетах распределение значений дискриминантных функций может иметь самый различный вид. На рисунках 2–3 показаны реальные функции распределения, полученные по двум группам сельскохозяйственных предприятий Красноярского края.

Рис. 2. Дифференциальные функции распределения

Кроме плотностей распределения показаны также интегральные функции (рис. 3), которые показывают вероятность превышения заданного значения дискриминантной функции для кризисных предприятий и вероятность непревышения заданного значения для устойчиво работающих предприятий. Следует отметить, что разделяющая граница определяется не точкой пересечения кривых плотности распределения, а точкой пересечения интегральных функций.

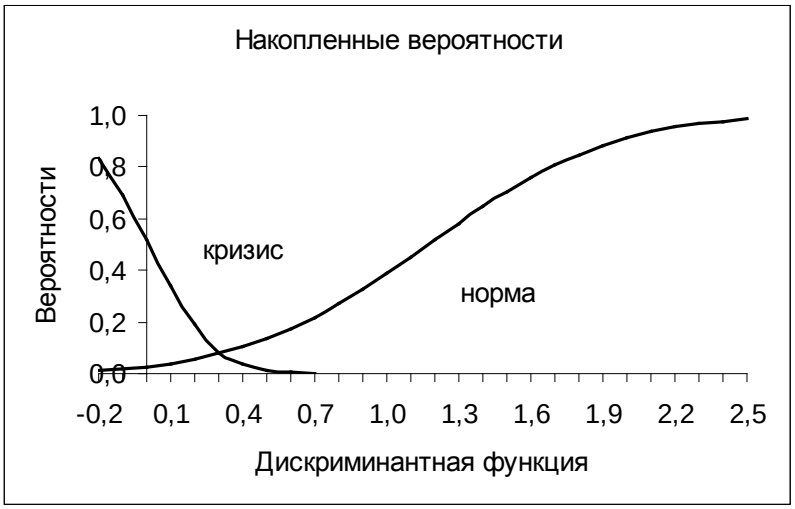


Рис. 3. Интегральные функции распределения

На рисунке 3 видно, что разделяющая граница равна значению 0,3, а на рис. 2 кривые пересекаются при большем значении дискриминантной функции. Для автоматизации вычислений при наличии релевантной информации целесообразно использовать соответствующие инструменты в системах *Statistics* или *Matlab/Simulink*.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод о возможности использования методов распознавания образов для оценки и прогнозирования живучести сельскохозяйственного предприятия по совокупности признаков текущего состояния. Своевременная диагностика экономических проблем позволяет избежать финансовой неустойчивости за счет внедрения превентивных мероприятий, направленных на ликвидацию неблагоприятных тенденций, а приведенные результаты можно использовать для поддержки упреждающих управленческих решений.

Научная новизна работы, по мнению авторов, состоит в том, что получен универсальный критерий для поиска оптимальных весовых коэффициентов дискриминантной диагностической функции с использованием алгоритма нелинейного программирования: максимум отношения ожидаемой разности средних значений частных показателей по группам предприятий к общему стандартному отклонению. Предлагаемый критерий оптимизации позволяет существенно снизить трудоемкость вычислений и сделать их более прозрачными.

Литература

1. Энциклопедия финансового риск-менеджмента / под ред. *А.А. Лобанова*, *А.В. Чугунова*. – М.: Альпина Паблишер, 2003.
2. *Давыдова Г.В., Беликов А.Ю.* Методика количественной оценки риска банкротства предприятий // Управление риском. – 1999. – № 3. – С. 13–20.
3. *Графова Г.* Рейтинговая оценка экономического состояния предприятия // Предпринимательство. – 2006. – № 4. – С. 89–102.
4. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ. / под ред. *И.С. Енюкова*. – М.: Финансы и статистика, 1989.
5. Компьютерные технологии экономико-математического моделирования: учеб. пособие / под ред. *Д.М. Дайитбегова, И.В. Орловой*. – М.: ЮНИТИ, 2001.

УДК 338.1

Е.С. Широнин, Н.Н. Гнедых

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ СРАВНЕНИЯ КОНКУРИРУЮЩИХ СИСТЕМ ПРИ ЗАПУСКЕ ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА

В статье в качестве методики исследования рассмотрено два подхода к оценке бизнеса: бизнес-проект как стартап на циклично развивающемся рынке и создание матрицы структурирования функций качества.

***Ключевые слова**: структурирование функций качества, дом качества, стартап, инновации, инвестиции, малый бизнес.*

Ye.S. Shironin, N.N. Gnedykh

MODERN TECHNIQUES OF COMPETING SYSTEM COMPARISON AT THE INNOVATIVE PRODUCT LAUNCH

Two approaches to the business assessment: the business project as a startup in the cyclically developing market and the matrix creation of the quality function structuring are considered in the article as the research technique.

Key words: quality function structuring, quality home, startup, innovation, investment, small business.

Проблема конкуренции становится все более острой не только в США и европейских странах, но и в России. А острием этой конкурентной борьбы являются разработки и вывод на рынок новых товаров и услуг. Эти товары призваны удовлетворить как существующие потребности клиентов, так и новые. Компании ищут возможности использования последних достижений конкурентов и мировые научные достижения в целях собственного выживания и развития бизнеса.

Вышеперечисленное обуславливает необходимость проработки теоретических и методических аспектов управления предприятием в условиях циклично меняющейся экономики инноваций и новшеств.

Для выполнения указанной цели решаются следующие задачи:

- определение теоретических основ методик оценки конкурирующих систем;
- оценка методического подхода к формированию стратегии управления на предприятии малого бизнеса в конкурентной среде;
- построение матрицы структурирования функций качества (СФК) для объекта исследования, оценка полученных результатов.

Объектом исследований является хозяйствующий субъект, предприятие малого бизнеса – развлекательный комплекс для детей и подростков «Шалтай-Болтай» (ООО «Группа Центр», г. Красноярск).

В работе представлены метод оценки бизнеса посредством построения матрицы СФК и методика оценки действующего бизнеса с позиций стартапа.

Мировая экономика живет циклами. На пике быстрый рост привычных активов заставляет инвесторов, забыв про новые направления и перспективные разработки, инвестировать в базовый бизнес и товары. В кризис инвесторы ищут новые источники дохода. Через несколько лет они снова будут вкладывать в традиционные отрасли [1].

В рамках действующего бизнеса объекта исследований перед административно-управленческим персоналом компании была поставлена задача: при открытии второго развлекательного комплекса для детей и подростков максимально изучить конкурентную среду и предпочтения потребителей с целью наиболее эффективного хозяйствования. При реализации данной задачи было проведено многопрофильное исследование, часть результатов которого представлена в данной работе. По окончании анализа результатов руководством было принято решение о выборе формата инновационного с точки зрения содержания, размещения и позиционирования предприятия. В рамках бизнес-проекта рассматривался развлекательный комплекс для детей и подростков, где привычные многим игровые аппараты и симуляторы заменялись большой, светлой игротекой с простыми и понятными развлечениями, а также спортивными снарядами и аттракционами. Главная особенность комплекса – первый в городе крытый веревочный парк, доступный малышам и взрослым. Разместиться комплекс должен вдали от конкурентов – на территории правобережья города.

Первостепенным стал вопрос о финансировании проекта. На его решение повлияли ключевые факторы внешней среды.

Говорить о высоком риске инвестирования в стартапы банально: модели будущих финансовых потоков бессмысленны, оценить спрос в теории невозможно. Большинство таких компаний не имеют устойчивых преимуществ и даже если смогут создать продукт, востребованный рынком, столкнутся с убивающей маржу конкуренцией со стороны обладающих ресурсами соперников. Стартапы – это не алмазы, а руда, на сотню стартапов приходится один или два успешных. Сегодня в мире сформировались три тенденции, представляющие для нового бизнеса серьезную угрозу [1].

Во-первых, темпы роста потребления существенно снизились, а в некоторых сегментах стали отрицательными. Жители развитых стран устали от избыточного сервиса и ненужных товаров. При этом в развивающихся странах потребление растет, но фокусируется на базовых потребностях.

Во-вторых, индустриальный прогресс ушел в область высокой прикладной науки. Сегодня ни один гений не может разработать новую технологию, не располагая существенными техническими и человеческими ресурсами. Их наличие требует совсем не «стартаповского» капитала. Корпорации, обладающие достаточными для работы по сотням направлений ресурсами, могут себе позволить успешную работу над ноу-хау и создание прорывных технологий, а независимые стартапы в большинстве случаев – нет.

Наконец, рост интереса к стартапам происходит на фоне отказа инвесторов от инвестиций в основные классы активов. Это создает избыточное давление денег и ведет к росту оценок. При развороте к обычным классам активов спрос на стартапы будет падать, снижая оценки даже успешных компаний. В такой ситуации у предпринимателя не так много альтернатив при построении нового бизнеса. Рассмотрим, как повлияли указанные тенденции на формирование концепции нового бизнес-проекта организации (рис. 1).

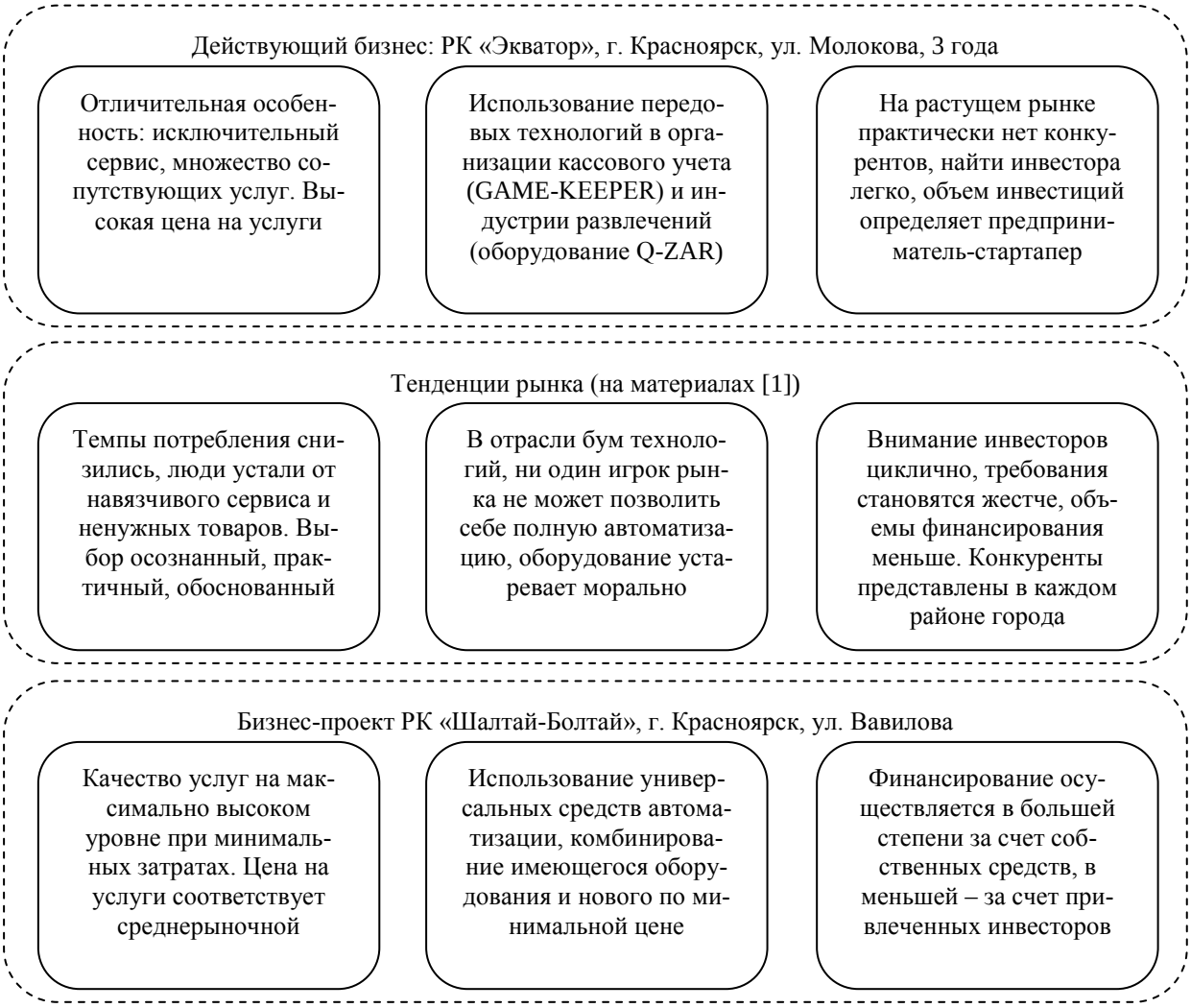


Рис. 1. Изменение бизнес-проекта организации под влиянием тенденций современного рынка

Таким образом, посредством аналитики условий внешней среды руководством была выработана стратегия развития, направленная на минимизацию издержек при предоставлении услуг максимально высокого качества. При этом несомненным плюсом такого решения стала возможность свести к минимуму зависимость от сторонних инвесторов ввиду значительного уменьшения бюджета на запуск и первоначальное обслуживание развлекательного комплекса.

Следующим этапом стала оценка конкурентной среды и ожиданий потребителей. В качестве наиболее эффективной методики оценки был выбран метод СФК.

Структурирование функций качества (СФК) – это метод структурирования нужд и пожеланий потребителя. Он позволяет принимать обоснованные решения по управлению качеством процессов. При этом удается избежать корректировки параметров продукта после его появления на рынке, а следовательно, обеспечить одновременно относительно низкую стоимость (за счет сведения к минимуму непроизводственных издержек) и высокую ценность продукта.

Метод реализуется через развертывание функций и операций деятельности по обеспечению на каждом этапе жизненного цикла проекта создания продукции такого качества, которое бы гарантировало получение конечного результата, соответствующего ожиданиям потребителя.

Согласно методу СФК, требования потребителя надлежит развертывать и конкретизировать поэтапно – от прединвестиционных исследований до предпродажной подготовки.

Основным инструментом СФК является таблица, получившая название «Дом качества» (Quality House). В ней отображается связь между фактическими показателями качества (потребительскими свойствами) и вспомогательными показателями (техническими требованиями) [2].

Метод структурирования функций качества позволяет связывать требования потребителей с характеристиками продуктов и процессами производства, эффективно интегрируя методики обработки маркетинговой информации, бенчмаркинг продуктов и инженерный анализ в непрерывный алгоритм разработки новых продуктов [3].

Рассмотрим процесс планирования бизнес-проекта нового развлекательного комплекса для детей и подростков в г. Красноярске путем СФК. Результатом работы станет матрица «Дом качества», определяющая ключевые характеристики бизнес-проекта.

Первый этап – выяснение и уточнение требований потребителей. На этом этапе определяются ключевые потребительские свойства товара, услуги. Оцениваются ожидания от их приобретения, использования. Эти характеристики оцениваются по балльной шкале и формируют левую «стенку» «Дома качества». Потребитель формулирует свои пожелания, как правило, в абстрактной форме, например, «удобная мебель» или «легкий телефон». Для него такой способ выражения своих потребностей является вполне нормальным. Но для инженеров, проектировщиков, конструкторов этого недостаточно, им необходимо четко определить размеры, материалы, требования к обработке поверхности, допустимый вес и т.д.

Необходимо иметь четкое представление о том, какие требования удовлетворить обязательно, а какими можно в известной степени поступиться. Для этого следует определить степень значимости характеристик.

На следующем этапе проводится фокус-группа или тест-драйв для потребителей с целью обозначить корреляцию между их ожиданиями и реальным восприятием. При этом необходимо понимать, что у части потребителей ожидания могут быть завышены, а у части – занижены. Из этого следует, что для объективности исследования необходимо максимальное число респондентов. Графа «ожидание-восприятие» формирует правую «стенку» «Дома качества».

Далее – построение «крыши». Этот элемент представляет собой, как правило, корреляционную матрицу, заполненную символами, которые указывают на положительную или отрицательную связь между соответствующими техническими характеристиками продукта с позиций интересов потребителя. С помощью корреляционной матрицы можно наглядно продемонстрировать соотношение между основными показателями качества, стоимости и времени. «Крыша» отображает основные характеристики объекта с позиций внутреннего содержания. В нашем случае это такие характеристики, как информативность сайта, расположение комплекса, удобное время работы и другие. Совокупность элементов «крыши» влияет на качество конечного товара, услуги и восприятие бренда в целом. Все составляющие элементы «крыши» можно условно сгруппировать в следующие категории: материально-вещественные (офис, склад, оборудование), искусственный интеллект, живой интеллект (персонал), интеллектуальный сервис. «Крыша» имеет первостепенное значение, так как в целом формирует у покупателя представление о товаре, услуге. Так, удачное расположение офиса и эффективная реклама могут создать образ дорогого элитного предприятия. В то же время быстрый лаконичный сайт и использование новейшего программного обеспечения сформируют образ технологичной инновационной компании. В совокупности эти факторы могут сформировать стабильный спрос на услуги компании, если только не подведет «живой интеллект».

Заключительный этап — учет влияния конкурентов. На реальном рынке всегда существует конкуренция и конкурентов в определенной нише может быть очень много. При анализе в нашем случае в качестве основных конкурентов были обозначены сильные игроки рынка: РЦ «Мадагаскар» с большой игротекой, кафе, пейнтболом и игротека «Космик» в наиболее популярном у горожан ТРК «Планета». На этом этапе проводится по возможности максимальная оценка конкурентов по однородным позициям. Сравниваются основные продукты, работа персонала, местоположение, рекламная кампания, оснащение и т.д. В результате получают данные для технического задания на проектирование и разработку новой продукции.

Рассмотрим матрицу «Дом качества» для бизнес-проекта нового развлекательного комплекса «Шалтай-Болтай» (рис. 2).

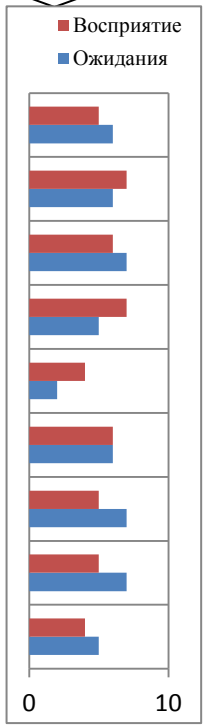
«Левая стенка»: Ожидания клиентов

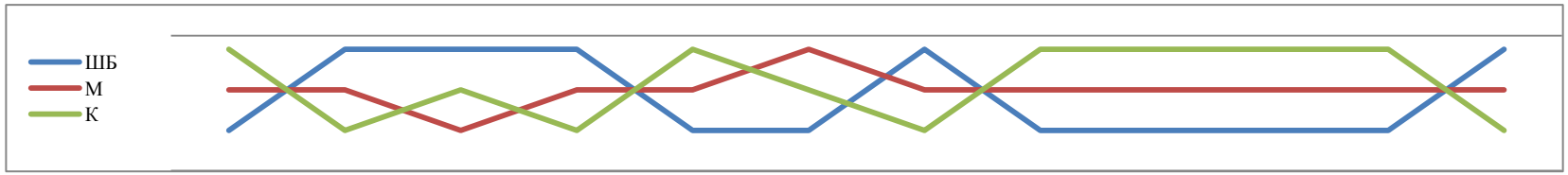
Элементы с наиболее высоким рейтингом внутренней связи:
- Здание комплекса
- Аниматоры
- Оснащение

«Крыша»: корреляция внутренних составляющих
«Крыша»: корреляция внутренних составляющих

«Правая стенка»: Восприятие клиентов
«Правая стенка»: Восприятие

Элементная база	Здание комп-лекса	Учебная ауди-тория	База данных	Кухня	Осна-щение	Компью-теры	Анима-торы	Дизай-неры	АУП	Презен-тации	Рекла-мные мате-риалы	Игровая зона
Потребительские свойства	Квалификация персонала		Наполнение сайта		Удобство местоположения		Качество сервиса		Меняющийся ассортимент		Клиенто-ориентированность	
Потребительские ожидания												
Наличие парковки	9	9	0	3	0	3	0	3	3	3	0	0
Заблаговременное опове-щение о мероприятиях	3	3	9	0	0	6	3	3	3	3	6	3
Широкий ассортимент	0	0	0	9	9	0	9	3	3	3	3	9
Компетентный персонал	0	0	0	0	3	3	9	3	9	6	3	6
Новые интересные развлечения	0	0	0	3	9	6	9	3	3	3	3	9
Полезные знакомства	0	0	6	0	0	0	6	3	3	3	3	3
Удобный режим работы	9	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0
Эффективная обратная связь	3	6	9	0	0	6	0	3	9	6	3	0
Адекватная клиентская программа	0	3	9	3	6	0	6	3	9	6	6	0





«Подвал»: бенчмаркинг конкурентов. «Мадагаскар», «Космик»

Рис. 2. Матрица структурированных функций качества для бизнес-проекта РК «Шалтай-Болтай»

50

Анализ полученной матрицы имеет несколько основных направлений. В левой части можно определить наиболее востребованное свойство, связать его с количественными характеристиками товара, услуги и инвестировать в увеличение этого показателя. В нашем случае речь идет о новых интересных развлечениях. Наиболее значимыми для потребителей (9 баллов из 9) оказались следующие свойства: новые интересные развлечения, компетентный персонал, широкий ассортимент. Из элементной базы, формирующей внутреннюю среду предприятия, потребители высоко оценили АУП, аниматоров и игровую зону.

Необходимым и важным является анализ ожиданий потребителей. В этом случае необходимо сопоставить наиболее ожидаемые характеристики с реальными возможностями компании и постараться максимизировать оценки восприятия по этим позициям. Исследование соотношения потребительских ожиданий к восприятию показало итоговое соотношение 49 баллов к 51 (96 %), что означает достаточно высокий уровень соответствия реальности ожиданиям потребителя.

В подвале проводится оценка направлений, в которых компания наиболее сильна. Здесь возможны две тактики – направить все силы на сохранение лидерства в указанных направлениях, либо, помня о том, что конкуренты всегда рассматривают вариант отъема сегмента, сделать упор на новые и не столь востребованные позиции с тем, чтобы увеличить охват рынка. В случае с развлекательным комплексом, безусловно, сильной стороной является географическое местоположение объекта. Данную характеристику в краткосрочной перспективе конкурентам не продублировать.

Наиболее сложным решением при анализе матрицы СФК «Дом качества» является изменение потребительских ожиданий. В этом случае по итогам анализа матрицы выбирается одно из потребительских ожиданий, входящее в первую пятерку, и средствами рекламы и маркетинга возвышается в глазах потребителей. На исследуемом предприятии данный способ не применим, так как требует значительных инвестиций, что на этапе запуска предприятия практически невыполнимо.

В целом метод СФК позволяет не только формализовать процедуру определения основных характеристик разрабатываемого продукта с учетом пожеланий потребителя, но и принимать обоснованные решения по управлению качеством процессов его создания.

Таким образом, в рамках проведенного исследования можно сделать следующие выводы. Используя представленные методы анализа, «развертывая» качество на начальных этапах жизненного цикла продукта в соответствии с нуждами и пожеланиями потребителя, можно избежать или минимизировать возможность кризиса, обеспечить высокую ценность и одновременно относительно низкую стоимость продукта (за счет сведения к минимуму непроизводственных издержек). При этом необходимо иметь в виду, что современная мировая экономика развивается циклично и для малого бизнеса крайне важно «попасть» в нужный цикл для удачного размещения на рынке и конкурентного дальнейшего развития.

Литература

1. *Мовчан А.* Берегись стартапа // Forbes. – 2013. – № 2. – С. 52.
2. *Фуколова Ю.* Дом-3 // Секрет фирмы. – 2013. – № 1/2. – С. 26–29.
3. *Эдвардс Д.* Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. – М.: Альпина Паблишер, 2011. – 420 с.

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

УДК 351.712

О.В. Клюева, Г.С. Вараксин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАДАСТРОВЫХ ИНЖЕНЕРОВ И ОРГАНА КАДАСТРОВОГО УЧЕТА

В статье рассмотрены наиболее распространенные программные продукты, используемые кадастровыми инженерами для взаимодействия с органом кадастрового учета, соответствующие действующему законодательству Российской Федерации.

***Ключевые слова**: государственный кадастровый учет, государственные услуги, современные средства связи, специальные программные средства, веб-сервисы.*

O.V. Klyueva, G.S. Varaksin

MODERN SOFTWARE USE FOR THE INTERACTION IMPLEMENTATION OF THE CADASTRAL ENGINEERS AND CADASTRAL RECORD BODY

The most widespread software products, used by the cadastral engineers for interaction with the cadastral record body, corresponding to the present legislation of the Russian Federation are considered in the article.

Key words: state cadastral registration, state services, modern communication means, special software, web-services.

В соответствии с приказом Минэкономразвития РФ от 28.12.2009. № 555 «О порядке представления в орган кадастрового учета при постановке на кадастровый учет объекта недвижимости заявления о кадастровом учете и необходимых для кадастрового учета документов в форме электронных документов с использованием сетей связи общего пользования, подтверждения получения органом кадастрового учета указанных заявления и документов, а также засвидетельствования верности электронного образа документа, необходимого для кадастрового учета объекта недвижимости» заявление и необходимые для кадастрового учета документы представляются в орган кадастрового учета в форме электронных документов по выбору заявителя тремя способами:

- посредством отправки через федеральную государственную информационную систему «Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)» или через официальный сайт органа кадастрового учета в сети Интернет по адресу: www.rosreestr.ru;
- посредством отправки электронной почтой в орган кадастрового учета;
- посредством отправки с использованием веб-сервисов в орган кадастрового учета [1].

Что касается способа отправки с использованием веб-сервисов, то веб-служба, веб-сервис – это идентифицируемая веб-адресом программная система. Веб-службы могут взаимодействовать друг с другом и со сторонними приложениями посредством сообщений [2]. В данном случае речь идет о программных продуктах, устанавливаемых на рабочих местах кадастровых инженеров, поддерживающих электронный документооборот с автоматизированной системой государственного кадастра недвижимости, установленной в органе кадастрового учете – Кадастровой палате, а именно электронного отправления документов для осуществления кадастрового учета с возможностью получения выходных документов (кадастровый паспорт, кадастровая выписка, решение об отказе в постановке на кадастровый учет) также в электронном виде в формате xml-документов, утвержденных приказами Росреестра. Данные xml-схемы размещены на официальном сайте Росреестра. Таким образом, являются общедоступными для пользования и формирования необходимых документов.

Веб-сервисы, взаимодействующие с Росреестром, позволяют осуществить подготовку заявлений, межевых или технических планов в xml-формате, а также дополнительных документов (сканированные образы ак-

тов согласования границ в стандартном формате), запросов о предоставлении сведений ГКН и ЕГРП, в утвержденном Росреестром формате в едином программном продукте; подписание всех электронных документов (заявления, межевого плана, всех прилагаемых документов) электронно-цифровой подписью; отправка пакета документов в адрес Росреестра, получение уведомления о решении Росреестра и при необходимости электронного документа (кадастровой выписки, кадастрового плана территории, кадастрового паспорта).

Один из ведущих разработчиков программного обеспечения в сфере обмена электронными юридически значимыми документами через Интернет, главным образом в сфере взаимодействия государственных органов и хозяйствующих субъектов, – это компания ООО «ТехноКад». На территории Российской Федерации большое количество кадастровых инженеров используют систему «ТехноКад-Экспресс» – комплекс услуг по взаимодействию с органами кадастрового учета и регистрации прав с использованием электронных документов и сетей связи общего пользования, которая обеспечивает безопасную и гарантированную доставку электронных документов в Росреестр с использованием веб-сервисов, позволяющим взаимодействовать программным средствам в автоматическом режиме (рис.) [3].

Схема предоставления электронных услуг

На сегодняшний день на территории Российской Федерации более 9 тыс. пользователей, из них:

- кадастровых инженеров более 7 тыс.;
- сотрудников ОТИ около 1000;
- органов местного самоуправления около 400 [4].

На территории Красноярского края более 100 юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, работающих в сфере кадастрового учета, используют веб-сервис «ТехноКад-Экспресс», таким образом, осуществляя электронное взаимодействие с ФГБУ Кадастровая палата Красноярского края.

Также распространен программный продукт, позволяющий формировать землеустроительную документацию, выполнять загрузку координат из текстовых файлов различных форматов, обрабатывать данные от GPS-приемников – это «АРМ кадастрового инженера» (автоматизированное рабочее место кадастрового инженера). Вместе с программным обеспечением поставляется более 125 видов шаблонов землеустроительных документов. Отчеты могут формироваться в форматах Microsoft Office или OpenOffice. Поддерживается электронный документооборот с автоматизированной системой государственного кадастра недвижимости, загрузка XML-схемы кадастровой выписки об объекте недвижимости и выгрузка XML-схемы межевого плана. Поддерживается электронный документооборот с автоматизированной системой государственного кадастра недвижимости, загрузка XML-схемы кадастровой выписки об объекте недвижимости и выгрузка XML-схемы межевого плана [5].

При сравнении двух указанных программных продуктов имеются общие текущие проблемы взаимодействия с Росреестром, например, повышение надежности работы сервисов портала по приему и обработке массовых запросов со стороны заявителей, разработка общих правила (инструкции) по работе с заявлениями о кадастровом учете, полученными в форме электронных документов с портала Росреестра.

Имеются также различия в реализованных сервисах. В связи с тем, что с 1 января 2013 года информационное взаимодействие органов кадастрового учета (Росреестра) с органами государственной власти и органами местного самоуправления осуществляется только в электронном виде в XML-формате (Постановление Правительства РФ от 18.08.2008 г. № 618 «Об информационном взаимодействии при ведении государственного кадастра недвижимости», Приказ Росреестра от 08.02.2012 г. № П/54 «Об установленных требованиях к XML-схемам, используемых для формирования документов, представляемых в порядке информационного взаимодействия в орган кадастрового учета»), то в программе «ТехноКад-Экспресс» на текущий момент предполагается обслуживание сервисов по информационному взаимодействию органов кадастрового учета и органов местного самоуправления в электронном безбумажном виде. Для органов местного самоуправления имеется возможность вносить в ГКН сведения об установлении или изменении границ населенных пунктов, муниципальных образований и территориальных зон (карто-планы) [4].

Применение современных программных средств дает гражданам ряд преимуществ, в числе которых:

- отсутствие необходимости посещений территориального офиса Росреестра, а также предоставления документов на бумажном носителе для проведения кадастрового учета;
- возможность отправки запроса и получения сведений кадастра в электронном виде;
- сокращение стоимости оплаты за услуги, выполненные Росреестром (по запросам сведений ГКН и ЕГРП в электронном виде).

Литература

1. Приказ Минэкономразвития РФ от 28.12.2009 г. № 555 «О порядке представления в орган кадастрового учета при постановке на кадастровый учет объекта недвижимости заявления о кадастровом учете и необходимых для кадастрового учета документов в форме электронных документов с использованием сетей связи общего пользования, подтверждения получения органом кадастрового учета указанных заявления и документов, а также засвидетельствования верности электронного образа документа, необходимого для кадастрового учета объекта недвижимости»: зарегистрирован в Минюсте РФ 01.02.2010. № 16180. – М., 2010.
2. Свободная Энциклопедия «Википедия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ru.wikipedia.org.
3. Технокад-Экспресс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rosreestr.pro.
4. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии Росреестр, раздел Новости электронных услуг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosreestr.ru.
5. Геоинформационные технологии КБ Панорама [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gisinfo.ru/products/pansurvey.html.

УДК 626.74:626.142.2

Г.Л. Козинов, А.Г. Данилов, В.Г. Миргунова,
Г.И. Старостин, И.М. Еналеева-Бандура

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ВАЛКИ ДЕРЕВЬЕВ МАШИНАМИ, СНАБЖЕННЫМИ ГИБКИМИ ПИЛЬНЫМИ ЦЕПЯМИ

В статье рассмотрен вопрос о падении дерева при валке его гибкими пильными цепями (ГПЦ) в многомерном пространстве. Доказывается, что падающее дерево совершает падение не в плоскости, а делает более сложное движение в пространстве с некоторым вращением и отклонением фактической плоскости падения от геометрической. Процесс падения дерева при пилении ГПЦ сводится к задаче о движении абсолютно твердого тела, имеющего неподвижную точку в варианте Лагранжа-Пуассона. В этом случае составлены шесть уравнений, при решении которых определены время падения дерева и угол отклонения фактической плоскости падения от геометрической.

***Ключевые слова**: падение дерева при валке, гибкие пильные цепи, многомерное пространство, фактическая и геометрическая плоскость падения.*

G.L. Kozinov, A.G. Danilov, V.G. Mirgunova,
G.I. Starostin, I.M. Yenaleeva-Bandura

THEORETICAL FUNDAMENTALS OF THE TREE FELLING BY MACHINES EQUIPPED WITH FLEXIBLE SAW CHAINS

The issue of the tree falling in the process of its felling by flexible saw chains (FSC) in the multidimensional space is considered in the article. It is proved that the falling tree makes the fall not in the plane, but performs a more difficult movement with some rotation and deviation of the actual falling plane from the geometrical. The process of the tree fall in sawing by FSC is reduced to the problem of the absolutely rigid body motion having the fixed point in Lagrange-Poisson variant. Six equations are made in this case, at the solution of which the tree fall time and the deviation angle of the actual falling plane from the geometric are determined.

Key words: tree fall at felling, flexible saw chains, multi-dimensional space, actual and geometric falling plane.

Введение. Процесс валки дерева гибкими пильными цепями (ГПЦ) отличается от традиционных способов спиливания растущего дерева тем, что для ГПЦ нет необходимости в применении дополнительных и дорогостоящих валочных приспособлений, каковыми являются гидроклин, гидродомкрат, валочный рычаг, манипулятор.

В литературе рассмотрен вопрос падения дерева. Авторы [1–5] считают все части дерева абсолютно жесткими, поэтому допускают, что оно имеет всего одну степень свободы и падает в одной плоскости. В некоторых случаях подобное допущение возможно, однако в большинстве вариантов падающее дерево совершает более сложное движение в пространстве с некоторым вращением и отклонением фактической плоскости падения от геометрической. Особенно ярко это выражено при валке леса ГПЦ.

Для прямостоящих деревьев причиной падения является выход проекции центра тяжести за контур пня вследствие наклона ствола при изгибе недопила.

Рассмотрим расчетную схему положения ствола на пне в момент разрушения недопила (рис. 1).

Принимаем:

1. Расстояние BB^1 равно диаметру резца. При этом не учитываем отрезок B^1B^{11}. Такое предположение допустимо и идет в запас устойчивости ствола.

2. Точки O и O^1 лежат на одной вертикали (реально точка O^1 находится правее за счет общего смещения ствола вправо из-за изгиба недопила). То есть смещением центра тяжести за счет изгиба недопила пренебрегаем, что также идет в запас устойчивости ствола.

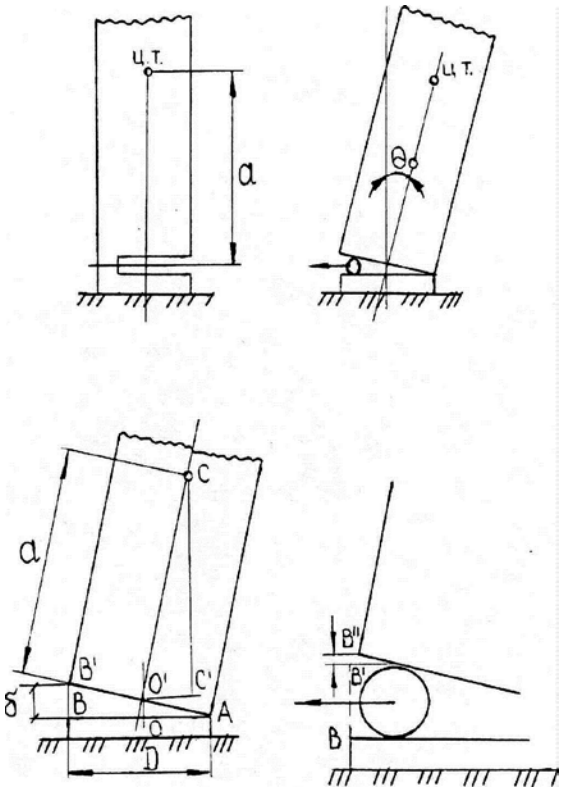


Рис. 1. Расчетная схема положения ствола на пне в момент разрушения недопила

Из подобия треугольников ABB^1 и CC^1O^1 следует $\angle A = \angle C = \Theta_0$. Поскольку угол BAB^1 мал, то $tg\angle A = Sin\angle C$.

Из рисунка 1 видно, что $BB^1/AB = tg\angle A$, $O^1O^1/O^1C = Sin\angle C$, или

$$\delta/D = tg\angle A,\ O^1C^1 = aSin\angle C. \qquad (1)$$

Из (1) получаем $$O^1C^1 = a\delta/D. \qquad (2)$$

Критерий начала падения дерева имеет вид: $O^1C^1 > OA = D/2$.

Учитывая (2), находим значение высоты, при которой дерево будет опрокидываться только от наклона, вызванного выходом ГПЦ из пропила.

$$a \geq a_{кр},\ где\ a_{кр} = D^2/2\delta. \qquad (3)$$

Рассмотрим процесс падения дерева в многомерном пространстве при валке его гибкими пильными цепями.

Система отсчета. Введем неподвижную систему отсчета $O\xi\eta\zeta$, выбрав начало в точке O, точке контакта ствола с пнем при падении. Направим ось $O\eta$ по направлению надвигания агрегата ГПЦ: ось $O\xi$ вертикально вверх, ось $O\zeta$ так, чтобы тройка осей $O\xi\eta\zeta$ составляла Декартову систему координат (рис. 2).

Свяжем с падающей частью дерева подвижную систему отсчета O_1XYZ с началом в точке O_1 пересечения оси дерева с плоскостью пропила. Далее пренебрегаем расстоянием между точками O и O_1 и приближенно считаем, что ось падающего дерева все время проходит через точку контакта О.

Тогда принимаем, что до начала пиления оси $O\zeta\eta\xi$ и $OXYZ$ соответственно совпадают, а при наклоне ствола за счет изгиба недопила и при его падении положение системы отсчета $OXYZ$, жестко связанной с деревом, определяется относительно неподвижных осей $O\zeta\eta\xi$ с помощью углов Эйлера: Ψ – угла прецессии; φ – угла собственного вращения; Θ – угла нутации.

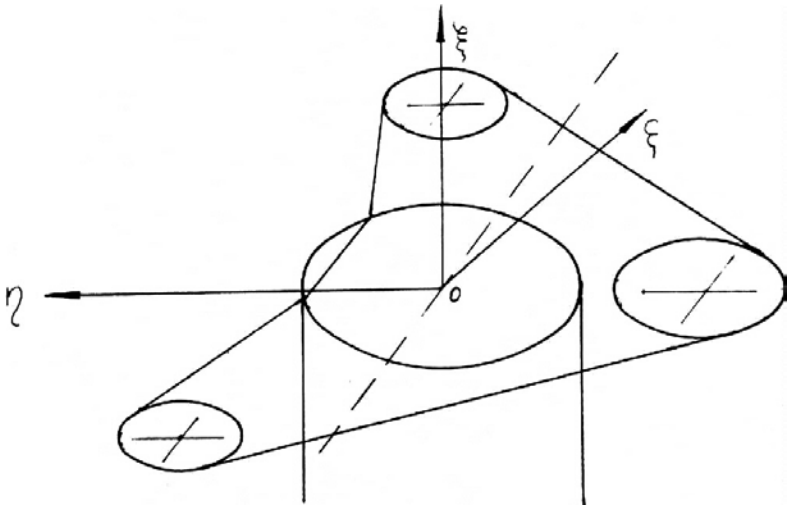


Рис. 2. Система координат в момент начала падения дерева

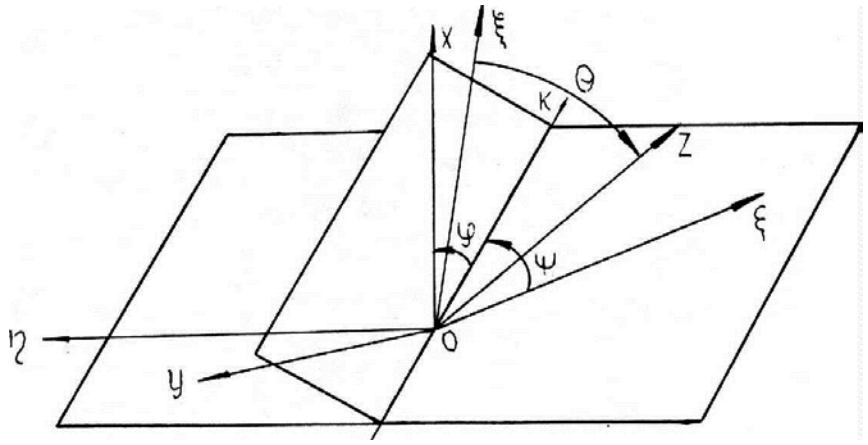


Рис. 3. Взаимодействие системы координат с прямостоящим деревом и деревом при падении

На рисунке 3 показана двойная система координат: первая связана с деревом в момент начала его падения, вторая отслеживает падение дерева, то есть постоянно связана с падающим деревом.

Линия *OK* – параллельная линии пропила, она является осью нутации, вокруг нее поворачивается ось *OZ* на угол Θ ; $O\xi$ – ось собственного вращения, вокруг которой поворачивается дерево на угол φ; $O\zeta$ – ось прецессии, вокруг нее поворачивается на угол ψ вертикальная плоскость, в которой падает ось дерева, то есть плоскость, проходящая через оси $O\xi$ и *OZ*.

Исходные предположения:

1. Дерево является осесимметричным абсолютно жестким телом.

2. При падении дерево имеет с пнем единственную и неподвижную точку контакта, положение которой со временем не изменяется.

3. Ось симметрии дерева проходит через точку контакта, положение которой в пределах области среза пня безразлично по отношению к системе отсчета.

4. Процесс падения начинается в момент разрушения недопила, при этом ось дерева имеет наклон Θ_0, скорость Θ'_0, обусловленную скоростью изгиба недопила, и скорость прецессии Ψ'_0, вызванную действием ГПЦ на ствол в момент разрушения недопила.

5. На дерево действуют только сила тяжести *gm* и силы реакции со стороны пня в точке опоры. Отсутствуют валочные устройства и приспособления, а следовательно, их усилия.

Основные уравнения, постановка задачи. При сделанных предположениях задача о процессе падения дерева при пилении ГПЦ сводится к задаче о движении абсолютно твердого тела, имеющего неподвижную точку в варианте Лагранжа-Пуассона.

В этом случае имеем шесть уравнений относительно шести функций ψ, φ, θ, ρ , q , r.

$$Adp/dt+(B-A)qr = gm\ \alpha \sin\theta\sin\varphi$$
$$Adq/dt+(A-B)rp = -gm\ \alpha \sin\theta\cos\varphi \qquad (4)$$
$$Bdr/dt = 0,$$

где α – расстояние от оси пиления до центра тяжести дерева;

$p = \psi \sin\theta\sin\varphi+\theta\cos\varphi$, $q = \psi \sin\theta\cos\varphi - \theta\sin\varphi$, $r = \varphi + \psi \cos\theta$,

и начальные условия: $\psi_\theta = \psi_o$, $\psi'_o = \psi'_o$, $\varphi_\theta = 0$, $\varphi'_o = 0$, (5)

$$\theta_o = \theta_o, \qquad \theta'_o = \theta'_o \quad ,$$

где A, B – моменты инерции дерева относительно осей OX и OZ соответственно.

Решение поставленной задачи. Из системы (4) находим три первых интеграла:

$$\begin{cases} A(p^2+q^2) = -2gm_\partial \alpha \cos\theta+C_1 \\ A(p\sin\varphi+q\cos\varphi)\sin\theta+Br\cos\theta = C_2 \\ r=C_3, \end{cases} \qquad (6)$$

где C_1, C_2, C_3 – произвольные постоянные.

Подставив в (6) выражения для p,q,r, из (4) получим систему относительно углов ψ,φ,θ.

$$\begin{cases} A(\psi'^2\sin^2\theta+\theta'^2)+2gm_\partial \alpha\cos\theta=C_1 \\ A\psi'\sin^2\theta+BC_3\cos\theta=C_2 \\ \psi'\cos\theta+\varphi'=C_3 . \end{cases} \qquad (7)$$

Подставив ψ' из второго уравнения (7) в первое, получим уравнение относительно θ:

$$\theta'^2=((C_1-2m_\partial g\alpha\cos\theta)/A)-((C_2-BC_3\cos\theta)^2/A^2\sin^2\theta . \qquad (8)$$

Поскольку из (7) и (5) имеем:

$$C_1=(A\psi_0'^2\sin^2\theta_0+\theta_0'^2)+2gm_\partial\alpha\cos\theta_0,$$
$$C_2=A\psi'_0\sin^2\theta_0+B\psi'_0\cos^2\theta_0, \qquad (9)$$
$$C_3=\psi'_0\cos\theta_0 ,$$

то уравнения (5) – (8) можно записать в виде $\theta=f_{1(\theta)}$,

где

$$f_{1(\theta)}=\sqrt{\psi_0'^2\sin^2\theta_0+\theta_0'^2+(2gm_\partial\alpha/A(\cos\theta_0-\cos\theta)-} \qquad (10)$$
$$-1/\sin^2\theta[\psi'_0\sin^2\theta_0+B/A\psi'_0\cos\theta_0(\cos\theta_0-\cos\theta)]^2.$$

Разделяя в (10) переменные, получим:

$$d\theta/f_{1(\theta)}=dt ,$$

и поскольку $t(\theta_0)=0$, находим

$$t = \int_{\theta_0}^{\theta} \frac{d\theta}{f_{1(\theta)}} . \qquad (11)$$

Второе и третье уравнения системы (7), учитывая (9), запишем в виде:

$$\psi'=f_{2(\theta)}, \qquad f_{2(\theta)}=C_2-BC_3\cos\theta/A\sin^2\theta,$$

где

$$\varphi'=f_{3(\theta)}, \qquad f_{3(\theta)}=C_3-f_{2(\theta)}\cos\theta,$$

или в развернутом виде:

$$f_{2(\theta)}=[\sin^2\theta_0+B/A\cos\theta_0(\cos\theta_0-\cos\theta)]\,\psi'_0/\sin^2\theta$$
$$f_{3(\theta)}=\psi'_0\cos\theta_0-[\sin^2\theta_0+B/A\cos\theta_0(\cos\theta_0-\cos\theta)] \qquad (12)$$
$$\psi'_0\cos\theta/\sin^2\theta=\psi'_0\cos\theta_0-f_{2(\theta)}\cos\theta.$$

Поскольку
$$\psi'=d\psi/dt=d\psi/d\theta*d\theta/dt=d\psi/d\theta*\theta',$$
$$\varphi'=d\varphi/dt=d\varphi/d\theta*d\theta/dt=d\varphi/d\theta*\theta,$$

то, учитывая (7), запишем уравнения (9) в виде

$$d\psi/d\theta=f_{2(\theta)}/f_{1(\theta)},\quad d\varphi/d\theta=f_{3(\theta)}/f_{1(\theta)}. \qquad (13)$$

Отсюда, разделяя переменные и используя начальные условия (3) $\psi_{(\theta)}=\psi_{(0)}-\psi_0$, $\varphi_{(\theta 0)}=\varphi_{(0)}=0$, находим

$$\psi_{(\theta)}=\psi_{(0)}+\int_{\theta_0}^{\theta}\frac{f_{3(\theta)}}{f_{1(\theta)}}d\theta,$$

$$\varphi_{(\theta)}=\int_{\theta_0}^{\theta}\frac{f_{3(\theta)}}{f_{1(\theta)}}d\theta, \qquad (14)$$

формулы (11), (14) решают поставленную задачу.

Анализ решения. Из решения выражений (11) и (14) при $\Theta=\pi/2$, когда дерево легло на грунт, находим время падения дерева:

$$t_{\text{п}}=\int_{\theta_0}^{\pi/2}\frac{d\theta}{f_{1(\theta)}}, \qquad (15)$$

а из первого выражения формулы (11) находим угол отклонения ствола от направления надвигания:

$$\psi_0=\psi_{\pi/2}=\psi_0+\int_{\theta_0}^{\pi/2}\frac{f_{2(\theta)}}{f_{1(\theta)}}d\theta. \qquad (16)$$

На рисунке 4 представлена схема расположения упавшего дерева.

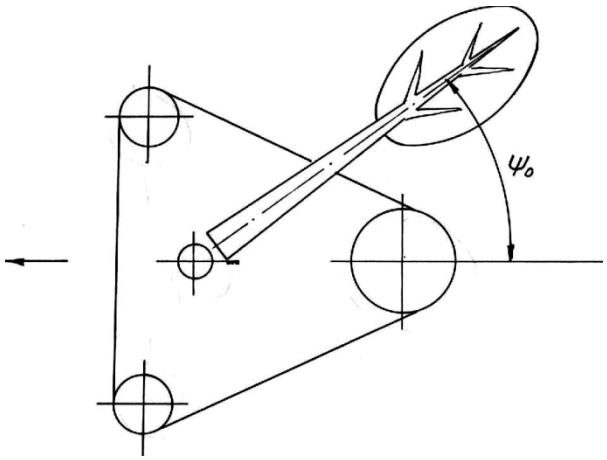


Рис. 4. Схема расположения упавшего дерева относительно ГПЦ

Пример определения времени падения дерева на грунт (*tn*) и угла отклонения фактической плоскости падения от геометрической (ψ_0). Воспользуемся формулами (15) и (16) для вычисления конкретных величин – времени падения дерева на грунт и угла отклонения фактической плоскости падения от геометрической. Для этого зададимся конкретными данными.

Исходные данные. Высота дерева h = 25 м. Диаметр дерева в месте среза D = 0,6 м. Расстояние от места среза до центра тяжести дерева *a* = 0,38h = 9,5 м. Диаметр кольцевых резцов ГПЦ – Dл = 0,03 м. Масса дерева m = 3500 кг. Момент инерции дерева A = 0,21mJ^2 = 4,594 x 10^5 кГ/м^2. Момент инерции дерева относительно оси вращения B = 200000 кГ/м^2. G = 9,81м/с^2. I = 0…n = 0 – 10 – количество точек для вычисления характера кривой. При этих данных характер кривых представлен на рис. 5–6.

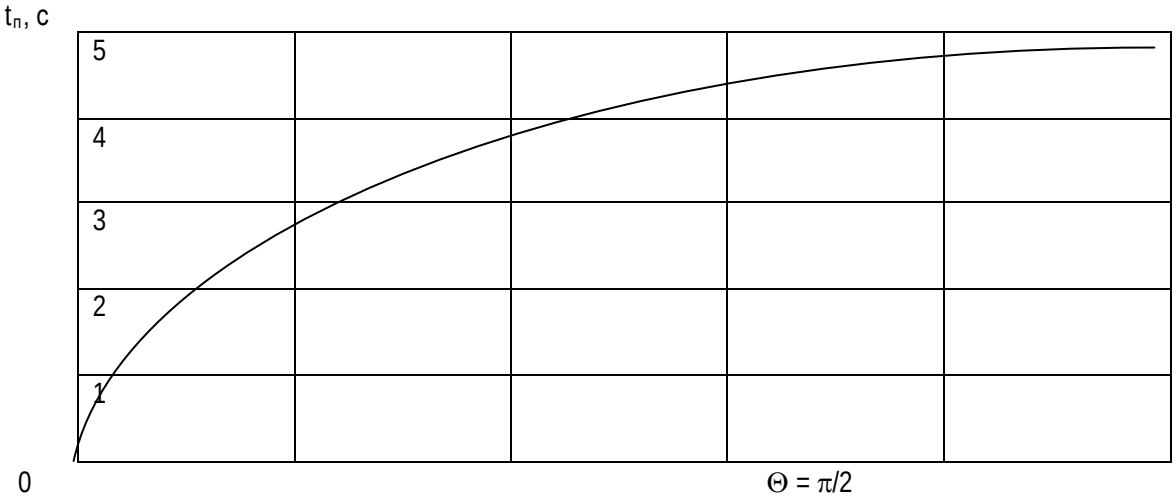


Рис. 5. Кривая времени падения дерева на грунт

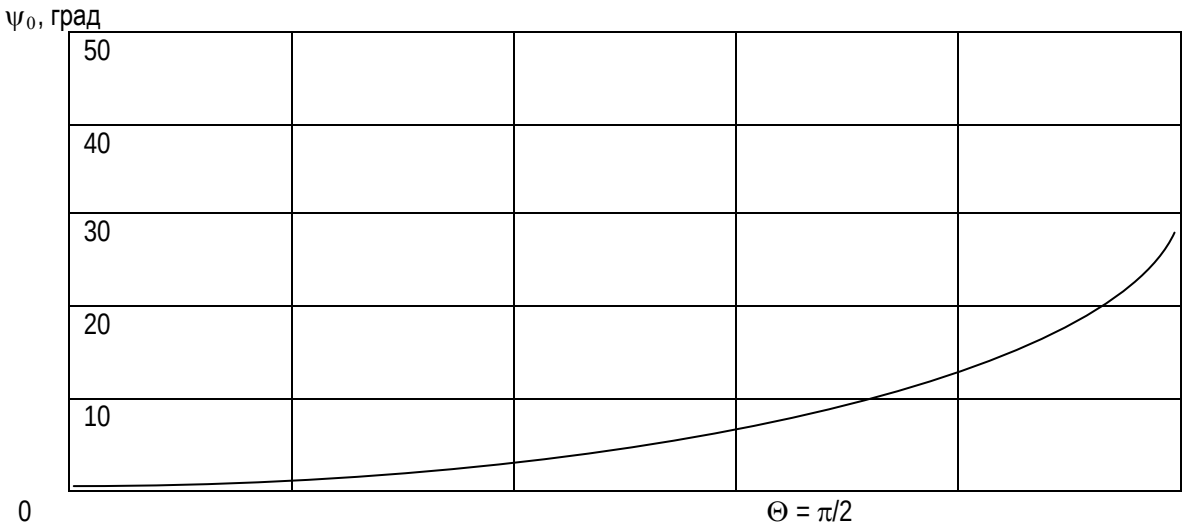


Рис. 6. Кривая угла отклонения фактической плоскости падения от геометрической

Выводы

1. Процесс валки дерева ГПЦ отличается от традиционных способов спиливания растущего дерева тем, что падающее дерево совершает более сложное движение в пространстве с некоторым вращением и отклонением фактической плоскости падения от геометрической.

2. Процесс падения дерева в многомерном пространстве можно описать с помощью уравнений Лагранжа-Пуассона.

3. Найдены выражения для определения времени падения дерева на грунт и угла отклонения ствола от направления надвигания.

Литература

1. *Полищук А.П.* Валка леса. – М.: Лесн. пром-сть,1972. – 175 с.
2. *Федяев Л.Г.* Исследование механизированного пропила и повала деревьев: дис. … канд. техн. наук. – Л.: ЛТА, 1958. – 219 с.
3. *Савицкий Ю.Г.* К вопросу исследований устойчивости деревьев при валке // Тр. ЦНИИМЭ. – Химки, 1961. – Вып. 28. – С. 59–33.
4. *Фурин А.И.* Исследование процесса направленного сталкивания деревьев ударно-импульсным способом при срезании их на проход: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Л.: ЛТА, 1978. – 19 с.
5. *Матвейко А.П.* Технология и машины лесосечных и лесовосстановительных работ. – Минск: Выш. шк., 1975. – 519 с.

УДК 674.03:621.034

Г.Д. Гаспарян

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОКОРКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

В статье рассматриваются основные принципы окорки лесоматериалов ультразвуком в водной среде. Процесс представлен принципами математического описания элементов технических систем и физических явлений ультразвуковой окорки.

***Ключевые слова**: ультразвуковая окорка, технологические комплексы, кора, окорка лесоматериалов.*

G.D. Gasparyan

ULTRASONIC TIMBER BARKING PROCESS SIMULATION

The basic principles of the timber barking by ultrasound in the aquatic environment are considered in the article. The process is presented by the mathematical description principles of the technical system elements and the ultrasonic barking physical phenomena.

Key words: ultrasonic barking, technological complexes, bark, timber barking.

Введение. Для оценки эффективности ультразвуковой окорки лесоматериалов и разработки системной программы интродукции процесса и трансфера технологии в работе рассматривается комплекс вопросов по принципу дифференцирования технологического процесса и поэтапной разработке моделей, основанных на математических, физических и концептуальных принципах.

Цель исследований. Разработать комплексную модель технических систем и процессов окорки лесоматериалов ультразвуком.

Задачи исследований. Для разработки комплексной модели необходимо:

– разработать структурную схему комплексной модели технических систем и технологии окорки лесоматериалов ультразвуком;

– разработать математическую модель технических систем, предназначенных для окорки лесоматериалов ультразвуком в водной среде.

Методика и результаты исследований. Комплексная модель технических систем и технологии окорки лесоматериалов ультразвуком разрабатывается по трём основным направлениям (рис. 1) [1]:

– математическое моделирование технических систем;

– математическое моделирование процессов, протекающих при ультразвуковой окорке лесоматериалов;

– концептуальное моделирование технолого-экологических аспектов ультразвуковой окорки лесоматериалов.

Основываясь на структуре комплексного моделирования окорки лесоматериалов ультразвуком, разработку модели можно ориентировать по принципу технического дифференцирования, позволяющего исследовать параметры отдельно каждого элемента технической системы. В связи с этим ниже представлены математические модели ультразвукового генератора и колебательной системы.

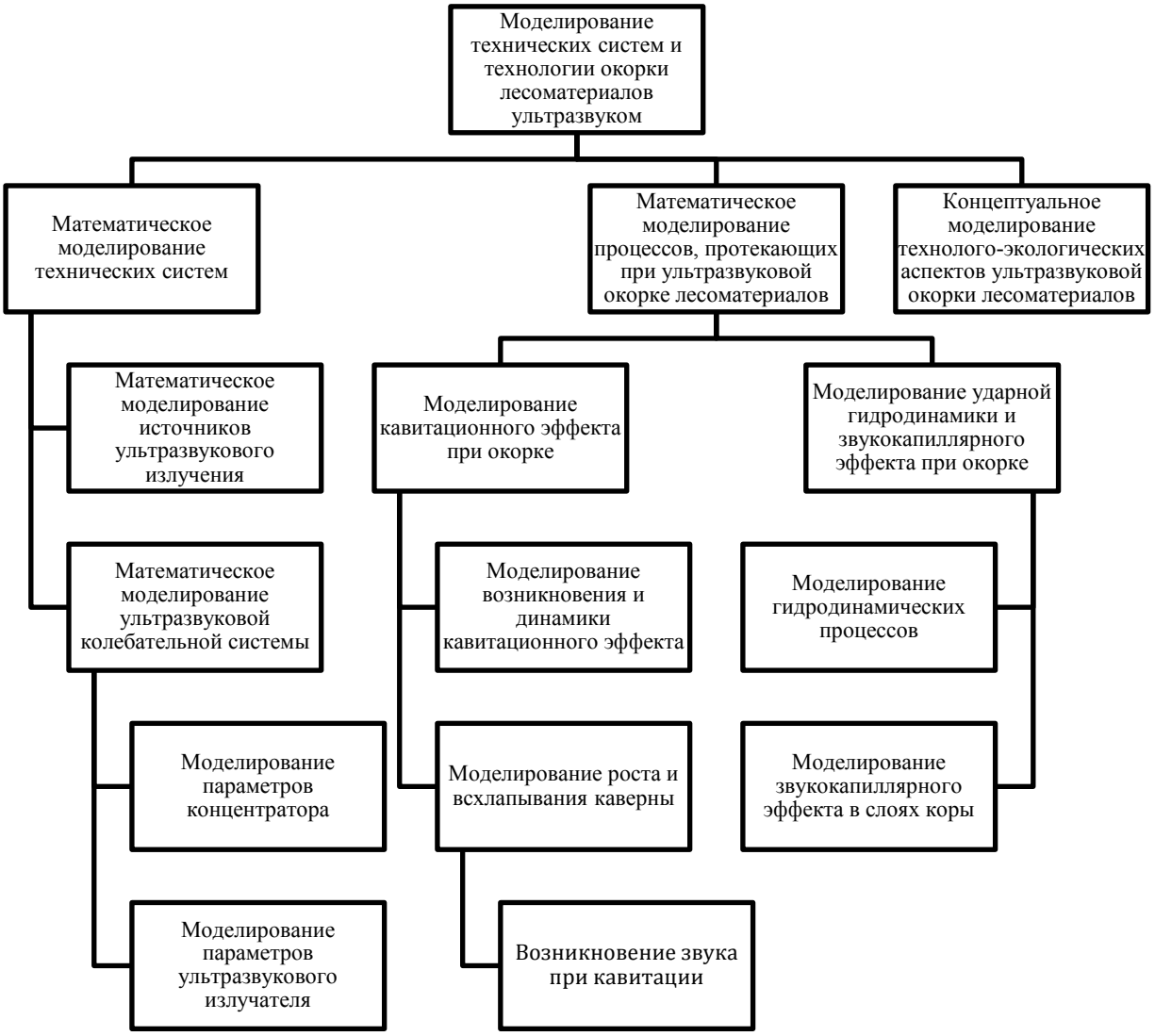


Рис. 1. Структура комплексной модели технических систем и технологии окорки лесоматериалов ультразвуком

При рассмотрении колебаний упругих тел будем полагать, что материал тела однороден, изотропен и подчиняется закону Гука.

При выводе уравнения движения будем основываться на гипотезе плоских сечений. Кроме того, будем игнорировать силы инерции, связанные с поперечными движениями частиц стержня при его растяжении – сжатии. Тогда положение каждого поперечного сечения в процессе движения полностью характеризуется его продольным смещением U.

Рассмотрим элемент стержня, ограниченный двумя поперечными сечениями (рис. 2) [1]. Обозначим:

N – поперечная сила в сечении, Н;

dJ – сила инерции, кг·м/с^2;

F(Z) – площадь поперечного сечения, м^2;
U(Z) – смещение данного поперечного сечения вдоль оси бруса *Z*, мм;
E – модуль упругости материала стержня (модуль Юнга), Н/м;
ρ – плотность материала стержня, кг/м^3;
ω – круговая частота, рад/с;

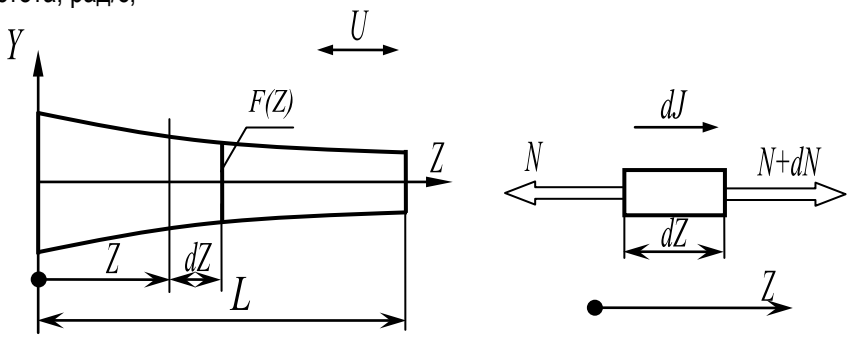


Рис. 2. Элемент стержня, ограниченный двумя поперечными сечениями

Сила инерции выражается следующим образом [1, 2]:

$$dJ = -\rho F(Z)\frac{d^2U}{dt^2}dZ \quad (1)$$

При стационарных колебаниях с круговой частотой ω:

$$dJ = \omega^2 \cdot \rho \cdot F(Z) \cdot U(Z)dZ \quad (1a)$$

Сравнение системы дифференциальных уравнений, описывающих продольные колебания записывается в соответствии с законом Гука.

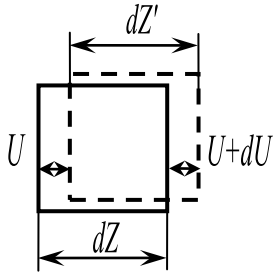


Рис. 3. Левое сечение элемента

Левое сечение элемента смещается вдоль оси *Z* на *U*, правое – на величину *U+dU* (рис. 3). Таким образом, абсолютное удлинение элемента равно:

$$\Delta L = U + \frac{\partial U}{\partial Z}dZ - U = \frac{\partial U}{\partial Z}dZ,$$

а относительное

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{dZ} = \frac{\partial U}{\partial Z} \quad (2)$$

Усилие, возникающее в сечении, связано с относительным удлинением законом Гука для одноосного напряжённого состояния:

$$N = EF(Z)\varepsilon = EF(Z)\frac{\partial U}{\partial Z} \quad (3)$$

Окончательно система дифференциальных уравнений, описывающая свободные продольные колебания стержней переменного сечения, запишется в виде:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial U}{\partial Z} = \dfrac{1}{EF(Z)} N(Z) \\ \dfrac{\partial N}{\partial Z} = -\omega^2 \rho \cdot F(Z) U(Z) \end{cases}. \qquad (4)$$

Волновое уравнение продольных колебаний такого стержня имеет вид:

$$\begin{cases} \dfrac{dU_1}{dZ} = \left[EF(Z) \cdot \left(1 + \dfrac{\psi_0^{\,2}}{4\pi^2} \right) \right]^{-1} \cdot \left(N_1 + \dfrac{\psi_0}{2\pi\omega} N_1 \right) \\ \dfrac{dU_2}{dZ} = \left[EF(Z) \cdot \left(1 + \dfrac{\psi_0^{\,2}}{4\pi^2} \right) \right]^{-1} \cdot \left(N_2 - \dfrac{\psi_0}{2\pi\omega} N_1 \right). \\ \dfrac{dN_1}{dZ} = -\omega^2 \rho F(Z) U_1 \\ \dfrac{dN_2}{dZ} = -\omega^2 \rho F(Z) U_2 \end{cases} \qquad (5)$$

На основании данной системы уравнений можно определить рациональные параметры концентратора и разработать элементы установки для окорки лесоматериалов ультразвуком [2].

На основе предложенной модели кавитирующей среды разработана методика расчета предельных параметров электронных генераторов ультразвуковых технологических аппаратов, таких, как запас мощности и диапазон изменения частоты, для работы с жидкими средами при условии реализации в них режима развитой кавитации.

Для оптимизации параметров ультразвуковой окорки круглых лесоматериалов возникает необходимость разработки математической модели различных процессов, происходящих при реализации технологии. Ультразвуковая окорка является сложной системой процессов, происходящих при воздействии ультразвуковых волн на различные участки слоёв коры и среды окаривания.

При исследовании показателей ультразвука основным принципом физического влияния на элементы коры является процесс возникновения кавитационного эффекта, позволяющего синтезировать различные процессы для отрыва коры от древесины. Учитывая это, разработаны математические модели возникновения кавитационного эффекта при ультразвуковой окорке, возникновении гидродинамических процессов, влияющих на физический отрыв коры от древесины.

Одним из факторов эффективной ультразвуковой окорки лесоматериалов являются показатели кавитационного эффекта, возникающего в области действия ультразвука. В связи с этим необходимо разработать комплексную модель возникновения кавитационного эффекта с параметрированием показателей возникающей при этом энергии [4,5].

Кавитационный эффект, возникающий в зоне разрушения элементов и слоёв коры, можно условно дифференцировать на два этапа: возникновение и динамика; рост и схлопывание кавитационного пузырька. Так как процесс ультразвуковой окорки происходит в водной среде, то при возникновении и динамике каверны формируются гидродинамические течения, а при схлопывании выделяется энергия, разрушающая слои коры.

Исследования акустической кавитации позволяют получать наиболее адекватные результаты по воспроизводимости условий эксперимента, а также дают возможность проведения измерений физических параметров в кавитационной области. Заметим, что близкие по природе физико-химические эффекты имеют место и при целом ряде воздействий другой физической природы, таких, как лазерная кавитация, гидродинамическая кавитация, электрогидравлический взрыв, ударное механическое воздействие на взвесь пузырьков в жидкости и т.п. Тем не менее устоявшаяся акустическая терминология широко используется и в настоящее время, поэтому мы также будем пользоваться этими общепринятыми терминами.

Энергия запасается при расширении пузырька от равновесного радиуса R до максимального радиуса R_{max} под воздействием растягивающих сил, возникающих в жидкости в фазе разрежения акустической волны. Величину запасенной энергии можно оценить как $W = \Delta V \cdot P_0$, где ΔV – изменение объёма пузырька при уменьшении его радиуса с R_{max} до R_{min}, P_0 – давление в окружающей жидкости, которое при акустической кавитации можно принять равным статическому давлению. Если принять условие $R_{max} >> R_{min}$, что обычно имеет место при кавитации, то для энергии получим

$$W = \frac{3}{4}\pi R_{\max}^3 \cdot P_0 . \tag{6}$$

Явление кумуляции энергии кавитационным пузырьком на качественном уровне легко объяснимо. Эффект заключается в том, что первоначально запасенная энергия преобразуется вначале в кинетическую энергию жидкости, сферически-симметричное движение которой по направлению к центру пузырька обуславливает бесконечное (для вакуумного пузырька) увеличение скорости сжатия, что выражается в появлении сингулярностей в решениях гидродинамических уравнений.

Впервые математическое описание процесса сжатия кавитационного пузырька получил Рэлей [3]. Он исследовал динамику пустого (вакуумного) пузырька, причем его модель учитывала только инерциальные силы и пренебрегала вязкостью, поверхностным натяжением жидкости и давлением парогазовой смеси внутри пузырька и имела вид:

$$R\ddot{R} + \frac{3}{2}\dot{R}^2 = -\frac{P_0}{\rho} . \tag{7}$$

При начальных условиях:

$$R(t) = R_0 ;\ \dot{R}(t) = \dot{R}_0 ,$$

где $R(t)$ – текущий радиус пузырька, а точки обозначают производные по времени t; P_0 – статическое давление в жидкости; ρ – плотность жидкости.

Учет давления газа в пузырьке и изменяющегося давления в жидкости, а также вязкости и поверхностного натяжения, позволяет получить более универсальное уравнение динамики кавитационного пузырька, называемое уравнением Рэлея-Плессета::

$$R\ddot{R} + \frac{3}{2}\dot{R}^2 = \frac{1}{\rho}\left(P_g - P_0 - P(t) - \frac{2\sigma}{R} - \frac{4\mu\dot{R}}{R} \right) = 0 , \tag{8}$$

где P_g – давление газовой смеси в пузырьке, Па; $P(t)$ – внешнее переменное давление, Па; μ – коэффициент вязкости жидкости; σ – коэффициент поверхностного натяжения жидкости.

Уравнение Рэлея-Плессета хорошо описывает динамику пульсаций газового пузырька в процессе его расширения и большей части фазы сжатия.

Критерием перехода от сжатия с бесконечно возрастающей скоростью к сжатию за бесконечное время служит число Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{R_0}{\mu}\sqrt{\frac{P_0}{\rho}} . \tag{9}$$

При Re > Re* (малая вязкость), где Re* – некоторое критическое число, скорость границы полости $\dot{R}$ неограниченно возрастает при $R \to 0$ по такому же закону, как и в задаче Рэлея; $\dot{R} \sim R^{-3/2}$, но с меньшим значением коэффициента пропорциональности (часть энергии превращается в тепло за счет диссипации). При Re < Re* (большая вязкость) вязкость сильно препятствует ускорению жидкости, захлопывание пузырька происходит медленно, за бесконечное время. Кумуляция энергии, характерная для задачи Рэлея, отсутст-

вует. В промежуточном случае при Re = Re* пузырек захлопывается за конечное время; скорость $\dot{R}$ при $R \to 0$ неограниченно растет, но слабее, чем R^{-1}. Численное интегрирование уравнений динамики пузырька дает для критического числа Рейнольдса значение Re* = 8,4. Для данной жидкости, находящейся под данным давлением, т. е. при заданных ρ, μ и P_0, можно говорить критическом радиусе пузырька R*. При $R_0 < R^*$ кумуляция полностью устраняется вязкостью. Реально критический радиус чрезвычайно мал, например, для воды R*≈0,8 мкм. Уравнение (10) более точно описывает динамику кавитационного пузырька с учетом сжимаемости, но только до скоростей движения, сравнимых со скоростью звука в жидкости c_0:

$$R\left(1-\frac{2}{c_0}\dot{R}\right)\ddot{R}+\frac{3}{2}\left(1-\frac{3}{4c_0}\dot{R}\right)\dot{R}^2+$$
$$+\frac{1}{\rho}\left[P_0-P_s-P_m\sin\omega\cdot t+\frac{2\sigma}{R}+\frac{4\mu\dot{R}}{R}-\left(P_0+\frac{2\sigma}{R_0}\right)\left(\frac{R_0}{R}\right)^{3\gamma}\right]+. \qquad (10)$$
$$+\frac{1}{\rho c_0}R\dot{R}\left(1-\frac{1}{c_0}\dot{R}\right)\frac{dP(R)}{dR}=0.$$

На конечной стадии захлопывания пузырька скорость его стенки может превышать c_0. В этом случае применяется уравнение Кирквуда-Бете [5], выведенное с допущением о сферичности волн конечной амплитуды, образующихся при схлопывании полости:

$$R\left(1-\frac{2}{c_0}\dot{R}\right)\ddot{R}+\frac{3}{2}\left(1-\frac{3}{4c_0}\dot{R}\right)\dot{R}^2+$$
$$+R\left(1+\frac{1}{c_0}\dot{R}\right)H-\frac{1}{c_0}\dot{R}\left(1-\frac{1}{c_0}\dot{R}\right)R\frac{dH}{dR}=0, \qquad (11)$$

где

$$H=\int_{P_\infty}^{P(R)}\frac{dP}{\rho}=\frac{n}{n-1}\cdot\frac{A^{\frac{1}{n}}}{\rho}\left\{\left[\left(P_0+\frac{2\sigma}{R_0}\right)\cdot\left(\frac{R_0}{R}\right)^{3\gamma}-\frac{2\sigma}{R}+B\right]^{\frac{n-1}{n}}-\right.$$
$$\left.-\left(P_0-P_m\sin\omega\cdot t+B\right)^{\frac{n-1}{n}}\right\};$$
$$c=\left[c_0^2+(n-1)H\right]^{\frac{1}{2}},$$

где A, B, n – постоянные коэффициенты, значения которых для воды A = 300 МПа, B = 300 МПа, n = 7.

Выводы. Таким образом, на основании разработанной комплексной модели можно определить показатели технических систем, технологий и технологических комплексов окорки лесоматериалов ультразвуком в водной среде. Это позволит разработать комплекс рекомендаций по реализации технологического процесса ультразвуковой окорки лесоматериалов.

Литература

1. *Гаспарян Г.Д.* Разработка и обоснование параметров установки для окорки лесоматериалов ультразвуком: дис. ... канд. техн. наук. – Братск, 2005. – 160 с.

2.
3. *Гаспарян Г.Д.* Теоретические и экспериментальные исследования воздействия ультразвуковых волн на кору лесоматериалов с целью его окорки. – Деп. в ВИНИТИ №1399-В2006. – М., 2006.
4. *Закиров К.Р.* Численное моделирование роста и схлопывания пузырьков в сжимаемой жидкости: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Уфа, 2005. – 105 с.
5. *Brenner M.P., Hilgenfeldt S. and Lohse D.* Single-bubble sonolu- minescence // Rev. Mod. Phys. – 2002. – Vol. 74. – P. 425–483.
6. *Flannigan D.J. and Suslick K.S.* Molecular and atomic emission during single-bubble cavitation in concentrated sulfuric acid Acoustics / /Research Letters Online. – 2005. – Vol. 6. – № 3. – P. 157–161.

УДК 004.9

И.М. Еналеева-Бандура, Г.Л. Козинов, В.Г. Миргунова, А.Г. Данилов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ СТОХАСТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

В статье рассмотрены существующие способы моделирования интегрированных логистических сетей, приведен анализ моделей оптимизации перевозочного процесса, предложен новый способ построения математической модели перевозок с учетом стохастической составляющей, включающей в себя факторы неопределенности внешней среды, оказывающие влияние на деятельность интегрированного предприятия.

***Ключевые слова**: логистическая сеть, моделирование, интеграция, оптимальное планирование, стохастическая составляющая.*

I.M. Yenaleeva-Bandura, G.L. Kozinov, V.G. Mirgunova, A.G. Danilov

THE INTEGRATED LOGISTIC NETWORK MODELING TAKING INTO ACCOUNT THE STOCHASTIC COMPONENT

The existing ways of the integrated logistic network modeling are considered, the analysis of the transportation process optimization models is provided, the new way of the transportation mathematical model development taking into account the stochastic component including factors of the environment uncertainty, having impact on the activity of the integrated enterprise is offered.

Key words: logistic network, modeling, integration, optimum planning, stochastic component.

Введение. Для большинства задач оптимального планирования перевозок, возникающих в современной практике организации грузовых транспортных потоков, актуальны принципы распределения готовой продукции на основе минимизации суммарных транспортных издержек. Речь идет о решении производственных и транспортных задач и их различных модификаций. Решается в основном задача рационального распределения материальных (товарных) потоков между сетью поставщиков и потребителей продукции (например, распределительными складскими центрами и складами потребителей), а также об идентификации торговых зон на основе группировки потребителей и прикрепления их к пунктам производства с минимальными транспортными издержками.

Материалы и методы исследований. Приведем теоретические аспекты наиболее известных в науке способах моделирования интегрированных логистических сетей. Представляют особый интерес модели производственно-транспортной цепи при транзитной форме снабжения и складской (с участием транспортно-грузовых центров), а также постановка задачи максимизации экономического эффекта отправителя.

Требуется с учетом ограничения по ресурсам найти такие комбинации X_1 и X_2, размеры поставок, которые максимизируют целевую функцию. Кроме того, существует модель построения оперативного плана поставки продукции от изготовителя до потребителя, основанная на идеях логистики. Транспортным процессом

доставки управляют с помощью информации о текущих запасах отправителей и получателей грузов и сравнения их с нормативными, а также информации об интенсивности производства и потребления продукции. Интересна возможность выбора приоритетов доставки грузов различным потребителям. С этой целью авторы описываемой методики вводят функцию срочности доставки:

$$W(t) = Q(t)^{*}c/T_{\partial} - t\ , \tag{1}$$

где Q(t) – объем перевозок в момент времени t;

c – средняя цена груза;

$T_д$ – нормативное время доставки;

t – текущее время в границах интервала доставки.

Функция W(t) представляет собой потери вследствие омертвления оборотных средств, отнесенные к 1 ч пребывания груза на складе отправителя. При определении приоритета доставки строятся несколько кривых для различных грузов, которые вследствие неодинаковой скорости изменения пересекаются друг с другом, что соответствует перераспределению приоритетов доставки различных грузов. При постановке и решении описанной задачи идея логистики проявляется в системном подходе, учитывающем ритмы производства, потребления у получателя готовой продукции и работу транспорта [1].

Последнее время предлагается моделировать логистическую сеть посредством динамических задач линейного программирования. Это задачи о рациональном графике использования основных фондов (оборудования), оборотных фондов (сырья), задача об узких местах. Особый интерес вызывают задачи, связанные с разработкой стратегии приобретения и продажи в условиях изменяющегося спроса. Здесь необходимо найти оптимальное соотношение между объемом приобретаемого *(x(t)),* хранимого *(z(t))* и продаваемого продукта *(y(t))* (t=1, ..., T), при котором обеспечивается максимальная прибыль.

$$\sum_{t=1}^{T} = C^{1}(t) * y(t) - C^{2} * x(t) - C^{3} * z(t) \rightarrow max \tag{2}$$

при условиях:

$$\sum_{t=1}^{T}\big(y(t) - x(t) + z(t)\big) = d_0\ ;\ t = 1, \dots, T; \tag{3}$$

$$y(t) \le d_0\ ;\ (t) - z(t-1) \le 0\ ;\ t = 1, \dots, T; \tag{4}$$

$$z(t) \le d\ ,\ \ t = 1, \dots, T\ ; \tag{5}$$

$$x(t) \ge 0\ ,\ \ y(t) \ge 0\ \ , \tag{6}$$

где $C^{(1)}(t)$ – продажная цена единицы продукта в момент времени t;

$C^{(2)}$ (t) – цена единицы продукта, приобретаемого в момент времени t;

$C^{(3)}(t)$ – затраты на хранение единицы продукта в момент времени t;

d – емкость склада;

d_0 – начальный запас некоторого продукта.

Результаты исследований и их обсуждение. Динамическая задача в данной постановке не учитывает сложностей логистической системы товародвижения, таких, как транспортные затраты и задержки при доставке грузов, возможности транзитной формы поставок (минуя склад), выгоду от ускорения движения транспортных потоков и товарной массы. Для этого была разработана динамическая транспортная задача с задержками (ДТЗЗ) в постановке, учитывающая основные принципы логистического подхода и эффективное взаимодействие производителей и потребителей продукции.

Обратная цель приведенной выше задачи – минимизировать функционал F.

$$F = \sum_{t=0}^{T}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}^{mp}(t)X_{ij}(t) + \sum_{=0}^{T}\sum_{j=1}^{n} C_j^{*}(t)U_j(t) + \sum_{t=0}^{T}\sum_{j=1}^{n} C_j^{n}(t)\tau_j(t) + \sum_{t=0}^{T}\sum_{j=0}^{n} C_j^{**}(t)X_{ij}^{**}(t)\Delta t^{**}(t) \rightarrow min \tag{7}$$

при ограничениях:

1) статического баланса объемов производства, перевозок и потребления:

$$\sum_{i=0}^{T_0}\sum_{j=1}^{m}\alpha_i(t) = \sum_{t=0}^{T_0}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} X_{ij}(t) = \sum_{t=0}^{T_0}\sum_{j=1}^{n} B_j(t); \tag{8}$$

2) динамической связи поставщиков и потребителей:

$$X_{ij}^{*}(t) = X_{ij}^{**}\left(t + t_{ij}\right), i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n; t = 0, \dots, T_0; \quad (9)$$

3) динамики запасов потребителей:

$$U_j(t+1) = U_j(t) + \sum_{i=1}^{m} X_{ij}^{**}(t) - B_j(t), j = 1, \dots, n; t = 0, \dots, ; \quad (10)$$

4) полного отправления поставок:

$$\alpha_i(t) = \sum_{j=1}^{n} X_{ij}^{**}(t), \ i = 1, \dots, m; t - 0, \dots, T_0. \quad (11)$$

5) динамического баланса производства и потребления:

$$\sum_{t=1}^{t} \sum_{i=1}^{m} \alpha_i(t) \geq \sum_{t=0}^{t+t_j} \sum_{j=1}^{n} B_j(t), \ t = 0, \dots, T_0. \quad (12)$$

6) естественной неотрицательности грузопотоков и запасов;

$$X_{ij}(t) \geq 0, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n; t = 0, \dots, T_0; \quad (13)$$

$$U_j(t) \geq 0 . j = 1, \dots, n; t = 0, \dots, T_0, \quad (14)$$

где i – пункт производства, i € (1, ..., m) ; j – пункт потребления, j € (1, ...n); $C^{mp}_{ij}(t)$ – удельные затраты на перевозку груза в момент времени t от i-го поставщика j-му потребителю; $X_{ij}(t)$ – объем поставки, вышедший в момент времени от i-го поставщика j-му потребителю; $C^{*}(t)$ – удельные затраты в момент времени t на хранение груза у j-го потребителя; t_{ij} – время движения от i-го поставщика к j-му потребителю; $C^{n}(t)$ – затраты на единичную коррекцию производственной программы у j-го потребителя; $\tau_j(t)$ – коррекция производственной программы у j-го потребителя в момент времени t; $C^{**}_{j}(t)$ – стоимость потерь у j-го потребителя из-за опоздания единицы груза на единицу времени; $X_{ij}(t)$ – объем опаздывающей перевозки; $t^{**}(t)$ – время опоздания поставки от i-го поставщика j-му потребителю к моменту спроса t; $a_i(t)$ – объем производства i-го поставщика в момент времени t; $в_j(t)$ – объем спроса j-го потребителя в момент времени t; $X^{*}_{ij}(t)$ – объем поставки, вышедший в момент времени t от i-го поставщика j-му потребителю; $X^{**}_{ij}(t)$ – объем поставки, прибывшей в момент времени t от i-го поставщика j-му потребителю [3].

Но приведенная модель не учитывает изменение процессов, происходящих в реальных условиях, которые характеризуются непостоянством и неравномерностью, в рассматриваемой модели, значения расчетных параметров являются строго фиксированными, в результате решения получаются строго определенные и постоянные оптимальные значения искомых величин. Если внешние условия изменились или приняли другое значение, можно рассчитать новый вариант плана, либо включить в модель фактор неопределенности, т.е. стохастическую составляющую, и математическая модель эффективной логистической сети принимает вид (15):

$$F = \sum_{t=0}^{T} \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} C_{ij}^{mp}(t) X_{ij}(t) + \sum_{t=0}^{T} \sum_{j=1}^{n} C_j^{*}(t) U_j(t) + + \sum_{t=0}^{T} \sum_{j=0}^{n} C_j^{**}(t) X_{ij}^{**}(t) \Delta t^{**}(t) + \varepsilon(t) \to min,$$

$$\sum_{t=0}^{T} \sum_{j=1}^{n} C_j^{n}(t) \tau_j(t), \quad (15)$$

где $\boldsymbol{\varepsilon}$ – случайная составляющая, представляющая собой влияние факторов неопределенности на исследуемый показатель во времени.

К факторам неопределенности можно отнести следующие: правило использования (недостаток) сырьевых ресурсов W_L; высокий уровень теневых экономических отношений в отрасли *B*; деятельность монополий *M*; деятельность государственных законотворческих структур *G*. Влияние каждого из них можно установить экспертными методами.

$\boldsymbol{\varepsilon} = (W_L + B + M + G)$ – эффект финансовых потерь (приобретений) вследствие влияния выделенных факторов неопределенности [2].

Степень влияния каждого из факторов на функционал отражает весовой коэффициент *g*, определяемый группой экспертов отрасли. Скорректированная с учетом весовых коэффициентов формула (15) примет следующий вид:

$$F = \Sigma_{i=1}^{m} \Sigma_{j=1}^{n} C_{ij}(1-g_b)X_{ij}(t)(1-g_w) + \sum_{t=0}^{T}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}^{mp}(t)(1-g_G+g_m)X_{ij}(t)(1-g_w) + \sum_{t=0}^{T}\sum_{j=1}^{n} C_j^{*}(t)U_j(t) + \sum_{t=0}^{T}\sum_{j=0}^{n} C_j^{**}(t)X_{ij}^{**}(t)(1-g_w)\Delta t^{**}(t) \to \min, \quad (16)$$

где g_W – весовой коэффициент оценки влияния ресурсного фактора на объем (отгружаемой) производимой продукции;

g_b – весовой коэффициент оценки влияния фактора теневых экономических отношений на себестоимость (отгружаемой) производимой продукции, %;

g_G – весовой коэффициент оценки влияния законодательного фактора на таможенные и налоговые платежи;

g_M – весовой коэффициент оценки влияния монопольного фактора на транспортные расходы [2].

Таким образом, на основании расчета приведенного функционала для группы интегрированных предприятий ЛПК осуществляется учет стохастической составляющей при выборе рационального способа доставки лесопродукции.

Заключение. Предлагаемый способ моделирования интегрированной логистической сети рационального распределения продукции является экономически целесообразной схемой перевозок по минимуму суммарных приведенных затрат, так как, кроме динамической связи поставщиков и потребителей, учитывает и стохастическую составляющую.

Литература

1. *Лукинский В.С.* Модели и методы теории логистики: учебник. – Л.: Питер, 2008. – 448 с.
2. *Кобалинский М.В.* Формирование и выбор управленческих решений в интегрированных структурах лесопромышленного комплекса: дис. … канд. экон. наук. – Красноярск, 2006. – С. 88–89.
3. *Гнедаш М.А.* Выбор рациональных способов перевозки бытовой техники железнодорожным транспортом: дис. … канд. техн. наук. – Липецк, 2006. – 275 с.

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.4

И.П. Беланов, В.А. Андроханов

РЕСУРСЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕНННЫХ ТЕРРИТОРИЙ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА «БУНГУРСКИЙ»

В статье рассматриваются свойства плодородного слоя почв и потенциально плодородных пород, пригодных для снятия и складирования при проведении горных работ, а также дальнейшего их применения для рекультивации нарушенных территорий. Приведены результаты исследований основных свойств материала вскрышных и вмещающих пород для оценки перспектив его преобразования в почвообразующий субстрат при самозарастании.

***Ключевые слова**: плодородный слой почв, потенциально плодородные породы, вскрышные породы, отвалы, рекультивация.*

I.P. Belanov, V.A. Androkhanov

RECULTIVATION RESOURCES AND SELF-RECOVERY PROSPECTS OF ANTHROPOGENIC DESTROYED TERRITORIES AT THE «BUNGURSKIY» STRIP MINE

The properties of the soil fertile layer and potentially fertile rocks suitable for the removal and storing while conducting mining operations, and their further application for the destroyed territory recultivation are considered in the article. The research results on the main properties of the stripping and containing rock material for the assessment of transformation prospect into the soil-forming substratum in self-overgrowing are presented.

Key words: soil fertile layer, potentially fertile rocks, stripping rocks, dumps, recultivation.

Введение. Угольная промышленность в Кузбассе оказывает существенное влияние на формирование экологической ситуации в регионе. Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом приводит к разрушению всей экосистемы в целом. При этом наиболее значимые изменения происходят с земельным фондом. Почвенный покров практически полностью уничтожается, формируется новый рельеф, деградирует растительный покров, изменяется гидрология, загрязняется атмосфера и т.п. [1].

В процессе добычи полезных ископаемых на дневную поверхность выносятся значительные объёмы вскрышных пород, в результате формируются новые по своему генезису техногенные ландшафты со своеобразным рельефом, обусловленным технологией разработки месторождения, микроклиматом и составом почвообразующих пород. Техногенно нарушенные территории характеризуются специфическими свойствами, значительно отличающимися от естественных ландшафтов. Прежде всего, это гидротермические, физико-химические и геохимические свойства вскрышных и вмещающих пород, складированные в отвалы. В результате различий рельефа и свойств почвообразующих пород на техногенно нарушенных территориях формируются молодые почвы – эмбриоземы с особыми свойствами и функциями, не похожими на свойства почв естественных ландшафтов [2].

Цель исследований. Комплексное изучение свойств плодородного слоя почв (ПСП), потенциально-плодородных пород (ППП) и свойств горных пород с точки пригодности их для рекультивации техногенно нарушенных территорий, а также оценка процессов самовосстановления старовозростных отвалов в районе проведения исследований.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований выбраны естественные почвы и техногенно нарушенные земли в лесостепной зоне Кузбасса, в районе ведения добычи каменного угля угольным разрезом «Бунгурский».

Для выполнения поставленной цели необходимо изучить свойства ПСП, ППП и вскрышных горных пород с оценкой пригодности их для развития растительного покрова и процессов почвообразования.

В ходе полевых экспедиционных работ были отобраны образцы ППП и ПСП основных типов почв, представленных на данной территории. Определение физических, агрохимических свойств почвенных образцов проводилось общепринятыми методами (Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975).

Результаты исследований и их обсуждение. На перспективных участках ведения открытых горных работ угольного разреза «Бунгурский» распространены черноземы оподзоленные, лугово-черноземные, черноземно-луговые и лугово-болотные, а также темно-серые и серые лесные почвы. Мощность гумусового горизонта, пригодного для рекультивации в черноземах оподзоленных, а также черноземно-луговых почвах, изменяется в пределах 30–40 и 30–60 см соответственно, мощность у темно-серых почв составляет от 20 до 35 см. Поэтому покрытие техногенно нарушенной территории слоем ПСП мощностью 30–40 см, принятом в проекте рекультивации, в общем, будет соответствовать естественным природным условиям на 50–60 %, что позволит создать на поверхности отвала травянистые насаждения сельскохозяйственного (луга, сенокосы) и санитарно-защитного назначения. Снятие ПСП с луговых, лугово-болотных и серых лесных почв считается нерентабельным как с точки зрения экономических затрат, так и достаточно низкого плодородия данных типов почв. Во-первых, это связано с тяжелым гранулометрическим составом луговых почв, что приводит к их заплыванию с дальнейшим переуплотнением [3]. Во-вторых, данные типы почв характеризуются грубогумусным составом гумуса и низким содержанием доступных для растений форм основных элементов питания, которые при отсутствии подпитки грунтовыми водами трансформируются в труднодоступные. Серые лесные почвы характеризуются малой мощностью ПСП, в среднем 8–12 см с содержанием углерода 2–3 %, а также облегченным грансоставом, что приводит при складировании к заметному уменьшению содержания доступных для растений элементов питания.

Нами были проведены исследования по оценке основных элементов плодородия ПСП черноземов оподзоленных, черноземно-луговых и темно-серых лесных почв, а также материала ПСП, снятого ранее с естественных почв и складированного рядом на участках открытых горных работ. В таблицах 1–2 представлены результаты исследований.

Таблица 1

Агрофизические свойства ПСП

Образец	Плотность, г/см^3	Плотность сложения, г/см^3	Порозность, %	Содержание частиц (%) <0,01 мм	Содержание частиц (%) <1 мм
ПСП черноземов оподзоленных	2,58	1,15	55,4	57,6	97,8
ПСП черноземно-луговых	2,63	1,22	53,6	62,3	98,2
ПСП темно-серых лесных	2,46	1,16	52,8	48,0	95,4
Складированный ПСП	2,69	1,21	55,0	58,8	96,8

В целом агрофизические свойства ПСП благоприятны для создания насыпного почвенно-растительного слоя. Характеристики плотности верхних слоев черноземов в естественном состоянии показывают, что пахотный слой хорошо окультурен и обладает хорошей структурой, позволяющей обеспечивать оптимальную порозность пахотного слоя.

Гранулометрический состав ПСП в естественном состоянии характеризуется как средний или тяжелый суглинок, что является для данного района почвенно-экологической нормой. При снятии ПСП в результате перемешивания почвенных горизонтов различного гранулометрического состава происходит некоторое утяжеление гранулометрического состава, а также разрушение почвенных агрегатов. При складировании ПСП в буртах происходит уплотнение ПСП. Однако в поверхностных слоях при длительном хранении ПСП происходит разуплотнение почвенного материала, и ПСП становится более рыхлым и имеет более высокую порозность [4].

Агрохимические показатели ПСП в целом благоприятны и в естественных условиях характеризуются достаточным содержанием гумусовых веществ, азота, фосфора и калия. В результате снятия ПСП и перемешивания слоев с различным содержанием гумуса происходит заметное снижение содержания гумусовых

веществ и валового азота. Такие изменения в содержании основных показателей плодородия в материале ПСП показывают несовершенство технологии снятия ПСП с естественных почв. В первую очередь это связано с глубиной снятия ПСП, так как мощность ПСП в естественных условиях варьирует в достаточно широких пределах, то при снятии ее происходит смешивание ПСП и малоплодородных слоев, что и приводит к снижению содержания основных элементов питания.

Таблица 2

Агрохимические свойства ПСП

Образец	$pH_{водн.}$	Сорг, %	Валовое содержание, %		
			Азот	Фосфор	Калий
ПСП черноземов оподзоленных	6,95	6,12	0,38	0,28	2,15
ПСП черноземно-луговых	6,82	7,23	0,41	0,24	2,10
ПСП темно-серых лесных	7,10	5,62	0,26	0,23	1,98
Складированный ПСП	6,83	6,50	0,29	0,35	2,01

Тем не менее материал ПСП характеризуется наиболее благоприятными агрохимическими и агрофизическими свойствами по сравнению с материалом вскрышных пород, складированных в отвале и ППП. Использование ПСП при создании корнеобитаемого слоя при рекультивации поверхности отвалов позволит создавать растительный покров практически любого назначения. Однако здесь также необходимо отметить, что длительное сохранение этого материала в больших буртах приводит к значительной потере благоприятных агрофизических и агрохимических свойств. Это связано с отсутствием биологического круговорота внутри бурта, а также с сильным уплотнением ПСП в ходе формирования бурта тяжелой техникой [3]. Поэтому и использование этого материала в целях рекультивации после длительного хранения может не дать желаемого эффекта.

Основными потенциально плодородными породами (ППП) в районе мониторинга являются лессовидные суглинки и покровные глины с различным уровнем содержания карбонатов. Лессовидные суглинки Кузнецкой котловины отличаются вертикальной столбчатостью, псевдомицелярной карбонатностью. По гранулометрическому составу они чаще всего рассматриваются как тяжелосуглинистые с преобладанием иловато-крупнопылеватой фракции. В воздушно-сухом состоянии эти суглинки обладают выраженной макроагрегированностью, но у агрегатов низкая водопрочность. Однако наличие большого количества водопрочных микроагрегатов размером 0,25–0,01 мм создает удовлетворительные водно-воздушные условия в лессовых суглинках и обеспечивает хорошую водопроницаемость при относительно высокой влагоемкости. Реакция среды суглинков щелочная, что связано с карбонатностью, емкость обмена катионов 19–25 мг-экв на 100 г сухой массы.

Минералогический состав крупных фракций представлен кварцем, полевыми шпатами, слюдами, примесями ярко- и желто-зеленого хлорита, эпидота, роговой обманки и циркона. Из вторичных минералов преобладают минералы монтмориллонитовой группы и гидрослюд.

По физическому строению материал суглинков представляет собой в разной степени оструктуренную, рыхлую связанную массу. Основные физические показатели приведены в табл. 3.

Таблица 3

Агрофизические свойства ППП

Образец	Плотность, г/см^3	Плотность сложения, г/см^3	Порозность, %	Содержание частиц (%) >0,01 мм	Содержание частиц (%) > 1 мм
При складировании	2,38	1,54	35,3	58,86	100,0

Плотность сложения ППП в естественных условиях изменяется в пределах 1,40–1,60 г/см^3. В нижней части почвенного профиля суглинистый материал характеризуется крупнокомковатой и глыбистой структурой. При транспортировке и отсыпке суглинков естественная структура разрушается, а при планировке на поверхности отвала происходит сильное уплотнение ППП.

По гранулометрическому составу по классификации Качинского материал суглинков, распространенных на территории разработки участков открытых горных работ, в основном относится к средним и тяжелым суглинкам и может содержать до 55 % частиц крупнее 0,01 мм. Такой гранулометрический состав является наиболее благоприятным для развития почвообразования в лесостепной зоне. Поэтому размещение в поверхностных слоях отвала и формирование из этого материала корнеобитаемого слоя будет способствовать восстановлению растительного и почвенного покрова на нарушенных землях. Агрохимические показатели ППП представлены в табл. 4.

Таблица 4

Агрохимические свойства ППП

Образец	Глубина, см	$pH_{водн.}$	Сорг, %	Валовое содержание, %		
				Азот	Фосфор	Калий
ППП	0-20	7,41	1,21	0,014	0,44	0,64
	40-60	7,80	0,72	0,010	0,52	0,62

По валовому содержанию основных элементов питания в ППП в 4–6 раз больше содержится азота и фосфора, чем во вскрышных породах, складированных в отвале. Содержание калия примерно одинаково. Содержание органического углерода оценивается как низкое.

Необходимо отметить почвенно-генетическую значимость этого материала в условиях лесостепи. Подавляющее большинство естественных почв в Кузнецкой котловине образовались именно на этих породах. Материал ППП является ценным ресурсом рекультивации, так как позволяет сформировать благоприятный по агрофизическим и агрохимическим свойствам корнеобитаемый слой. Поэтому, если в процессе разработки месторождения отсыпать материал ППП в поверхностных слоях отвала, на склонах, на террасах, то создаются благоприятные почвенно-экологические условия, позволяющие в дальнейшем значительно повысить эффективность рекультивационных работ и сократить затраты на биологический этап рекультивации.

Основными вскрышными и вмещающими породами в районе ведения горных работ являются песчаники, аргиллиты и алевролиты. В связи с тем, что отработка месторождения ведется не по селективной схеме, то субстрат отвала представляет собой хаотичную смесь песчаников, алевролитов и аргиллитов, с некоторым количеством суглинков и углистых частиц. Для характеристики этого субстрата были отобраны образцы материала с поверхности внешнего отвала на участке горных работ.

По физическому строению субстрат представляет собой бесструктурную каменистую массу. Основные физические показатели приведены в табл. 5.

Таблица 5

Агрофизические свойства материала отвала

Глубина, см	Плотность, г/см^3	Плотность сложения, г/см^3	Порозность, %	Содержание частиц (%) <0,01 мм	Содержание частиц (%) <1 мм
0-10	2,59	1,46	43,6	9,1	16,1
20-40	2,49	1,50	39,8	8,8	12,4
60-80	2,68	1,76	34,3	6,3	8,3

Плотность сложения изменяется достаточно в широких пределах. В поверхностных слоях она составляет 1,4–1,8 г/см^3, что делает этот субстрат практически непроницаемым для воды и корней растений. Высокая плотность субстрата отвала обусловлена каменистостью пород, а также сильным уплотнением при

формировании отвала. В то же время высокая плотность сложения необходима для обеспечения устойчивости отвала. Поэтому при проведении рекультивационных работ необходимо проводить мероприятия по снижению плотности поверхностных слоев отвала, или специально формировать корнеобитаемый слой из ППП и ПСП.

По гранулометрическому составу мелкоземистый материал отвала в основном относится к легким суглинкам и супесям и содержит более 85 % частиц крупнее 1 мм. Фракции крупнее 1 мм относятся к крупнозему и неблагоприятно влияют на физические свойства почвообразующего субстрата, препятствуя проведению агротехнических работ и формированию устойчивого растительного покрова и развитию процессов почвообразования.

Другим фактором, затрудняющим естественное восстановление нарушенных ландшафтов, является незначительное содержание основных элементов питания во вскрышных породах, размещенных во внешнем отвале. Основные агрохимические показатели субстрата отвала приведены в табл. 6.

Таблица 6

Агрохимические показатели субстрата отвала

Глубина, см	$pH_{водн.}$	Валовое содержание, %		
		Азот	Фосфор	Калий
0-10	8,15	0,032	0,07	1,32
20-40	7,23	0,036	0,06	1,25
60-80	7,55	0,051	0,08	1,10

Материал отвала характеризуется щелочной и слабощелочной реакцией среды и очень малым содержанием валового азота и фосфора. Малое содержание этих элементов не способствует развитию почвенно-растительного слоя на поверхности отвалов. Содержание валовых форм калия можно охарактеризовать как среднее.

На субстрате с такими физическими и агрохимическими показателями может развиваться только очень ограниченный набор видов растений [5]. Со временем в результате выветривания вскрышных пород и развития процессов почвообразования свойства субстрата отвала в поверхностных слоях будут изменяться. Однако для создания более-менее благоприятных почвенных условий на таком субстрате может потребоваться очень длительное время – от 300 до 1000 лет. При этом все это время отвалы вскрышных пород могут негативно влиять на прилегающие ненарушенные ландшафты.

Если подобрать устойчивые и нетребовательные к питательному режиму виды растений (например, облепиха, сосна), то возможно озеленить поверхность отвалов и снизить негативное влияние на прилегающие территории. Однако, как показывают проведенные исследования, в почвенно-экологическом плане это не приведет к значительному улучшению условий почвовосстановления, и нарушенные территории практически навсегда останутся экоклинами – территориями, значительно отличающимися от естественных ландшафтов.

Заключение. Таким образом, только применение в технологии рекультивации отвалов с отсыпкой ППП и ПСП позволит надежно закрыть поверхность отвалов и существенно сократить негативные последствия разработки угольного месторождения в данном районе. В то же время искусственно созданный почвенный слой создает благоприятные почвенно-экологические условия для произрастания растительности согласно выбранному направлению рекультивации.

В целом агрофизические и агрохимические свойства ППП вполне благоприятны для использования этого материала для отсыпки отвалов. Однако для создания почвенно-растительного слоя на поверхности отвала необходимо некоторое улучшение агрохимических свойств ППП. Для этого необходимо увеличить содержание основных элементов питания с путем применения минеральных или органических удобрений, или почвоулучшителей. Можно также рекомендовать для улучшения свойств ППП смешивать его с материалом ПСП при снятии с территорий, отведенных для разработки месторождения. Это позволяет значительно снизить затраты на проведение горнотехнического этапа рекультивации.

Вскрышные и вмещающие породы, формирующие отвалы, на начальных этапах восстановления могут лимитировать формирование растительного покрова на поверхности отвалов за счет неблагоприятных свойств, препятствующих развитию процессов почвообразования. Поэтому рекультивация техногенно нару-

шенных территорий должна быть направлена в первую очередь на формирование благоприятного корнеобитаемого слоя.

Литература

1. Природно-техногенные комплексы Кузбасса: свойства и режимы функционирования/ *И.С. Семина, И.П. Беланов, А.М. Шипилова* [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 396 с.
2. *Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М.* Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 151 с.
3. Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири /отв. ред. *В.П. Панфилов*. – Новосибирск: Наука, 1976. – 544 с.
4. *Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М.* Техноземы: свойства, режимы, функционирование. – Новосибирск: Наука, 2000. – 200 с.
5. *Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Баранник Л.П.* Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса. – Новосибирск: Гео, 2010. – 160 с.

УДК 631.45:712(571.54)

Т.М. Корсунова, Е.В. Коновалова, А.И. Ранжурова, В.В. Коновалова

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ УРБОЗЕМОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ г. УЛАН-УДЭ

В статье представлены результаты исследований по изучению состояния урбоземов зеленых зон г. Улан-Удэ. Рассмотрены методы улучшения почв для оптимизации роста цветочных культур.

***Ключевые слова**: зеленый фонд, фитотестирование, фитотоксичность, цветочные культуры, урбоземы, урботерритории, биопрепараты.*

T.M. Korsunova, E.V. Konovalova, A.I. Ranzhurova, V.V. Konovalova

BIOTECHNOLOGICAL METHODS OF URBAN SOIL IMPROVEMENT FOR ULAN-UDE GREEN PLANTATION OPTIMIZATION

The research results on the urban soil condition studying of Ulan-Ude green zones are presented in the article. The soil improvement methods for the flower culture growth optimization are considered.

Key words: green fund, phyto-testing, phyto-toxicity, flower culture, urban soils, urban territories, biopreparations.

Введение. Важнейшей компонентой устойчивого развития селитебных территорий является экологическое благополучие региона, доступность и привлекательность рекреационных зон, уровень благоустройства и комфортности среды обитания [3]. В населенных пунктах, городах с большой концентрацией населения и промышленности нарушаются естественные экологические процессы, деформируется среда обитания, сокращается площадь зеленых насаждений, ухудшается их качество. Между тем основой экологического каркаса урбанизированной территории, важным компонентом городского пространства должны стать зеленые насаждения – парки, бульвары, скверы, зеленые зоны города и пригорода, которые выполняют важные экологические функции. В целом они включены в категорию особо охраняемых природных объектов (зеленый фонд городских и сельских поселений как совокупность зеленых зон, покрытых древесно-кустарниковой и травянистой растительностью территорий), охрана которых предусматривает систему мероприятий, обеспечивающих их сохранение и развитие для нормализации экологической обстановки и создания благоприятной окружающей среды [4].

Развитие в Республике Бурятии туризма потенциала особенно остро ставит проблему сохранения площади рекреационных зон, улучшения состояния зеленых насаждений селитебных территорий, повышения их эстетической привлекательности.

Зеленые насаждения в городах находятся под воздействием целого комплекса неблагоприятных факторов, таких, как загрязнение атмосферного воздуха и почвы выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, переуплотнение почв под влиянием рекреационной нагрузки, исчезновение мохового покрова и подстилки, развитие дорожно-тропиночной сети. В результате площадь зеленых массивов в городах сокращается, нарушается видовой состав формаций, снижается эстетический потенциал: ухудшается внешний вид, замедляется рост, отмечается преждевременная дефолиация, некротизируются ассимиляционные органы, снижается иммунитет к грибковым болезням и вредителям [2]. Наименее устойчивым компонентом городских растительных формаций является травянистый ярус, особенно декоративные виды цветочных культур, наиболее перспективные в озеленении, ландшафтном дизайне. Важное место в создании благоприятной среды зеленых насаждений играют условия эдафотопа – экологическое состояние почв урбо-территорий. Почва как депонирующий компонент городской среды отражает длительность и интенсивность поступления и накопления поллютантов. В качестве показателя степени загрязнения почвы с позиций благополучия растительности используется интегральный показатель – фитотоксичность.

Цель исследований. Оценка состояния эдафотопа в г. Улан-Удэ, его оптимизация на основе применения биопрепаратов и их влияние на свойства декоративных цветочных культур.

Объекты и методы исследований. В модельных и лабораторных опытах 2011–2012 гг. методом фитотестирования оценено состояние почвогрунтов зеленых зон г. Улан-Удэ с разным уровнем интенсивности движения автотранспорта:

- почвогрунты со значительной автотранспортной нагрузкой рядом с оживленными автомагистралями (скверы на площади Советов, остановка «Саяны», площадь Революции, парк Орешкова;
- почвогрунты, не имеющие прямого контакта с автодорогой (парк «Железнодорожник», пос. Солнечный, пос. Южный).

Пробы почвы с глубины 5–10 см отбирали в 3-кратной повторности, методом фитотестирования оценивали состояние почвенного компонента зеленых зон города. В качестве тест-культур служили клевер белый, салат листовой и сельдерей листовой. Оценивали всхожесть и морфометрические параметры (длину корня и длину побега проростков). Для оптимизации состояния эдафотопа перспективным приемом является применение биоудобрений нового поколения – вермикомпостов (или биогумуса). Биогумус повышает гумусированность почвы, улучшает ее структурный состав, водно-физические свойства и детоксикационные свойства, положительно влияет на рост и развитие растений в онтогенезе, повышает приживаемость растений и их устойчивость к действию стресс-факторов (засуха, заморозки), улучшает декоративные качества цветочных культур, применяемых в озеленении, ландшафтном дизайне. Аналогичное влияние оказывает применение биопрепарата с эффективными микроорганизмами Байкал ЭМ-1, используемого в Бурятии в практике садоводства и цветоводства под названием [1]. Изучено влияние биопрепаратов в форме биогумуса и эффективных микроорганизмов в форме препарата Байкал ЭМ-1 на ростовые процессы и морфологические признаки цветочной культуры – бархатцев сорта Лимонная капля.

Биогумус получен на основе переработки дождевыми червями Eisenia foetida птичьего помета, вносился из расчета 2 кг/м^2. Взято 3 варианта: биогумус, Байкал ЭМ-1 и совместно биогумус + Байкал ЭМ-1. В варианте Байкал ЭМ-1 проводилась предпосевная обработка – замачивание семян в ЭМ-1 растворе 1:1000 на 12 ч с последующим просушиванием и высаживанием в почву. Через 2–3 дня после появления всходов проводилось опрыскивание раствором ЭМ-1 в разведении 1:2000, затем полив в разведении и 1: 1000 с периодичностью 1–3 раза в месяц в зависимости от состояния почвы и растений. Норма расхода ЭМ-1 препарата 2 л/м^2.

Результаты исследований и их обсуждение. Фитотоксичность почвы – это ее свойство подавлять рост и развитие высших растений. Является показателем загрязненности почвы ксенобиотиками и другими токсикантами. Определяется по снижению всхожести и ростовых процессов тест-культур.

С помощью фитотеста выделены зоны для благоприятного роста растительности и зоны угнетения. Анализ данных табл. 1 по всхожести семян тест-культур отражает корреляцию фитотоксичности почвогрунта урбозема и уровня автотранспортной нагрузки загрязнения почв.

Лучшая всхожесть семян наблюдается в пос. Солнечный (зеленая зона придомовой территории) и пос. Южный (приусадебный участок). В парке «Железнодорожник», несмотря на некоторое удаление от автотрассы, наблюдается относительно низкая всхожесть семян всех опытных культур.

Таблица 1

Динамика всхожести семян тест-культур в пробах почвогрунта зеленых зон

Вариант	Всхожесть семян, %		
	Клевер белый	Салат листовой	Сельдерей листовой
Контроль	93,6±0,51	94,8±0,23	93,6±0,32
Площадь Советов	75,4±0,34	82,4±0,28	77,4±0,47
Остановка «Саяны»	75,7±0,26	84,1±0,43	78,3±0,26
Площадь Революции	76,3±0,46	84,9±0,36	79,9±0,32
ЛВРЗ (ул. Комсомольская)	77,9±0,82	86,8±0,15	82,2±0,28
Парк «Железнодорожник»	79,2±0,57	89,1±0,31	83,7±0,42
Пос. Солнечный	91,8±0,43	92,3±0,42	89,5±0,23
Пос. Южный	92,7±0,18	93,7±0,61	92,3±0,68

Лучшая всхожесть семян наблюдается в пос. Солнечный (сад придомовой территории) и пос. Южный (сад придомовой территории). В образцах почвогрунта в точках отбора площадь Советов, остановка «Саяны», площадь Революции, ЛВРЗ (ул. Комсомольская) наблюдается низкая всхожесть, что указывает на непосредственную близость от источников загрязнения и как следствие более высокую фитотоксичность урбозема.

Таблица 2

Длина корня и побега проростков салата листового в различных вариантах опыта

Вариант опыта	Длина корня, см		Длина побега, см	
	$X_{ср}±m_x$	V, %	$X_{ср}±m_x$	V, %
Контроль	3,59±0,14	11,3	2,77±0,22	13,1
Площадь Советов	2,76±0,53	12,4	2,33±0,36	17,2
Остановка «Саяны"	2,81±0,55	12,7	2,37±0,42	15,3
Площадь Революции	2,82±0,51	12,4	2,38±0, 34	15,1
ПВЗ (ул. Комсомольская)	2,91±0,32	15,5	2,41±0,27	18,2
Парк «Железнодорожник»	3,03±0,47	14,3	2,42±0,42	15,8
Пос. Солнечный (сад придомовой территории)	3,14±0,29	19,8	2,73±0,51	19,3
Пос. Южный (сад придомовой территории)	3,25±0,23	17,3	2,78±0,54	14,8

Анализ морфометрических параметров проростков салата листового (табл. 2) показывает, что общая тенденция снижения морфометрических показателей и величина атвтотранспортной нагрузки находятся в обратной зависимости, т.е. значения данного параметра зависят от степени загрязнения района.

Таким образом, в районах г. Улан-Удэ со значительной автотранспортной нагрузкой (площадь Советов, остановка «Саяны», площадь Революции, ЛВРЗ (ул. Комсомольская) фитотоксичность почвогрунтов выше, чем в районах с незначительным автодвижением и парках, что следует учитывать при проведении озеленительных работ.

Проведенными исследованиями установлено стимулирующее влияние биогумуса и препарата Байкал ЭМ-1 на всхожесть семян цветочной культуры бархатца Лимонная капля, причем наиболее эффективным оказался вариант с совместным внесением биогумуса + Байкал ЭМ-1, где этот показатель составил 37,7 шт/м^2, увеличивая всхожесть в 1,5 раза. С несколько меньшим эффектом повлияло внесение биогумуса (в 1,26 раза) и препарата Байкал ЭМ-1 (табл. 3).

Таблица 3

Влияние биопрепаратов на всхожесть бархатцев сорта Лимонная капля

Всхожесть, шт/м^2	Контроль	Биогумус	Байкал-ЭМ-1	Биогумус+ Байкал ЭМ-1
Цветы бархатца	25,0	31,5	28,6	37,7

Результаты исследований по влиянию биопрепаратов на рост и развитие цветочных культур свидетельствует, что как раздельное, так и совместное внесение биогумуса и ЭМ-1, способствовало более ранним срокам прорастания семян, появлению настоящего листа и началу цветения растений, а также увеличению высоты растения, по сравнению с контрольным вариантом (табл. 4): в удобренных вариантах цветение наступало на 15 дней раньше, высота бархатцев была в среднем на 2,8–4,3 см больше. Совместное внесение способствовало увеличению количества цветков и соцветий на одном растении. Также положительные изменения отмечены на декоративных качествах растения: увеличение диаметра цветка на 0,1–0,3 см больше контрольного варианта. Влияние на декоративные качества было отмечено нами ранее на других цветочных культурах: гладиолуса, астры, дельфиниума однолетнего, годеции крупноцветковой.

Таблица 4

Влияние биогумуса и препарата Байкал ЭМ-1 на морфологические признаки бархатцев сорта «Лимонная капля»

Вариант опыта	Дата посева	Всходы	Появление первого листа	Начало цветения	Диаметр цветка, см	Высота растения, см	Кол-во цветков на одном растении, шт.	Кол-во соцветий на одном растении, шт.
Контроль	15.06	25.07	02.08	25.08	3,3	20,7	11,5	4,0
Биогумус	15.06	15.07	22.07	10.08	3,5	23,5	12,0	5,0
Байкал ЭМ-1	15.06	15.07	22.07	10.08	3,5	23,0	12,0	5,0
Биогумус+ Байкал ЭМ-1	15.06	15.07	20.07	10.08	3,8	25,0	12,7	5,5
НСР 0,5	-	-	-	-	0,15	0,2	0,5	0,7

Таким образом, применение биопрепаратов (биогумуса и препарата Байкал ЭМ-1) способствует снижению токсичности почвы, получению здорового посадочного материала, улучшению декоративных качеств цветочных культур, повышающих эстетическую привлекательность и устойчивость фитокомпозиций, элементов ландшафтного дизайна. Это позволит совершенствовать композиции зеленой зоны поселений, благоустройство селитебных территорий.

Выводы

1. Фитотестирование – достаточно информативный метод определения состояния загрязнения эдафического компонента зеленых зон и может служить основой для мероприятий по его оптимизации при проведении озеленения и ландшафтного дизайна.

2. Применение биопрепаратов (биогумус, Байкал ЭМ-1) является перспективным приемом оптимизации состояния эдафотопа зеленых зон, условий онтогенеза посадочного материала, повышения декоративных качеств цветочных культур.

Литература

1. Влияние вермикомпоста и регуляторов роста на развитие, урожайность и качество сельскохозяйственных и декоративных растений. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2008. – 139 с.
2. *Гетко Н.В.* Растения в техногенной среде: структура и функция ассимиляционного аппарата. – Минск: Наука и техника, 1989. – 208 с.
3. Наше общее будущее: докл. Междунар. комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР). – М.: Прогресс, 1989. – 371 с.
4. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» // Правовая охрана озера Байкал: сб. нормативных правовых актов. – Иркутск, 2002. – № 7. – С. 11–98.

УДК 631.43

Н.В. Фомина

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВЫ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН КРАСНОЯРСКОЙ УРБОЭКОСИСТЕМЫ

В статье представлены результаты микробиологического анализа почвы рекреационных зон (скверов и парков), расположенных на территории города Красноярска. Установлены основные параметры изменения численности эколого-трофических групп микроорганизмов под воздействием рекреационной нагрузки.

***Ключевые слова**: рекреации, почва, микроорганизмы, воздействие, рекреационная нагрузка.*

N.V. Fomina

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF THE RECREATIONAL ZONE SOIL OF KRASNOYARSK URBAN ECOSYTEM

The soil microbiological analysis results of the recreational zones (public gardens and parks) located in the Krasnoyarsk city territory are presented in the article. The basic parameters of the number change of microorganism ecological-trophic groups under the recreational loading influence are determined.

Key words: recreations, soil, microorganisms, influence, recreational loading.

Введение. В связи с возрастающей рекреационной нагрузкой на почвы урбанизированных территорий чрезвычайно важно определить показатели, характеризующие степень изменения экосистемы. Качественные и количественные параметры микробоценоза позволяют объективно оценить экологическое состояние почвенного покрова, степень его деградации, определить санитарно-эпидемиологическое состояние почвы при ее загрязнении [Куимова, Шулякова, Павлова, 2008; Морозова, 2011; Назаренко, 2013].

На сегодняшний день практически отсутствуют полноценные данные по микробиологическому анализу почв, подверженных рекреационной нагрузке, в том числе и в городе Красноярске. В почве парков и скверов нашего города многопланово изучен лишь состав цианобактерий и почвенных водорослей [Чижевская, 2007; Трухницкая, Чижевская, 2008].

Цель исследований. Микробиологическая характеристика почвы рекреационных зон г. Красноярска.

Задачи исследований. Определить количественный состав эколого-трофических групп микроорганизмов в почве рекреационных зон и выявить изменения в численности микрофлоры под воздействием рекреационной нагрузки.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлась микрофлора почвы рекреационных зон города Красноярска: Гвардейский парк, сквер на просп. Свободном и Центральный парк культуры и отдыха им. М. Горького.

Почвенный покров Центрального парка им. М. Горького представлен темно-серой лесной маломощной среднесуглинистой почвой. Антропогенное воздействие на нее заключается в локальной посыпке или уничтожении гумусового слоя, частичном перемешивании верхних горизонтов. Почва Гвардейского парка представлена черноземом обыкновенным, в сквере на просп. Свободный – черноземом выщелоченным (привезенным для создания сквера). Черноземы, как правило, маломощные, с непрочной структурой.

По степени кислотности почвы исследуемых рекреационных зон районов г. Красноярска относятся к щелочным: Центральный парк (10,8–11,3), Гвардейский парк (9,6–10,0), сквер на просп. Свободном (9,2–9,8). Для большинства исследуемых рекреационных участков характерно высокое содержание органического углерода, особенно в Центральном парке (6,2–6,5 %) и Гвардейском парке (3,6–4,8 %). Несколько ниже значения установлены в почве, отобранной в сквере на просп. Свободный – 2,3–3,7 %. Содержание общего азота в опытных вариантах определено как среднее и низкое: 0,16–0,20 % – в Гвардейском парке, 0,20–0,25 % – в сквере на просп. Свободный, 0,24–0,27 % – в Центральном парке. Наибольшее содержание аммонийного азота установлено в почве, отобранной в Центральном парке – 30,1–32,0 мг/кг почвы, тогда как в почве сквера на просп. Свободном и Гвардейском парке данные показатели были ниже и составили соответственно 20,5–22,3 и 25,6–28,9 мг/кг почвы. Содержание нитратного азота очень низкое и показатели достоверно не различаются: Центральный парк – 0,8–1,6 мг/кг почвы, Гвардейский парк – 1,8–5,16 мг/кг почвы, сквер на просп. Свободный – 0,9–1,2 6 мг/кг почвы.

Наибольшие значения рекреационной нагрузки установлены в Центральном парке – 68–75 чел.-ч. Колебания же рекреационной нагрузки в двух других рекреационных зонах были в следующих пределах: 10–45 чел.-ч в – Гвардейском парке, 15–36 чел.-ч – в сквере на просп. Свободный [Фомина, 2009].

Для отбора пробы почвы выбирался характерный (по растительности и виду) участок площадью 5 м^2. Поверхностный слой счищался на необходимую глубину в зависимости от того, с какой глубины предусматривался отбор пробы согласно программе и отбирался образец грунта по методу конверта – по углам и в центре очередного прямоугольника так, что суммарная масса образца составила не менее 0,5 кг. Каждый образец упаковывался в холщевый или пластиковый пакет и на серию образцов заполнялась форма [Практикум по микробиологии…, 2005]. Почвенные образцы отбирались в 2010–2011 гг. в период активной вегетации – середине июля.

Изучение эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКТГМ) проводили методом разведений на диагностических питательных средах: аммонифицирующие микроорганизмы – на мясопептонном агаре (МПА); микромицеты – на среде Чапека; микроорганизмы, использующие минеральный азот и актиномицеты – на крахмало-аммиачном агаре (КАА); олиготрофы – на почвенном агаре (ПА); олигонитрофилы – на среде Эшби; нитрификаторы – на среде Виноградского.

Все посевы проводили из двух параллельных колб в трехкратной повторности из 3-, 4- и 5-го разведений. После определения влажности каждого образца почвы при 105^{0}С численность микроорганизмов пересчитана на 1 г абсолютно сухой почвы и выражена в колонеобразующих единицах (КОЕ г$^{-1}$) [Методы почвенной …, 1991].

Результаты исследований и их обсуждение. Известно, что микроорганизмы почв обладают высокой чувствительностью к антропогенному воздействию и в городских условиях их состав сильно изменяется, следовательно, их можно использовать в качестве индикаторов экологического состояния почв рекреационных территорий.

Численность микроорганизмов, усваивающих минеральный азот и выявляемых на крахмал-аммиачном агаре (КАА), указывает на интенсивность процессов минерализации органического вещества и наличие доступных минеральных форм азота в почве. Наиболее высокие значения данной группы микроорганизмов определены в почве сквера на просп. Свободный в 2011 и 2012 гг. – 49 и 42*10^5 КОЕ г$^{-1}$ почвы (рис. 1). В данной почве интенсивно протекают процессы минерализации органического вещества и присутствует большее количество минеральных форм азота.

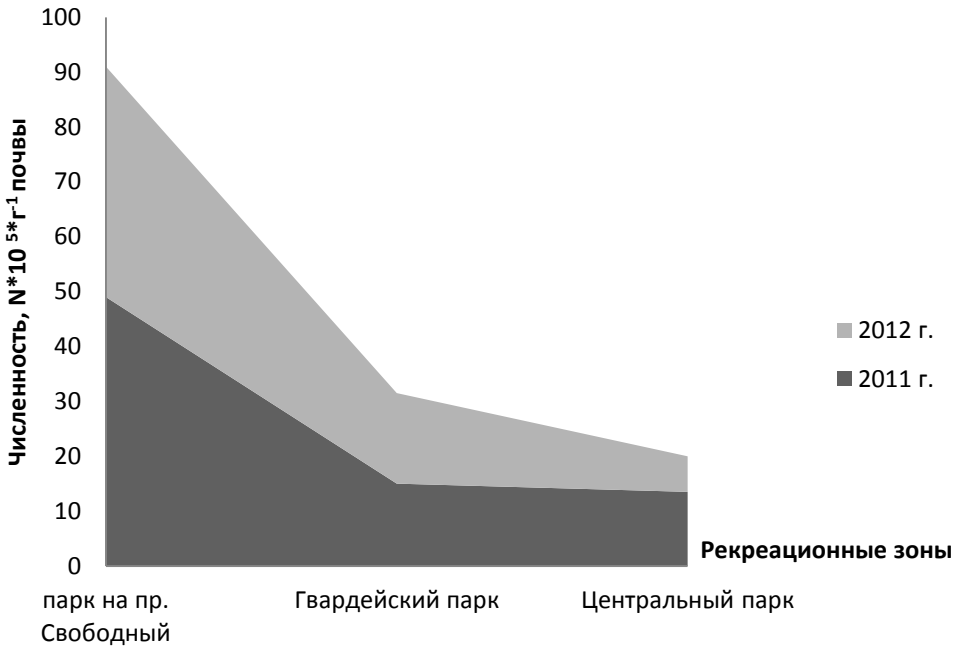


Рис. 1. Динамика численности прототрофов (м/о, использующих минеральные формы азоты) в почве рекреационных зон

Самые низкие значения численности микроорганизмов установлены в Центральном парке им. М. Горького (13,5 и 6,48 *10^5 КОЕ $г^{-1}$ почвы), что обусловлено влиянием рекреационной нагрузки в форме интенсивного вытаптывания и ухудшения режима аэрации, а также может характеризовать направленность биохимических процессов в сторону гумификации.

При изучении динамики численности прототрофов за двухлетний период наблюдается увеличение их количества в 2012 году в Гвардейском парке до *10^6 КОЕ $г^{-1}$ почвы, тогда как в двух оставшихся зонах численность данной группы микроорганизмов снизилась, причем в Центральном парке в 2 раза, что связано с усилением рекреационного воздействия на данный участок.

При анализе данных, полученных по численности олигонитрофилов, олиготрофов и целлюлозоразрушающих микроорганизмов, определено, что наибольшее количество этих трех эколого-трофических групп присутствует в почве Гвардейского парка, что говорит о низкой рекреационной нагрузке в данной зоне и, следовательно, меньшем воздействии на почвенную микрофлору в результате вытаптывания. В почве, отобранной в Центральном парке, также определены достаточно высокие значения численности олиготрофов – 50 и 57*10^5 КОЕ $г^{-1}$ почвы (рис. 2), что говорит о недостаточном количестве минеральных элементов в данной почве.

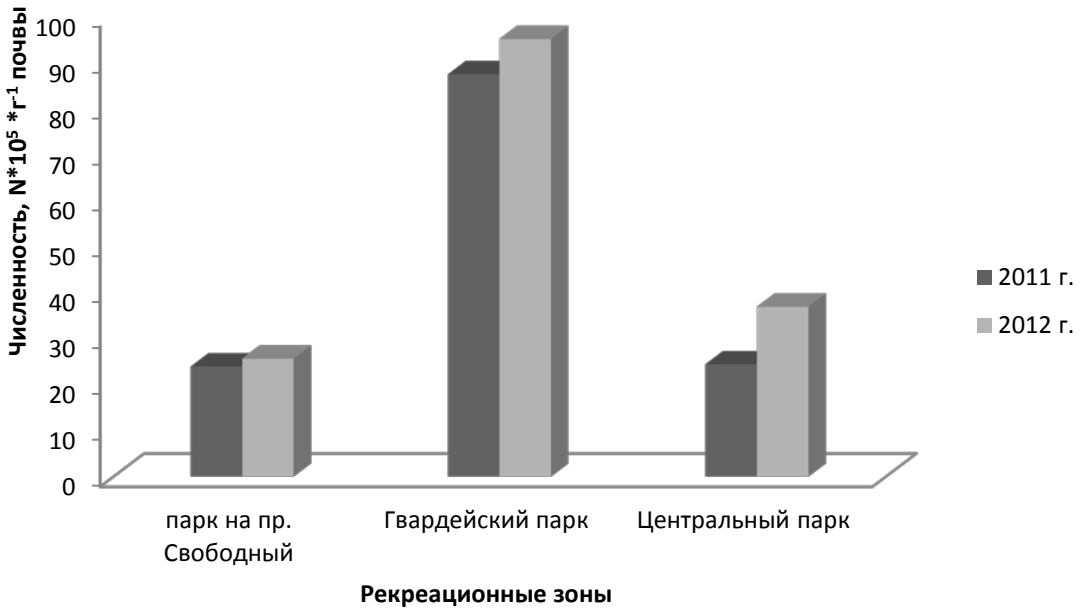


Рис. 2. Динамика численности олигонитрофилов в почве рекреационных зон

Активное развитие данных групп микроорганизмов возможно в среде, где имеются лишь следы азотсодержащих минеральных или органических соединений, а олигонитрофильные микроорганизмы способны ассимилировать большие количества углерода при небольшой потребности в азотистых веществах. Наиболее низкие показатели численности вышеуказанных групп микроорганизмов выявлены в почве, отобранной в сквере на просп. Свободный, причем численность ниже в среднем в 2–3 раза, чем в почве Гвардейского парка.

Общая же тенденция изменения численности олигонитрофилов и олиготрофов в почвах исследуемых рекреационных зон характеризуется увеличением их количества в 2012 году, что может быть связано как с погодными условиями (более засушливое лето), так и незначительным присутствием в почвах питательных элементов в основном доступных форм азота.

Наиболее показательными для почв рекреационных зон, отражающими в большей мере действительную картину, некоторые авторы считают данные об интенсивности жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов [Свистова, Назаренко, 2003]. Так как, во-первых, не накладываются какие-либо побочные явления, связанные с подготовкой почвы к анализу; во-вторых, целлюлоза в почве – основной источник энергетического материала, определяющий уровень всех остальных (кроме автотрофных) процессов в почве.

Оптимальной по составу для развития данной группы микроорганизмов является почва, отобранная в Гвардейском парке, при этом численность была максимальной и составляла 59,3 и 44,2*10^4 КОЕ $г^{-1}$ почвы. Неблагоприятной является почва, отобранная в сквере на просп. Свободный и в Центральном парке, где численность колебалась соответственно в пределах 13–15 и 18,7-20*10^4 КОЕ $г^{-1}$ (рис. 3).

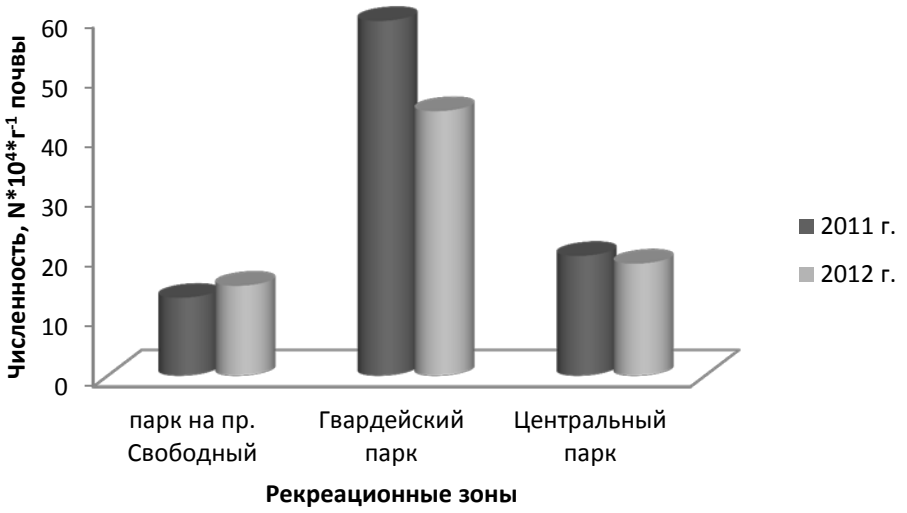


Рис. 3. Динамика численности аэробных целлюлозоразрушителей в почве рекреационных зон

Достоверных различий в изменении численности по годам для данной группы микроорганизмов не установлено. Микромицеты – это обширная группа гетеротрофных, большей частью многоклеточных организмов. Гетеротрофное питание обусловливает их участие, главным образом, в начальных стадиях разложения разнообразных органических соединений. При этом синтезируются органические вещества, определяющие плодородие почвы. Так как грибы отличаются более экономным, чем бактерии, обменом веществ и имеют высокую биохимическую активность, то это делает их более конкурентоспособными в слабообеспеченных питательными веществами кислых почвах [Новогрудский, 1956].

Данные, полученные нами по численности микромицетов, достоверно не отличаются друг от друга, так как почти все исследуемые почвы щелочные или слабощелочные изменялись в среднем в пределах от 1 до 2,5*10^2 КОЕ*$г^{-1}$ соответственно (рис. 4).

Рис. 4. Средние показатели численности микромицетов в почве рекреационных зон

Однако в Центральном парке по сравнению с другими рекреационными участками количество данной группы микроорганизмов также было наибольшим – 2,5*10^2 КОЕ*$г^{-1}$, что подтверждает агрохимические данные (высокое содержание органического углерода).

Возрастание численности активных деструкторов биополимеров в зонах максимальной рекреационной нагрузкой может определяться также перестройкой их видовой структуры и активным размножением микроорганизмов, деградирующих ксенобиотики или устойчивых к ним.

Актиномицеты в отличие от бактериальных форм дают более четкую картину снижения численности на участках с более высокой рекреационной нагрузкой. Это подтверждают и полученные нами данные, а именно в почве, отобранной на опытном участке в Центральном парке, их количество было минимальным и составляло в среднем 1–1,4*10^3 КОЕ $г^{-1}$, тогда как в почве сквера, расположенного на просп. Свободный и Гвардейском парке, численность была выше – 1,5–1,7 и 1,8–1,9*10^3 КОЕ $г^{-1}$ почвы соответственно (рис. 5).

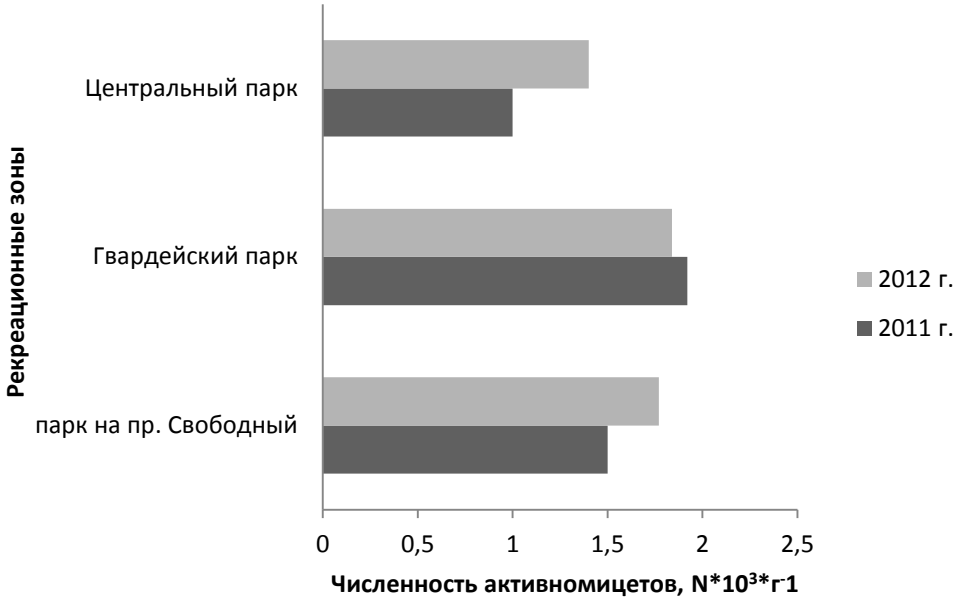


Рис. 5. Динамика численности актиномицетов в почве рекреационных зон

Актиномицеты по своим требованиям к условиям внешней среды, таким, как низкая чувствительность к недостатку свежей органики, связь с превращением труднодоступных гумусовых веществ, способность выживать в неблагоприятных условиях влажности и температуры, должны быть менее чувствительны, чем бактерии, к рекреационному воздействию, однако полученные нами данные свидетельствуют о невысокой их численности в зоне с наибольшим рекреационным потенциалом (Центральный парк культуры и отдыха). В данном случае можно говорить о значительных нарушениях в биоэкологическом режиме исследуемой почвы.

Заключение. Интенсивное развитие в почве изученных рекреационных зон г. Красноярска получают олиготрофы и олигонитрофилы, а в отдельных случаях (почва, отобранная в сквере на просп. Свободный) и микроорганизмы, использующие минеральные формы азота. Данные, полученные при изучении численности аэробных целлюлозоразрушающих микроорганизмов, являющихся своеобразным индикатором изменения экологических условий почвенной среды, свидетельствуют о снижении общей биогенности исследуемых почв по мере возрастания рекреационного воздействия.

Литература

1. *Куимова Н.Г., Шумилова Л.П., Павлова Л.М.* Оценка экологического состояния почв города Благовещенска // Вестн. РУДН. – 2008. – № 3. – С. 38–49.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. *Д.Г. Звягинцева*. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
3. *Морозова Н.А.* Эколого-биохимические особенности промышленных и рекреационных зон г. Самары. – Тольятти, 2011. – 19 с.

4. *Назаренко Н.Н.* Оценка структуры комплекса актиномицетов в техногенно нарушенных почвах урбоэкосистемы // Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование: тр. второй междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – М.: Буки Веди, 2013. – С. 1–5.
5. *Новогрудский Д.М.* Почвенная микробиология. – Алма-Ата: Изд-во АН Каз. ССР, 1956. – 402 с.
6. Практикум по микробиологии / под ред. *А.И. Нетрусова*. – М.: Академия, 2005. – 602 с.
7. *Свистова И.Д., Назаренко Н.Н.* Микробиологическая индикация урбаземов г. Воронежа // Вестн. ВГУ. – 2003. – № 2. – С. 175–180.
8. *Свистова И.Д., Щербаков А.П., Фролова Л.О.* Фитотоксическая активность сапротрофных микромицетов чернозема: специфичность, сорбция и стабильность фитотоксинов в почве // Прикладная биохимия и микробиология. – 2003. – Т. 39. – № 4. – С. 433–437.
9. *Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И.* Практикум по микробиологии. – М., 2004. – 256 с.
10. *Трухницкая С.М., Чижевская М.В.* Альгофлора рекреационных территорий Красноярской урбоэкосистемы: монография. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. – 134 с.
11. *Фомина Н.В.* Эколого-биохимическая оценка почв рекреационных зон Красноярской урбоэкосистемы // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. заочн. науч. конф. – Красноярск, 2009. – С. 11–15.
12. *Чижевская М.В.* Использование альгофлоры в качестве индикатора состояния рекреационных территорий Красноярской урбоэкосистемы: дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2007. – 135 с.

УДК 631.4

Н.В. Чухарева, В.Д. Тихова,
О.Н. Зарубина, Л.В. Шишмина

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ

В статье рассмотрено изменение химической структуры и содержание элементов (C,H,N,S,O) в составе органического вещества торфов под влиянием термообработки (250°С) и в зависимости от типа и степени разложения торфа. По данным ИК-спектроскопии рассчитаны отношения оптических плотностей полос поглощения кислородсодержащих групп и алифатических заместителей к оптическим плотностям полос поглощения ароматических полисопряженных систем.

***Ключевые слова**: торф, тип, степень разложения, термообработка, элементный состав, функциональные группы, полосы поглощения, оптическая плотность, химическая структура.*

N.V. Chukhareva, V.D. Tikhova,
O.N. Zarubina, L.V. Shishmina

THE CHANGE OF THE PEAT ELEMENT COMPOSITION AND OPTICAL PROPERTIES UNDER THE THERMAL MODIFICATION INFLUENCE

The chemical structure change and the element (C,H,N,S,O) content in the peat organic substance under the heat treatment (250°C) influence and depending on the peat decomposition type and extent are considered in the article. The correlations of the absorption strip optical density of oxygen-containing groups and aliphatic substitutes to the absorption strip optical density of the aromatic poly-interfaced systems are calculated according to IR-spectroscopy.

Key words: peat, type, decomposition extent, heat treatment, element structure, functional groups, absorption strips, optical density, chemical structure.

Введение. В настоящее время одним из классических методов, направленных на изменение физико-химических свойств торфа, является его термическая модификация. Как показано в работе [1], предварительная термообработка торфа до 250°С в среде собственных газов разложения способствует обогащению его группового состава такими ценными компонентами, как битумы и гуминовые кислоты. Абсолютные значения выходов групповых составляющих зависят от типа, вида торфа и его степени разложения. Тем не менее остался открытым вопрос об изменении соотношений основных элементов органического вещества

торфа и его структурных преобразованиях, происходящих под влиянием термообработки. В связи с этим были проведены исследования торфа методами элементного анализа и ИК-спектроскопии.

Цель исследований. Изучить влияние термообработки торфа до 250ºС в среде собственных газов разложения на элементный состав и химическую структуру и установить связь между глубиной изменений данных характеристик и типом торфа.

Объекты и методы исследований. Описание образцов исходных и модифицированных температурной обработкой торфов месторождений Томской области (верховых, переходных и низинных) и характеристика их ботанического состава приведены в работе [2], методика термообработки – в работе [1].

Изучение элементного состава (ЭС) образцов проводили в Новосибирском Институте органической химии СО РАН на автоматическом анализаторе EURO EA3000, в котором образец сжигали в окислительной трубке-реакторе вертикального типа при температуре 1050°С в инертной атмосфере гелия с добавкой кислорода в момент сжигания. После пиролиза образовавшиеся продукты доокислялись в заполненной оксидно-каталитической композиции нижней части реактора и далее проходили через восстановительную зону, где на восстановленной меди смесь оксидов азота и серы количественно превращалась в N_2 и SO_2 соответственно. Образовавшиеся N_2, CO_2, H_2O, SO_2 разделялись на колонке с Порапаком Q и определялись детектором по теплопроводности катарометром [3].

Оптические свойства торфа были исследованы методом ИК-спектроскопии. Спектры ИК были получены в Национальном исследовательском Томском политехническом университете на спектрометре ИК Фурье, Nicolet iS10 корпорации Termo Fisher Scientific (США), оснащенном приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) с кристаллом из ZnSe. Параметры эксперимента: разрешение – 4 см$^{-1}$, число сканов пробы и спектра сравнения – 128, диапазон сканирования от 4000 до 650 см$^{-1}$. Для получения спектров образцы торфа измельчали и просеивали через сито с диаметром ячейки 0,25 мм.

Регистрацию и обработку спектров проводили в программе Omnic 8.3. Для устранения наклона базовой линии, возникающего при использовании метода НПВО, проводили его автоматическую коррекцию. Для учета эффектов сдвига полос поглощения и влияния длины волны на глубину проникновения в образец проводили придвинутую НПВО коррекцию спектров.

Результаты исследований и их обсуждение. Данные по ЭС образцов, представленные в табл.1, свидетельствуют, что для верхового торфа малой и средней степени разложения по сравнению с низинным характерно низкое содержание углерода, водорода, азота. Это является следствием менее глубоких преобразований исходного вещества, произошедших в процессе торфообразования. Приведенные значения элементного состава соответствуют классическим характеристикам органической массы торфа [4–6].

Таблица 1

Зольность и элементный состав исходных и термообработанных торфов

Шифр торфа*	A^d, %	Элементный состав, % на daf			
		C	H	N	(O+S)**
1	2	3	4	5	6
Верховой торф					
ВСМ-5	1,9	52,05	6,30	0,88	40,77
ВСМ-5_{250}	2,1	55,10	5,45	1,46	37,99
ВФ-5	2,1	49,56	6,03	0,58	43,83
ВФ-5_{250}	4,3	57,57	5,68	1,27	35,48
ВС-5	4,2	45,02	5,74	3,12	46,12
ВС-5_{250}	17,2	58,77	5,44	4,31	31,48
1ВФ-10	1,3	52,20	5,43	0,74	41,63
1ВФ-10_{250}	2,4	60,31	5,04	1,68	32,97
ВМ-10	2,9	54,30	4,23	1,74	32,97
ВМ-10_{250}	5,1	59,91	4,00	2,25	33,84
1 ВСМ-15	2,4	56,04	6,42	2,39	35,15
1 ВСМ-15_{250}	4,0	62,43	6,00	3,10	28,47
2 ВФ-20	3,1	48,62	5,72	3,03	42,63
2 ВФ-20_{250}	16,4	64,58	5,41	4,88	25,13

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
ВПС-25 ВПС-25$_{250}$	1,9 2,5	55,83 58,67	5,95 5,80	1,54 2,34	36,68 33,19
1 ВПС-35 1 ВПС-35$_{250}$	2,3 3,5	57,14 62,15	6,09 5,97	1,31 1,85	35,46 30,03
ВШ-40 ВШ-40$_{250}$	7,8 13,7	57,86 59,80	5,86 5,66	2,47 3,14	33,81 31,40
Переходный торф					
ПШ-20 ПШ-20$_{250}$	8,4 11,7	53,78 66,41	6,05 5,25	2,85 4,27	37,32 24,07
ППС-25 ППС-25$_{250}$	6,6 8,2	55,90 58,06	5,20 4,88	2,01 3,67	36,89 33,39
ПОС-30 ПОС-30$_{250}$	4,4 1,2-5,2	56,90 59,67	5,94 5,66	2,06 2,71	35,10 31,96
Низинный торф					
НОГ-25, НОГ-25$_{250}$	8,9 18,8	43,35 54,61	5,59 5,33	5,89 6,30	45,17 33,76
2 НО-25 2 НО-25$_{250}$	4,2 5,7	58,07 60,34	6,74 5,97	3,76 4,29	31,43 29,40
НД-30 НД-30$_{250}$,	10,3 10,7	55,96 58,14	6,00 5,60	3,05 3,46	34,99 32,80
НДО-30 НДО-30$_{250}$	7,3 8,5	63,29 66,06	6,07 5,59	4,38 4,83	26,26 23,52
НО-35, НО-35$_{250}$	6,1 6,9	52,81 58,06	6,26 5,76	4,45 4,64	36,48 31,54
1 НО-35 1 НО-35$_{250}$	9,9 12,0	54,10 57,00	6,41 5,77	3,56 4,18	35,93 33,05
1 НОГ-45 1 НОГ-45$_{250}$	6,4 7,8	53,67 59,57	6,11 5,69	2,91 3,47	37,31 31,27

** Расшифровка обозначения образцов: 1-я буква шифра обозначает тип торфа (В – верховой торф; П – переходный; Н – низинный); 2-я или 2- и 3-я буквы шифра – вид торфа (С – сфагновый; СМ – сфагново-мочажинный; Ф – фускум-торф; М – магелланикум-торф; ПС – пушицево-сфагновый; Ш – шейхцериевый; ОС – осоково-сфагновый; О – осоковый; ОГ – осоково-гипновый; Д – древесный; ДО – древесно-осоковый); цифра в шифре от 5 до 45 – степень разложения торфа, %; символ $_{250}$ – термообработанные образцы.*
*** Найдено по разности (содержание серы не превышает 2 %).*

После термообработки во всех исследованных образцах увеличивается зольность (A^d), возрастает содержание углерода и азота. Содержание водорода и (O+S) снижается. Это отражает характер изменений органического вещества при его нагреве до 250°С – происходит разложение торфа с образованием оксида и диоксида углерода (реакции декарбоксилирования) и пирогенетической воды (реакции дегидратации) наряду с одновременным протеканием реакций конденсации ароматических фрагментов структуры [4, 7].

Как показано в табл. 2, при переходе от верховых торфов к низинным наиболее выраженный характер изменений отмечен для азота. Причем, в целом как для исходных, так и для термообработанных верховых торфов, содержание азота меньше, чем для объектов низинного типа.

Таблица 2

Влияние термообработки торфа на изменение элементного состава

Тип торфа	С, % на daf	ΔС, % отн.	Н, % на daf	ΔН, % отн.
1	2	3	4	5
В	45,02-57,86	+3,4-32,8	4,23-6,42	-2,0-13,5
В$_{250}$	55,10-64,88		4,00-6,00	

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
П	53,78-56,90	+3,9-23,5	5,02-6,05	-4,7-13,2
$П_{250}$	58,06-66,41		4,88-5,66	
Н	43,35-63,29	+3,9-25,9	5,59-7,07	-4,7-11,4
$Н_{250}$	54,61-66,06		5,33-5,97	
	N, % на daf	ΔN, % отн.	O+S, % на daf	ΔO+S,% отн.
В	0,74-3,12	+27,1-127,0	33,81-46,12	-6,8-41,1
$В_{250}$	1,27-4,88		25,13-37,99	
П	2,01-2,85	+31,6-82,6	35,10-37,32	-9,0-35,5
$П_{250}$	2,71-4,27		24,07-33,39	
Н	2,91-5,89	+4,3-19,2	25,26-45,17	-6,3-25,3
$Н_{250}$	3,46-6,30		23,52-33,76	

Для остальных элементов особенности, связанные с типом торфа для термообработанных образцов, проявляются в меньшей степени, например, содержание углерода для верховых термообработанных торфов ($В_{250}$) находится в диапазоне от 55,10 до 64,88 %, для низинных термообработанных ($Н_{250}$) – от 54,61 до 66,06 %.

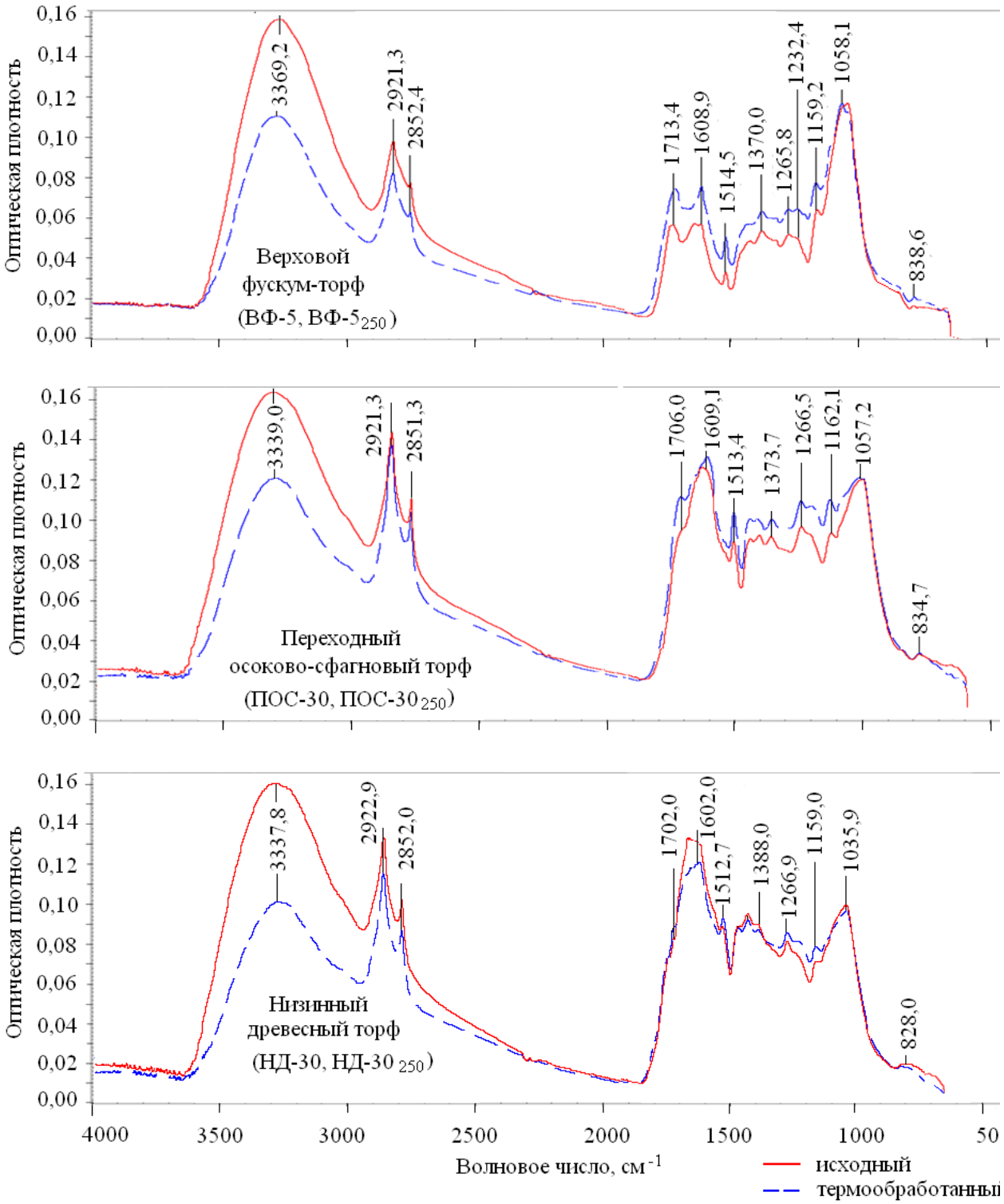
Наибольшие относительные изменения массовых долей отдельных элементов отмечены в образцах верхового торфа и свидетельствуют о более глубоких преобразованиях данных образцов под действием температуры.

Далее рассмотрим результаты ИК-спектроскопического анализа исходных и термообработанных торфов. В ИК-спектрах всех образцов (рис.) наблюдаются типичные для торфов полосы поглощения в области валентных колебаний, для ОН-групп (широкая полоса поглощения с максимумом около 3400 $см^{-1}$), связанных межмолекулярными водородными связями; полосы поглощения в области валентных колебаний метиленовых CH_2-групп и метильных CH_3-групп (полосы поглощения при 2920 $см^{-1}$ и 2850 $см^{-1}$), в области валентных колебаний карбоксильных С=О-групп (1700–1725 $см^{-1}$) и С=С полисопряженных ароматических систем и моноароматических структур (1600–1610 $см^{-1}$ и 1500–1520 $см^{-1}$). Наблюдаются слабовыраженные полосы поглощения в области деформационных колебаний С–CH_3-групп (1370–1390 $см^{-1}$) и в области валентных колебаний С–О-групп кислот, фенолов (1270–1200 $см^{-1}$). Полоса 1000–1100 $см^{-1}$ согласно [8, 9] соответствует валентным колебаниям С–О-групп спиртов. В области менее 1000 $см^{-1}$ идентификацию полос поглощения не проводили, так как согласно данным [9] здесь оказывают сильное влияние минеральные вещества, содержащиеся в торфе, который не был предварительно обеззолен.

Все образцы проявляют однотипность функционального состава, схожесть которого прослеживается при сравнении ИК-спектров всех исследованных объектов с торфами других регионов, в том числе и зарубежных [8–11].

Данные ИК-спектроскопии свидетельствуют об изменениях интенсивностей полос поглощения ароматических фрагментов структуры, кислородсодержащих функциональных групп и алифатических группировок вследствие предварительного нагрева образцов торфа.

Для оценки влияния предварительной термообработки на изменения функционального состава торфа по аналогии с исследованиями [8, 12, 13] были рассчитаны спектральные коэффициенты D_i из отношений оптических плотностей более интенсивно выраженных полос поглощения алифатических заместителей, содержащих С-Н связи (2920 $см^{-1}$) и кислородсодержащих ОН-групп (3400 $см^{-1}$), С=О групп (1700–1725 $см^{-1}$) и С-О связей в области 1200–1270 $см^{-1}$ к оптическим плотностям ароматических полисопряженных систем С=С в области 1600–1610 $см^{-1}$. Значения D_i и их изменения вследствие термообработки ($ΔD_i$), выраженные в % отн., представлены в табл. 3, диапазон спектральных коэффициентов D_i и $ΔD_i$ – в табл. 4.



ИК-спектры исходного (1) и термообработанного (2) торфа

Влияние типа торфа на показатели D_i прослеживается в большей степени для исходных, чем для термообработанных образцов. Например, для верховых исходных торфов спектральные коэффициенты $D_{2920/1600\text{-}1610}$ находятся в пределах от 1,02 до 1,75, для торфов низинного типа от 1,01 до 1,21. Наблюдается изменение диапазона абсолютных значений D_i для торфов, подвергнутых нагреванию (табл. 3–4), что является следствием изменения содержания групповых компонентов и их структурных преобразований [1, 14, 15]. Аналогичный вывод приведен в работе [16], где установлено, что нагрев торфа до температур, не пре-

вышающих 250°С, затрагивает в большей степени периферические структурные фрагменты и не приводит к существенному разрушению ароматических фрагментов торфа.

Таблица 3

Характеристика ИК-спектров для исходных и термообработанных торфов

Шифр торфа	Соотношение оптических плотностей полос поглощения в ИК-спектре, D_i							
	$D_{3400}/_{160\text{-}1610}$	$\Delta D_{400/1600\text{-}1610}$, % отн.	$D_{2920}/_{1600\text{-}1610}$	$\Delta D_{2920}/_{1600\text{-}1610}$, % отн.	$D_{1700\text{-}1725}/_{1600\text{-}1610}$	$\Delta D_{170\text{-}1725}/_{1600\text{-}1610}$, % отн.	$D_{1200\text{-}1270}/_{1600\text{-}1625}$	$\Delta D_{1200\text{-}1270}/_{160\text{-}1610}$, % отн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Верховой торф								
ВСМ-5	2,76	-42,7	1,66	-30,7	1,00	0	0,98	-9,2
ВСМ-5_{250}	1,58		1,15		1,00		0,89	
ВФ-5	2,84	-47,9	1,75	-37,1	0,98	+1,0	0,88	-3,4
ВФ-5_{250}	1,48		1,10		0,99		0,85	
ВС-5	1,60	-45,6	1,25	-27,2	0,60	+26,7	0,77	+23,4
ВС-5_{250}	0,87		0,91		0,76		0,95	
1 ВФ-10	2,48	-33,9	1,49	-20,8	0,84	+7,1	0,77	+10,4
1 ВФ-10_{250}	1,64		1,18		0,90		0,85	
ВМ-10	2,26	-39,8	1,31	-19,1	0,72	+18,1	0,71	+15,5
ВМ-10_{250}	1,36		1,06		0,85		0,82	
1 ВСМ-15	1,40	-35,0	1,38	-11,6	0,80	+15,0	0,72	+22,2
1 ВСМ-15_{250}	0,91		1,22		0,92		0,88	
2 ВФ-20	1,33	-57,9	1,02	-25,5	0,43	+39,5	0,54	+20,4
2 ВФ-20_{250}	0,56		0,76		0,60		0,65	
ВПС-25	1,48	-23,6	1,49	-11,4	0,86	+8,1	0,80	+8,8
ВПС-25_{250}	1,13		1,32		0,93		0,87	
1 ВПС-35	1,41	-29,1	1,45	-4,1	0,93	+5,4	0,82	+6,1
1 ВПС-35_{250}	1,00		1,39		0,98		0,87	
ВШ-40	1,23	-26,0	1,19	-5,0	0,74	+13,5	0,74	+13,5
ВШ-40_{250}	0,91		1,13		0,84		0,84	
Переходный торф								
ПШ-20	1,33	-46,6	1,18	-17,8	0,66	+19,7	0,66	+12,1
ПШ-20_{250}	0,71		0,97		0,79		0,74	
ППС-25	1,65	-27,9	1,71	-11,7	0,97	+5,2	0,82	+11,0
ППС-25_{250}	1,19		1,51		1,02		0,91	
ПОС-30	1,32	-29,5	1,15	-7,8	0,75	+12,0	0,75	+6,7
ПОС-30_{250}	0,93		1,06		0,84		0,80	

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Низинный торф								
НОГ-25	1,25	-44,8	0,90	-23,3	-	-	0,46	-
НОГ-25$_{250}$	0,69		0,69		-		0,46	
2 НО-25	1,19	-24,4	1,15	-3,5	0,62	+30,6	0,62	+21,0
2 НО-25$_{250}$	0,90		1,11		0,81		0,75	
НД-30	1,19	-29,4	1,01	-5,9	0,63	+7,9	0,62	+11,3
НД-30$_{250}$	0,84		0,95		0,68		0,69	
НДО-30	1,16	-39,7	1,10	-17,3	0,57	+31,6	0,63	+11,1
НДО-30$_{250}$	0,70		0,91		0,75		0,70	
НО-35	1,60	-47,5	1,21	-24,0	0,42	+21,5	0,58	+12,1
НО-35$_{250}$	0,84		0,92		0,51		0,65	
1 НО-35	1,21	-33,9	1,05	-7,6	0,52	+30,8	0,59	+16,9
1 НО-35$_{250}$	0,80		0,97		0,68		0,69	
1 НОГ-45	1,49	-45,0	1,15	-17,4	0,50	+22,0	0,62	+12,9
1 НОГ-45$_{250}$	0,82		0,95		0,61		0,70	

Таблица 4

Диапазон соотношений оптических плотностей полос поглощения торфов

Тип торфа	D_i в ИК- спектре			
	$D_{3400}/_{1600-1610}$	$\Delta D_{3400/1600-1610}$, % отн.	$D_{2920}/_{1600-1610}$	$\Delta D_{2920}/_{1600-1610}$, % отн.
В	1,23-2,84	-23,6-47,9	1,02-1,75	-4,1…-37,1
В$_{250}$	0,56-1,58		0,76-1,39	
П	1,32-1,65	-27,9…-46,6	1,15-1,71	-7,8…-17,8
П$_{250}$	0,71-0,93		0,97-1,51	
Н	1,16-1,60	-24,4… -47,5	0,90-1,21	-3,5…-24,0
Н$_{250}$	0,69-0,84		0,69-1,11	
	$D_{1700-1725}/_{1600-1610}$	*$\Delta D_{1700-1725}/_{1600-1610}$, % отн.*	*$D_{1200-1270}/_{1600-1610}$*	*$\Delta D_{1200-1270}/_{1600-1610}$, % отн.*
В	0,43-1,00	0…+39,5	0,54-0,98	+6,1-23,4 (кроме изменений в образцах ВСМ-5/ВСМ-5$_{250}$ и ВФ-5/ВМ-5$_{250}$)
В$_{250}$	0,60-0,99		0,65-0,95	
П	0,66-0,97	+5,2-19,7	0,66-0,75	+6,7-12,1
П$_{250}$	0,79-1,02		0,74-0,80	
Н	0,42-0,63	+7,9-31,6	0,46-0,63	+11,1-21,0
Н$_{250}$	0,51-0,81		0,46-0,75	

В результате термообработки торфа в ИК-спектрах отмечается понижение интенсивности валентных колебаний ОН-групп и С–Н-групп при 3400 и 2920 см$^{-1}$, что, вероятно, является следствием протекания реакций дегидратации при низкотемпературной термической деструкции [4, 7, 14, 15, 17–19]. Относительные изменения спектральных коэффициентов находятся в пределах: $\Delta D_{3400/1600-1610}$ – от -23,6 до -47,9 % отн., $\Delta D_{2920/1600-1610}$ – от -3,5 до -37,1 % отн. Отмечена разная степень влияния предварительного нагрева торфа в зависимости от его типа на относительное изменение спектральных коэффициентов $\Delta D_{2920/1600-1610}$: верховой торф > низинный торф (табл. 4).

Предварительный нагрев объектов приводит к увеличению интенсивности полос поглощения С=О групп при 1700–1725 см$^{-1}$ и С-О-групп кислот, фенолов при 1200–1270 см$^{-1}$. Как показано [14, 15, 17], одной из причин таких изменений функционального состава может являться взаимодействие продуктов термического разложения торфа (сложные эфиры, альдегиды, кетоны) с пирогенетической водой с образованием новых карбоксильных групп.

Выводы

1. В результате термообработки торфа до 250°С в среде собственных газов разложения во всех исследованных образцах увеличивается содержание углерода и азота, причем наибольшие изменения элементного состава характерны для образцов верхового торфа.

2. По данным ИК-спектроскопии:

- особенности функционального состава, обусловленные типом торфа, сохраняются после его термической обработки в рассматриваемых условиях;
- глубина влияния термообработки торфа на изменение функционального состава уменьшается при переходе от верховых торфов к низинным;
- после термообработки торфа относительные интенсивности полос поглощения, соответствующие ОН-группам ($D_{3400}/_{1600\text{-}1610}$) и алкильным группировкам ($D_{2920}/_{1600\text{-}1610}$), снижаются, а относительные интенсивности полос поглощения С=О групп ($D_{1700\text{-}1725}/_{1600\text{-}1610}$) и С-О-групп кислот, фенолов ($D_{1200\text{-}1270}/_{1600\text{-}1610}$) увеличиваются.

Литература

1. *Чухарева Н.В., Шишмина Л.В., Маслов С.Г.* Влияние термообработки торфа на его групповой состав // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 8. – С. 56–63.
2. *Чухарева Н.В.* Исследование группового состава торфов месторождений Томской области // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 7. – С. 65–71.
3. *Fadeeva V.P., Tikhova V.D., Nikulicheva O.N.* Elemental Analysis of Organic Compounds with the Use of Automated CHNS Analyzers // Journal of analytical chemistry. – 2008. – Vol. 63. – № 11. – P. 1094–1106.
4. *Раковский В.Е., Пигулевская Л.В.* Химия и генезис торфа. – М.: Недра, 1978. – 231 с.
5. Физика и химия торфа / *И.И. Лиштван, Е.Т. Базин, Н.И. Гамаюнов* [и др.]. – М.: Недра, 1989. – 304 с.
6. *Аронов С.Г., Нестеренко Л.Л.* Химия твердых горючих ископаемых. – Харьков: Изд-во ХГУ, 1960. – 371 с.
7. *Белькевич П.И., Минкевич М.И.* О термической устойчивости групповых составляющих торфа // Химия твердого топлива. – 1975. – № 4. – С. 86–92.
8. *Ларина Г.В., Иванов А.А., Казанцева Н.А.* Групповой состав органического вещества торфов Горного Алтая и некоторые структурные характеристики гуминовых кислот // Вестн. ТГПУ. – 2009. – Вып. 3. – С. 110–115.
9. Механохимические превращения гуминовых веществ торфа /*Т.Я. Кашинская*, *А.П. Гаврильчик, Н.В. Шевченко* [и др.] // Химия твердого топлива. – 2003. – № 1. – С. 21–29.
10. О роли полимерной матрицы торфа в сорбции аммиака / *А.Р. Цыганов*, *А.Э. Томсон, К.Г. Боголицын* [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4. – С. 345–350.
11. Differentiation of Peats Used in the Preparation of Malt for Scotch Whisky Production Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy / *B. Harrison, J. Ellis, D. Broadhurst, K. Reid* [et al.] // Journal of the institute of Brewing. – 2006. – Vol. 112. – № 4. – P. 333–339.
12. *Гостищева М.В.* Сравнительная характеристика гуминовых кислот ряда торфов Томской области // Изв. ТПУ. – 2007. – Т. 310. – № 2. – С. 163–166.
13. *Юдина Н.В., Тихова В.И.* Структурные особенности гуминовых кислот торфов, выделенных разными способами // Химия растительного сырья. – 2003. – № 1. – С. 93–96.
14. *Чухарева Н.В.* Исследование кинетики термически активированных изменений состава и свойств торфяных гуминовых кислот: дис. … канд. хим. наук. – Томск, 2003. – 154 с.
15. *Тарновская Л.И.* Закономерности изменения группового состава торфа в процессе термолиза: дис. … канд. техн. наук. – Томск, 1985. – 199 с.

16. *Klavins J., Porshnov D.* Approaches for peat modification to improve oil sorption capacity // Proceedings of the 4th WSEAS international conference on Energy and development-environment-biomedicine / World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS). – 2011. – P. 48–53.
17. *Баженов Д.А.* Моделирование физико-химических закономерностей низкотемпературного разложения торфа: дис. … канд. хим. наук. – Томск, 2000. – 165 с.
18. *Белькевич П.И., Гайдук К.А., Минкевич М.И.* Исследование термического разложения отдельных компонентов тростникового торфа // Изв. АН БССР. – 1971. – № 5. – С. 53–56.
19. *Lappas A.A., Batos K., Vasalos I.A.* Product distribution and kinetic predictions of Greek lignite pyrolysis // Fuel. – 1990. – Vol. 69. – № 10. – P. 1304–1308.

РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 582.885

Е.Н. Берестенко, Д.Е. Кислов

ИНДИКАЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *TRAPA* L. ПРИМОРСКОГО КРАЯ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ПЛОДОВ

На основе экспертных представлений и результатов статистического анализа изменчивости морфометрических признаков плодов рода Trapa L.*, произрастающих на территории Приморского края, построен ключ для их видовой дифференциации. Приводятся результаты машинной классификации плодов по общим морфометрическим показателям, дается оценка точности определения видов.*

Ключевые слова*: семейство Trapaceae, род Trapa L., рогульник, систематика, Приморский край, классификационный ключ.*

E.N. Berestenko, D.E. Kislov

CLASSIFICATION OF GENUS *TRAPA* L. SPECIES OF THE PRIMORSKIY KRAI BY FRUIT MORPHOMETRIC FEATURES

On the basis of the expert representations and the statistical analysis results of the fruit morphometric feature variability of sort Trapa L. *growing in the territory of Primorsky Krai, the key for their specific differentiation is developed. The fruit machine classification results on the general morphometric indices are resulted, the assessment of the sort definition accuracy is given.*

Key words: Trapaceae family, genus Trapa L., caltrop, systematization, Primorsky Krai, classification key.

Введение. Водяные орехи (род *Trapa* L., монотипное семейство *Trapaceae* Dumort.) – однолетние водные растения, являющиеся представителями остатков третичной флоры. Род *Trapa* L. широко распространен на юге российского Дальнего Востока [7, 8], однако до сих пор нет единого мнения о его таксономическом составе. Причина неоднозначных мнений по видовому разнообразию рода – высокий уровень полиморфизма, прежде всего, на уровне морфометрических признаков плодов, которым ученые уделяют первоочередное внимание. Для территории Дальнего Востока России характерно от 3 [5] до 8 [13] и даже 10 [2] видов водяного ореха. В последние годы из Приморского края Л.М. Пшенниковой [10, 11] описано еще 3 новых вида. Среди исследователей, занимавшихся вопросами систематики водноореховых, существуют две точки зрения относительно критериев для выделения тех или иных видов. Одна из них (наиболее распространенная) заключается в том, что основной морфологической единицей для различения видов должен служить плод. Другая предполагает в вопросах систематики не последнюю роль вегетативным и генеративным органам. Основным приверженцем второго подхода был В.Н. Васильев [2, 3]. Сторонники же первого подхода вегетативным органам отводят вспомогательную роль [4, 5, 10, 11, 13]. Основным результатом проведенных исследований явился формулируемый ниже ключ для определения всех видов водноореховых, известных на территории Приморского края. Отличительной особенностью этого ключа от уже существующих [4, 5, 13] является то, что он построен на метрических признаках плодов, для которых с помощью статистических методов установлена наибольшая информативность. Построенный ключ включает все 8 видов *Trapa* Приморского края, в том числе и один вид (*T. nedoluzhkoi*), не включенный ни в одну из уже известных сводок.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований явились 8 видов водяных орехов, известных на территории Приморского края. Все они относятся к двум секциям: *Prototrapa* Tzvel. (*T. incisa* Sieb. et Zucc., *T. maximowiczii* Korsh., *T. nedoluzhkoi* Pshennikova) и *Trapa* Tzvel. (*T. japonica* Fler., *T. khankensis* Pshennikova, *T. kozhevnikoviorum* Pshennikova, *T. manshurica* Fler., *T. pseudoincisa* Nakai).

Материалом для исследований послужили плоды перечисленных видов, собранные в ходе полевых работ на территориях Дальнереченского, Кировского, Пожарского, Спасского, Уссурийского, Ханкайского и

Хасанского районов Приморского края, а также в условиях культуры в Ботаническом саду-институте ДВО РАН [9, 12]. Для каждого плода осуществлялись измерения его морфометрических показателей. В зависимости от принадлежности вида к той или иной секции количество параметров плодов не оставалось постоянным. Перечень всех морфометрических признаков представлен в табл. 1 и на рис. 1.

Оценка дискриминационного потенциала морфометрических показателей плодов проводилась на основе традиционной и непараметрической схем дисперсионного анализа. При соответствии данных нормальному распределению (в качестве критерия согласия для проверки соответствия данных нормальному распределению использовался тест Шапиро-Уилка) и равенстве дисперсий использовалась традиционная схема однофакторного дисперсионного анализа Фишера, в противном случае, использовался непараметрический тест Крускала-Уоллиса [6].

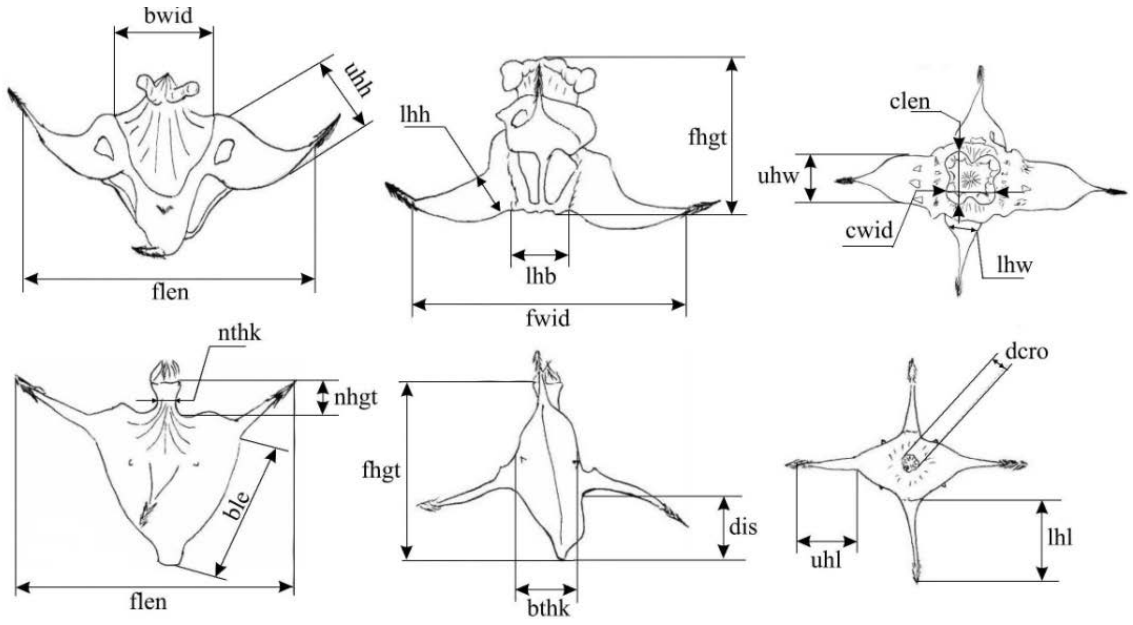


Рис. 1. Схема измерений морфометрических параметров плодов водяного ореха (вверху T. manshurica (секция Trapa), внизу T. nedoluzhkoi (секция Prototrapa))

Таблица 1

Условные обозначения морфометрических параметров плодов

Сокращение	Описание признака	Сокращение	Описание признака
flen	Длина по верхним рогам	uhh1	Высота верхних рогов
fwid	Ширина по нижним рогам	uhh2	
fhgt	Высота плода	uhw1	Ширина верхних рогов
bthk	Толщина тела плода	uhw2	
bwid	Ширина тела плода	lhl1	Длина нижних рогов
ble1	Длина тела плода	lhl2	
ble2		lhh1	Высота нижних рогов
clen	Длина коронки	lhh2	
cwid	Ширина коронки	lhw1	Ширина нижних рогов
dcro	Диаметр коронки	lhw2	
nhgt	Высота шейки	lhb	Расстояние между нижними рогами
nthk	Толщина шейки	dis1	Расстояние от основания плода до основания нижних рогов
uhl1	Длина верхних рогов	dis2	
uhl2			

Примечание. Цифры 1 и 2 после сокращенного названия параметра означают минимальную и максимальную характеристику из двух симметричных.

Классификация представителей водяных орехов осуществлялась с использованием аппарата линейных классифицирующих функций, а визуальное представление объектов в факторном пространстве с привлечением линейного дискриминантного анализа [1]. Следует отметить, что предпосылки, определяющие оптимальность линейной классификации (нормальность, равенство корреляционных матриц) не выполнялись в рассматриваемых случаях. Последнее, однако, не являлось ограничением для использования схемы линейной классификации, учитывая, что верификация ее результатов может проводиться на базе имеющихся данных путем их предварительного разделения на тестовые и обучающие выборки.

Для проведения расчетов использовалась интегрированная посредством языка программирования Python (с использованием пакета Rpy2 (http://rpy.sourceforge.net)) вычислительная среда, включающая возможности статистического пакета R (http://r-project.org) и библиотеки научных вычислений SciPy (http://scipy.org).

Результаты исследований и их обсуждение. Выполнение процедур статистического анализа осуществлялось на группах видов, предварительно разделенных в соответствии с принадлежностью их к той или иной секции, а также исходя из экспертных представлений о сходстве видов.

Состав сформированных групп имел следующий вид:

G1 – виды секции *Prototrapa* (*T. incisa*, *T. nedoluzhkoi*, *T. maximowiczii*);

G2 – виды секции *Trapa* с двурогими плодами (*T. japonica* (с. Богуславец, Ильинские озера), *T. khankensis*, *T. pseudoincisa*);

G3 – виды секции *Trapa* с четырехрогими плодами (*T. kozhevnikoviorum*, *T. manshurica* (Ильинские озера), *T. manshurica* (оз. Малое Мраморное)).

В качестве примера рассмотрим процедуру определения наиболее информативных показателей в плане дискриминации видов для группы G2.

В результате такого анализа были определены наиболее информативные в плане дискриминации видов признаки. В частности, было установлено, что подходящими признаками для дифференциации видов являются высота верхних рогов (uhh1, 2), длина коронки (clen), ширина коронки (cwid). Вместе с тем неприемлемым для разделения видов этой группы является такой признак, как расстояние от основания плода до основания нижних рогов (dis1, 2).

Результаты дисперсионного анализа для трех групп приведены в табл. 2. Первые три признака характеризуются наименьшим значением p-value и, следовательно, можно предположить, что они вносят больший вклад в разделение видов. Последним трем признакам свойственно наибольшее значение p-value, они характеризуются наименьшим вкладом в дискриминацию видов.

Таблица 2

Дисперсионный анализ для групп G1 – G3

G1		G2		G3	
Признак	p-value	Признак	p-value	Признак	p-value
flen	$4{,}1\cdot10^{-74}$	uhh1 (uhh2)	$2{,}14\cdot10^{-60}$	uhw2 (uhw1)	$8{,}57\cdot10^{-40}$
ble2	$3{,}2\cdot10^{-73}$	clen	$1{,}04\cdot10^{-59}$	uhh1 (uhh2)	$1{,}56\cdot10^{-29}$
fhgt	$1.8\cdot10^{-72}$	cwid	$2{,}56\cdot10^{-56}$	bthk	$6{,}62\cdot10^{-25}$
nthk	$9{,}5\cdot10^{-23}$	lhb	0,03	lhl1	0,17
lhh1	$2{,}2\cdot10^{-22}$	dis2	0,58	lhl2	0,08
lhl1 (lhl2)	$4{,}9\cdot10^{-15}$	dis1	0,81	flen	0,44

Следует отметить, что традиционные параметрические (дисперсионный анализ Фишера) и непараметрические (тест Крускала-Уоллиса) схемы множественного сравнения средних не позволяют в полной мере адекватно оценить дискриминационный потенциал морфометрических показателей. Это связано с тем, что по некоторым морфометрическим признакам в анализируемой группе видов могут одновременно состоять как сильно различимые по этому признаку виды, так и неразличимые. В связи с этим дополнительный анализ парных различий средних значений для видов, составляющих группу, является более предпочтительным.

Более конкретно судить о принципиальной возможности дифференциации видов по морфологическим параметрам плодов можно исходя из результатов метода «скользящего» (иностранный термин – leave-one-out cross validation) экзамена [1], который в данной работе применяется для оценки точности классификации,

выполняемой на базе традиционной схемы линейного дискриминантного анализа в вычислительной среде R (функция lda библиотеки MASS).

Распределение исходных данных в проекциях на главные дискриминантные оси (рис. 2) визуально позволяет судить об успешности разделения видов водяных орехов по их общим (табл. 3) морфометрическим показателям.

Таблица 3

Общие морфометрические признаки для групп G1–G3

G1	G2	G3
ble1, ble2, bthk, bwid, dis1, dis2, fhgt, flen, fwid, lhh1, lhh2, lhl1, lhl2, lhw1, lhw2, nhgt, nthk, uhh1, uhh2, uhl1, uhw1, uhw2, uhl2	bthk, bwid, clen, cwid, dis1, dis2, fhgt, flen, fwid, lhb, lhh1, lhh2, lhl1, lhl2, lhw1, lhw2, nhgt, uhh1, uhh2, uhw1, uhw2	bthk, bwid, clen, cwid, dis1, dis2, fhgt, flen, fwid, lhb, lhh1, lhh2, lhl1, lhl2, lhw1, uhh1, uhh2, uhw1, uhw2, lhw2

Для групп G1–G3 были получены следующие оценки ошибок классификации:

G1: *T. incisa* – ошибка классификации 1,3 %, *T. nedoluzhkoi* – 0 %, *T. maximowiczii* – 2,5 %;

G2: каждый из видов идентифицируется абсолютно точно (ошибка 0 %);

G3: *T. manshurica* (Ильинские озера) – 34 %, *T. manshurica* (оз. Малое Мраморное) – 49 %, *T. kozhevnikoviorum* – 0 %.

Из рисунка 2 видно, что наилучшим образом по имеющимся признакам классифицируются представители группы G2. При этом наиболее значимыми для дискриминации признаками являются высота верхних рогов (uhh2, uhh1) и длина коронки (clen). Этим же признакам по результатам дисперсионного анализа свойственно наименьшее значение p-value.

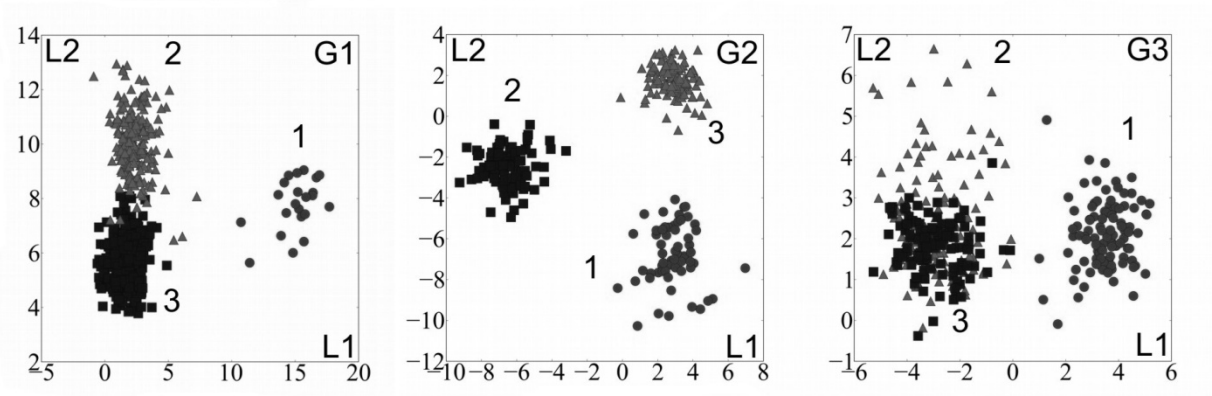


Рис. 2. Характеристики представителей групп G1-G3 в главных дискриминантных осях: G1: 1 –T. Nedoluzhkoi; 2 – T. Maximowiczii; 3 – T. incisa; G2: 1 – T. Japonica; 2 – T. Khankensis; 3 – T. pseudoincisa; G3: 1 – T. Kozhevnikoviorum; 2 – T. manshurica (оз. Малое Мраморное); 3 – T. manshurica (Ильинские озера)

Группа G3 также довольно четко характеризуется восстановлением видовой структуры: *T. kozhevnikoviorum* определяется как отдельный вид, а вот *T. manshurica* из разных мест произрастания практически неотличимы. Этот очевидный вывод о невозможности разделения представителей одного вида с различных мест обитания имеет важное значение в контексте проводимых исследований. При визуальном сравнении *T. manshurica* (Ильинские озера) и *T. manshurica* (оз. Малое Мраморное), учитывая качественные и морфологические особенности плодов, можно заключить, что представители данных видов вполне различны. Однако использование общих для представителей группы G3 морфометрических признаков (табл. 3) указывает на невозможность их определенной дифференциации, что, в частности, является свидетельством успешности выбора рассматриваемого набора морфометрических показателей. Тем не менее возможно ис-

пользование более тонких методов, например, методов геометрической морфометрии, которые позволят провести дифференциацию представителей *T. manshurica* с различных мест обитания.

Если говорить о значимых для классификации признаках, то общими по результатам дискриминантного анализа и парных сравнений средних таковыми можно читать толщину тела плода (bthk) и ширину верхних рогов (uhw1 и uhw2). Но эти виды хорошо отличаются по такому морфологическому признаку, как наличие/отсутствие шейки. В связи с этим количественные признаки, определяемые статистическими расчетами как значимые для классификации, должны использоваться наряду с качественными.

Группа G1 характеризуется четким отличием *T. nedoluzhkoi* от двух других видов секции *Prototrapa*, которые в свою очередь представляют больший интерес для классификации. Поскольку плоды видов *T. incisa* и *T. maximowiczii* при условии приблизительного равенства их метрических параметров практически неразличимы, вопрос о поиске наиболее информативных признаков очень актуален. Таковым признаком, однако, является не количественный, а качественный признак – наличие/отсутствие коронки. У *T. incisa* коронка отсутствует, у *T. maximowiczii* она развита в той или иной степени. Но достоверно эти виды отличаются по особенностям вегетативных и генеративных органов – по форме листовых пластинок и окраске венчика.

Обобщением изложенного является приводимый ниже ключ для определения видов *Trapa*, произрастающих на территории Приморского края. В основу определения видов положены морфометрические и структурные признаки плодов, лишенных экзокарпия. Признаки вегетативных органов, в частности, листьев, а также цветков, приводятся лишь в тех случаях, когда их особенности однозначно указывают на тот или иной вид. В нашем случае это относится к двум видам *T. incisa* и *T. maximowiczii*. Пожалуй, это единственные из изученных виды флоры юга Дальнего Востока, различия между которыми наиболее достоверно проявляются в особенностях морфологии листьев и цветков, нежели плодов.

Ключ к определению видов *Trapa*

1. Плоды сравнительно мелкие, 12–31 мм длиной по верхним рогам и 5–18 мм высотой. Поверхность тела плода, лишенного экзокарпия, гладкая, скульптура не развита. Плоды 4-рогие, рога отчетливо отделяются от тела плода ……..2

- Плоды среднего и крупного размера, 30–72 мм длиной и 11–32 мм высотой. Поверхность тела плода, лишенного экзокарпия, имеет обычно хорошо развитую скульптуру из бугров, вмятин и гребней. Плоды 2 или 4-рогие ...……..……..……..……4

2. Нижние рога отходят практически от основания плода: расстояние от основания плода до основания нижних рогов 1–5 мм. Длина плода по верхним рогам больше ширины плода по нижним рогам.....3

-Нижние рога отходят от середины тела плода: расстояние от основания плода до основания нижних рогов 5–9 мм. Длина плода по верхним рогам меньше или приблизительно равна ширине плода по нижним рогам.....……T. nedoluzhkoi

3. Шейка не расширяется в коронку. Листовые пластинки ромбические. Цветки розовые, мелкие (до 10 мм высотой). Плоды 12–22 мм длиной и 5–11,5 мм высотой .....T. incisa

- Шейка с едва заметной или хорошо различимой коронкой. Листовые пластинки с усеченным основанием. Цветки белые. Плоды 17–31 мм длиной и 8–17 мм высотой.....T. maximowiczii

4. Плоды двурогие. Нижние рога отсутствуют либо представлены короткими тупыми выростами, лишенными шипиков.....5

- Плоды четырехрогие. Нижние рога хорошо развиты, как правило, несколько меньше верхних, имеют шипики ……..……7

5. Плоды разнообразны по форме и величине. Шейка имеется высотой 1–5 мм. Коронка округлой, вытянутой или лопастной формы, 3–21 мм длиной и 2,5–20 мм шириной.....6

- Плоды веретеновидной или близкой к ней формы за счет постепенно сужающихся рогов, направленных горизонтально в стороны или несколько приподнятых. Шейка отсутствует, коронка лежит на теле плода или же незначительно над ним приподнимается. Длина и ширина коронки 3–7 мм.....T. khankensis

6. Рога тонкие, направлены косо вверх, высота 1,5–3 мм. Шейка 2–4 мм толщиной, наверху расширяется в округлую коронку диаметром до 5 мм. Скульптура плода слабо развита, включая выросты на месте нижних рогов. Плоды 25–47 мм длиной и 10,5–20 мм высотой……T. pseudoincisa

- Рога утолщенные, высотой 3–20 мм. Шейка 2–12,5 мм толщиной. Коронка 4,5–21 мм длиной и 4–20 мм шириной, округлой, квадратной, лопастной формы. Скульптура плода, как правило, хорошо развита. Выросты на месте нижних рогов могут достигать в длину 10 мм. Плоды 33–72 мм длиной и 12–32 мм высотой……..…….. T. Japonica

7. Шейка имеется. Коронка хорошо развита, лопастная, длина и ширина ее 5–14 мм. Верхние рога часто загнуты кверху ……..…….....T. manshurica

-Шейка отсутствует. Коронка прямоугольная, лежит на теле плода, длина и ширина 5–11 мм. Верхние рога покатые, горизонтально направленные ……..……T. kozhevnikoviorum

Интересно отметить результаты исследований, направленные на анализ точности предлагаемого ключа. Поскольку данные обучающих выборок, используемых в случае линейной классификации, содержали исключительно количественные морфометрические показатели плодов, а переходы по иерархической структуре ключа предполагают знание качественных признаков, было решено провести анализ в отношении «упрощенного» ключа, полученного из исходного исключением всех качественных условий (были исключены такие важные диагностические признаки, как наличие/отсутствие шейки, количество рогов и др.; ключевое выражение «Нижние рога отсутствуют …» было формализовано условием $|h|2 < 5$ мм). В результате тестирования работы «упрощенного» ключа было установлено, что вид *T. kozhevnikoviorum* определяется абсолютно точно, вид *T. incisa* – с ошибкой 8,7 %, *T. manshurica* – с ошибкой 18 %, *T. maximowiczii* – с ошибкой 23 %, *T. nedoluzhkoi* – с ошибкой 40 %, остальные – с ошибками более 50 %. Таким образом, даже в случае исключения всех качественных признаков при осуществлении переходов по классифицирующему дереву остается возможным успешное определение вида *Trapa*, по крайней мере, *T. kozhevnikoviorum* или *T. incisa*.

Заключение. При определении видов *Trapa* следует уделять первоочередное внимание не просто метрическим значениям тех или иных признаков, числовые диапазоны которых зачастую перекрываются, а информативным признакам. Наличие таких признаков позволяет избежать многочисленных измерений, тем самым оптимизируя и упрощая работу по определению видов. И здесь интересным является тот факт, что та или иная степень информативности свойственна таким структурным элементам плодов, как шейка и коронка. Именно на основании наличия/отсутствия шейки осуществляется разделение видов в секции *Trapa*, а по наличию/отсутствию коронки можно различить виды *T. incisa* и *T. maximowiczii* в секции *Prototrapa*.

В методологическом плане важно отметить то, что применение алгоритмов линейной классификации позволяет весьма точно идентифицировать видовую принадлежность водяных орехов. Таким образом, применение методов распознавания образов может быть эффективным при решении проблем систематики видов, характеризующихся выраженным полиморфизмом.

Литература

1. *Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков Е.С.* Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 608 с.
2. *Васильев В.Н.* Сем. Водяные орехи – Hydrocaryaceae Raimann // Флора СССР. – М.; Л., 1949. – Т. 15. – С. 637–662.
3. *Васильев В.Н.* Таксономическое значение вегетативных и генеративных органов рода Trapa L. // Ботанические материалы гербария Ботанического института им. Комарова АН СССР. – 1950. – Т. 13. – С. 146–156.
4. *Ворошилов В.Н.* Флора советского Дальнего Востока. – М.: Наука, 1966. – 480 с.
5. *Ворошилов В.Н.* Определитель растений советского Дальнего Востока. – М.: Наука, 1982. – 674 с.
6. *Кобзарь А.И.* Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
7. *Куренцова Г.Э.* Растительность Приморского края. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1968. – 192 с.
8. *Куренцова Г.Э.* Реликтовые растения Приморья. – Л.: Наука, 1968. – 72 с.
9. *Пшенникова Л.М.* Флористические находки редких водных растений в Приморском крае и на полуострове Камчатка // Интродукционные центры Дальнего Востока России: итоги исследований: мат-лы первой отчетной сессии регионального совета ботанических садов Дальнего Востока. – Владивосток, 2002. – С. 158–159.
10. *Пшенникова Л.М.* Сем. Рогульниковые – Trapaceae Dumort. // Флора российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» (1985–1996). – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Т. 1–8. – С. 183–185.
11. *Пшенникова Л.М.* Новый вид рода Trapa (Trapaceae) с Дальнего Востока России // Ботан. журн. – 2007. – Т. 92. – № 1. – С. 159–160.
12. *Пшенникова Л.М., Берестенко Е.Н.* Новые данные о распространении редких видов водных растений на территории российского Дальнего Востока // Ботан. журн. – 2006. – № 12. – С. 1951–1953.

13. *Цвелев Н.Н.* Сем. Рогульниковые, или Водноореховые – Trapaceae Dumort. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. – СПб.: Наука, 1995. – Т. 7. – С. 241–244.

УДК 635.21:631.445.4

А.А. Васильев

ВЛИЯНИЕ ГЛАУКОНИТА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Автором статьи изучено влияние глауконита на фотосинтетическую деятельность и формирование урожая картофеля в условиях лесостепной зоны Южного Урала. Приведены результаты исследований, подтверждающие положительное влияние природного минерала на урожайность картофеля.

Ключевые слова: *картофель, глауконит, глауконитовый песок, фотосинтез, вынос элементов питания.*

A.A. Vasiliev

GLAUCONITE INFLUENCE ON THE POTATO PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND CROP CAPACITY

The glauconite influence on the potato photosynthetic activity and yield formation in the southern Ural forest-steppe zone is studied by the author of the article. The research results proving the natural mineral positive influence on the potato crop capacity are set forth.

Key words: potato, glauconite, glauconite sand, photosynthesis, nutritional element carry-out.

Введение. В рыночных условиях одним из путей повышения эффективности производства растениеводческой продукции является использование умеренных доз дорогостоящих минеральных удобрений за счет применения более дешевых природных минералов [1, 2]. Наибольшее применение среди природных минералов на Урале получил глауконит, разведанные запасы которого в Челябинской области превышают 300 млн т [3]. Исследования Южно-Уральского НИИ плодоовощеводства и картофелеводства (2001–2003 гг.) показали, что глауконитовые пески Каринского месторождения пригодны для применения в качестве удобрения картофеля без предварительной подготовки. Наибольшая эффективность глауконитов отмечалась на фоне азотно-фосфорных удобрений ($N_{60}P_{60}$). В дозе 10 т/га глауконитовые пески повышали урожайность картофеля на 28,6 %, крахмалистости клубней – на 2,0 % по сравнению с фоном $N_{60}P_{60}$ [4]. Для картофелеводческих хозяйств Уральского региона была разработана технология возделывания картофеля с применением глауконита [5].

Цель исследований. Изучить влияние глауконитовых песков на фотосинтетическую деятельность и формирование урожая картофеля в условиях лесостепной зоны Южного Урала.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2004–2006 гг. Схема опыта. Фактор А – сорт: 1. Губернатор (ранний); 2. Невский (среднеранний); 3. Спиридон (среднеспелый). Фактор В – глауконит: 1. $N_{60}P_{60}$ (контроль); 2. $N_{60}P_{60}$ + глауконитовый песок в дозе 40 т/га.

Предшественник – чистый пар. Фракция семенных клубней – 80–100 г. Схема посадки – 80х35 см (35,7 тыс. клуб/га). Срок посадки – вторая декада мая. Глубина посадки – 8–10 см. Почва – окультуренный выщелоченный чернозем среднесуглинистого механического состава с содержанием гумуса 6,18–6,45 %, N-NO_3 – 5,8–7,4 мг/100 г, P_2O_5 – 21,9–29,2 мг/100 г, K_2O – 38,9–42,5 мг/100 г почвы, $pH_{сол.}$ – 5,85–6,63.

Погодные условия различались по годам исследований. Вегетационный период (июнь-август) 2004 г. был засушливым (ГТК = 0,67), 2005 г. – достаточно влажным (ГТК = 1,36), 2006 г. – влажным (ГТК = 1,81).

Результаты исследований и их обсуждение. Применение глауконита оказывало положительное влияние на площадь ассимиляционной поверхности с самого начала вегетации (табл. 1). Так, на 20-й день после всходов у растений сорта Губернатор площадь листьев на фоне глауконита была на 12,6 % больше,

чем на контроле, в фазе бутонизации – на 20,9 %; у сорта Невский прибавки составляли соответственно 11,6; 10,9 %, у сорта Спиридон – 15,1 и 9,2 %.

Таблица 1

Динамика накопления площади ассимиляционной поверхности картофеля при использовании глауконита, тыс. м²/га (2004–2006 гг.)

Сорт (А)	Глауконит (В)	Фаза развития				
		Всходы	Бутонизация	Цветение	Начало увядания	Уборка
Губернатор	Контроль	9,32	26,36	34,79	31,54	25,29
	Глауконит	10,50	31,86	42,25	36,25	27,96
Невский	Контроль	9,86	26,61	37,04	33,39	30,04
	Глауконит	11,00	29,50	40,89	36,25	30,71
Спиридон	Контроль	9,71	28,46	45,82	44,54	41,68
	Глауконит	11,18	31,07	47,89	45,25	39,29

Наибольшая листовая поверхность формировалась в фазе цветения культуры. Применение глауконитовых песков способствовало увеличению листового индекса картофеля сорта Губернатор на 21,5 %, Невский – на 10,4 %, Спиридон – на 4,5 %. По мере старения растений влияние глауконита на площадь листьев становилось менее заметным.

Фотосинтетический потенциал посева (ФП) – важнейший показатель продукционного процесса, который характеризуется суммарной площадью листьев за каждый день вегетационного периода и отражает напряженность работы ассимиляционной поверхности как за межфазные периоды, так и в целом за весь период вегетации. Фотосинтетический потенциал в наших опытах нарастал по мере увеличения индивидуальной листовой поверхности растений картофеля и достигал максимума в конце вегетации. Сумма ФП за вегетацию у сорта Губернатор в варианте использования глауконита составила 3,026 млн м²/га·дн., у сорта Невский – 2,974, у сорта Спиридон – 3,513 млн м²/га·дн., что на 18,1; 9,0; 3,6 % соответственно больше, чем на контроле (табл. 2).

Таблица 2

Фотосинтетический потенциал посевов картофеля в зависимости от глауконита, млн м²/га·дн.

Сорт (А)	Глауконит (В)	Всходы – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – начало увядания	Начало увядания – уборка	Всего
Губернатор	Контроль	0,456	0,351	1,235	0,519	2,561
	Глауконит	0,550	0,429	1,451	0,596	3,026
Невский	Контроль	0,461	0,368	1,324	0,577	2,730
	Глауконит	0,513	0,412	1,433	0,616	2,974
Спиридон	Контроль	0,487	0,427	1,557	0,921	3,392
	Глауконит	0,548	0,452	1,613	0,900	3,513

Наши исследования показали, что глауконитовые пески оказывают положительное влияние на усвоение питательных элементов с самого начала вегетации, повышая содержание азота, фосфора и калия в листьях и стеблях изучаемых сортов картофеля (табл. 3). По сорту Невский влияние глауконита на концентрацию азота и фосфора отмечалось в течение всей вегетации: в листьях содержание азота повышалось на 0,08–0,40 %, фосфора – на 0,03–0,11 %, в стеблях на 0,05–0,24 и 0,03–0,12 % соответственно. Содержание калия в листьях на фоне глауконита повышалось в фазе бутонизации (на 0,14 %), а в стеблях в период бутонизации – уборки (на 0,02–0,28 %).

Таблица 3

Динамика содержания азота, фосфора и калия в надземных вегетативных органах картофеля, % на а.с.в. (среднее за 2004–2006 гг.)

Сорт	Вариант опыта	Листья				Стебли			
		Всходы	Бутонизация	Цветение	Увядание	Всходы	Бутонизация	Цветение	Увядание
Азот									
Губернатор	Контроль	5,41	4,63	4,54	4,05	3,74	2,74	2,70	2,23
	Глауконит	5,25	4,93	4,48	3,80	3,31	3,18	2,76	2,13
Невский	Контроль	5,86	4,70	4,27	3,82	3,67	2,99	2,51	1,86
	Глауконит	5,94	4,65	4,67	4,03	3,91	3,06	2,61	2,02
Спиридон	Контроль	5,98	4,87	4,29	3,77	3,50	2,70	2,50	1,88
	Глауконит	6,00	4,54	4,20	3,88	3,22	2,71	2,31	1,83
Фосфор									
Губернатор	Контроль	0,80	0,86	0,71	0,58	0,79	0,71	0,58	0,50
	Глауконит	0,78	0,84	0,78	0,60	0,78	0,74	0,56	0,50
Невский	Контроль	0,76	0,70	0,63	0,53	0,64	0,55	0,46	0,41
	Глауконит	0,87	0,74	0,72	0,60	0,68	0,67	0,55	0,45
Спиридон	Контроль	0,79	0,79	0,69	0,56	0,80	0,70	0,55	0,45
	Глауконит	0,82	0,78	0,67	0,61	0,76	0,63	0,57	0,46
Калий									
Губернатор	Контроль	6,20	5,78	5,83	4,78	8,55	8,95	8,83	7,49
	Глауконит	5,98	5,77	5,82	4,74	9,65	9,42	9,03	8,34
Невский	Контроль	6,51	5,68	5,13	4,87	8,65	8,12	7,43	6,43
	Глауконит	6,39	5,82	5,08	4,75	7,79	8,14	7,47	6,71
Спиридон	Контроль	6,50	5,71	5,50	4,83	9,89	9,65	8,25	7,21
	Глауконит	6,92	5,81	5,92	5,06	9,78	9,30	8,28	7,37

У раннего сорта Губернатор внесение глауконита наиболее существенно влияло на содержание калия в стеблях (прибавка в фазе всходов составила 1,10 %, бутонизации – 0,47, цветения – 0,20, увядания ботвы – 0,85 %). Процент азота в листьях в фазе бутонизации увеличивался на 0,30 %, уборки – на 0,17, а в стеблях в период бутонизации – на 0,44 %, цветения – на 0,06, уборки – на 0,08 % к контролю. Содержание фосфора в листьях достоверно повышалось в фазе цветения (на 0,07 %), а в стеблях – в фазе бутонизации (на 0,03 %).

У среднеспелого сорта Спиридон применение глауконитовых песков повышало содержание калия в листьях в фазе всходов на 0,42 %, бутонизации – на 0,10, цветения – на 0,42, увядания – на 0,23 %; в стеблях в фазе цветения на 0,03 %, увядания – на 0,16, уборки – на 0,10 %. Тогда как концентрация азота и фосфора в листьях достоверно возрастала только в фазе всходов на 0,02 и 0,03 % и начала увядания – на 0,11 и 0,05 % соответственно.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) картофеля при использовании глауконита изменялась несущественно. Наибольшим этот показатель был в период бутонизация – цветение – от 7,42 до 9,82 г/м^2 в сутки (табл. 4). Внесение глауконитовых песков повышало ЧПФ картофеля у сорта Губернатор в период бутонизация – цветение на 14,5 % и цветение – начало увядания – на 7,5 %, у сорта Невский в период всходы – бутонизация – на 6,2 %, а у сорта Спиридон в период бутонизация – цветение – на 2,7 % по сравнению с контролем. Тогда как в целом за вегетацию влияние глауконита на ЧПФ было недостоверным.

Таблица 4

Чистая продуктивность фотосинтеза картофеля при использовании глауконита, г/м^2/ сут.

Сорт (А)	Глауконит (В)	Фаза развития				
		Всходы – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – начало увядания	Начало увядания – уборка	Средне-взвешенная
Губернатор	Контроль	4,90	7,42	1,61	2,40	3,58
	Глауконит	4,36	8,50	1,73	1,99	3,70
Невский	Контроль	4,16	9,82	2,23	3,59	4,27
	Глауконит	4,42	9,70	2,21	2,49	4,22
Спиридон	Контроль	4,81	8,49	2,58	3,92	4,28
	Глауконит	4,70	8,72	2,28	3,84	4,30

Дисперсионный анализ двухфакторного полевого опыта показал, что использование глауконитовых песков оказывало сильное влияние на развитие ассимиляционной поверхности листьев картофеля в фазе всходов (вклад фактора 82,9 %) и бутонизации (86,2 %), тогда как в период цветения этот показатель в основном зависел от генотипа (55,9 %) и в меньшей степени от глауконита (37,6 %). В фазе начала увядания ботвы сорт контролировал 83,6 %, а в период уборки 93,7 % вариации площади листьев. Доля вариации площади листьев, обусловленная внесением глауконита, в фазе увядания не превышала 11,8 %, а во время уборки была несущественной – 1,0 % (табл. 5).

Таблица 5

Вклад факторов в варьирование показателей, характеризующих фотосинтетическую деятельность картофеля, %

Фаза, период	Факторы и их взаимодействие			
	А (сорт)	В (глауконит)	АВ	Случайная изменчивость
Площадь ассимиляционной поверхности листьев				
Всходы	3,4	82,9	2,9	10,8
Бутонизация	4,9	86,2	4,0	4,9
Цветение	55,9	37,6	4,1	2,4
Начало увядания	83,6	11,8	1,2	3,4
Уборка	93,6	1,0	1,9	3,5
Фотосинтетический потенциал посевов картофеля				
Всходы – бутонизация	4,8	91,2	2,7	1,3
Бутонизация – цветение	28,8	63,7	5,8	1,7
Цветение – начало увядания	54,9	38,4	4,7	2,0
Начало увядания – уборка	95,6	1,2	0,7	2,5
Сумма за вегетацию	67,7	27,1	3,0	2,2
Чистая продуктивность фотосинтеза картофеля				
Всходы – бутонизация	59,1	5,9	32,6	2,4
Бутонизация – цветение	78,9	10,5	8,2	2,4
Цветение – начало увядания	90,5	1,1	5,9	2,5
Начало увядания – уборка	71,1	20,6	6,1	2,2
Средневзвешенная за вегетацию	96,9	0,0	0,6	2,5

Фотосинтетический потенциал картофеля в начале вегетации также в значительной степени зависел от применения глауконита, а начиная с фазы цветения, главным образом, от генотипа. Если в период всходы – бутонизация доля вариации ФП, обусловленная внесением глауконита, составляла 91,2 %, бутонизация – цветения – 63,7 %, то в период цветение – начало увядания – 38,4 %, а в период увядание – уборка – 1,2 %. Вклад сорта в варьирование ФП при этом составлял соответственно 6,5; 28,8; 54,9; 95,6 %.

Чистая продуктивность на фотосинтеза картофеля зависела главным образом от сорта. Доля вариации ЧПФ, обусловленная генотипом, в период всходы – бутонизация составляла 59,1 %, бутонизация – цветение – 78,9 %, цветение – начало увядания ботвы – 90,5 %, увядание – уборка – 71,1 %, а за вегетацию в целом – 96,9 %. Достоверное влияние глауконита на ЧПФ отмечалось в период всходы – бутонизация (5,9 %), бутонизация – цветение (вклад фактора – 10,5 %) и увядание – уборка (20,6 %).

Коэффициент усвоения фотосинтетически активной радиации зависел главным образом от генотипа (вклад фактора 78,0 %), в меньшей степени – от глауконита (16,6 %). Тем не менее применение глауконита улучшало этот показатель у всех сортов картофеля (табл. 6).

Таблица 6

Элементы продуктивности посевов картофеля в зависимости от применения глауконита (среднее за 2004–2006 гг.)

Сорт (А)	Глауконит (В)	Урожай сухой биомассы, т/га	Среднесуточный прирост сухой биомассы, кг/га	Коэффициент использования ФАР	Продуктивность работы 1000 м^2 ФП, кг
Губернатор	Контроль	9,02	103,7	3,96	13,5
	Глауконит	11,08	127,3	4,87	14,3
Невский	Контроль	11,54	132,7	5,07	16,4
	Глауконит	12,71	146,1	5,59	16,6
Спиридон	Контроль	14,34	164,9	6,30	14,5
	Глауконит	14,83	170,5	6,52	15,4

Сопоставление полученных данных с результатами исследований по изучению влияния расчетных доз минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность и формирование урожая картофеля лесостепной зоны Южного Урала показывает, что окультуренность почвы является важнейшим фактором повышения продуктивности картофелеводства. На выщелоченных черноземах со средним содержанием подвижных форм питательных элементов в пахотном слое коэффициент поглощения ФАР варьировал в пределах от 2,34 до 5,28 % [6], тогда как на черноземе с очень высоким содержанием фосфора и калия коэффициент усвоения ФАР в варианте с глауконитом достигал 4,87–6,52 % в зависимости от сорта.

Продуктивность работы листьев – выход клубней на 1000 единиц ФП – показывает работу фотосинтетического потенциала за период вегетации. Этот показатель достоверно изменялся в вариантах применения глауконита на сорта Губернатор (на 5,9 %) и Спиридон (на 6,2 %) по сравнению с контролем. Повышение уровня минерального питания, благодаря применению глауконита, увеличивало среднесуточный прирост сухой биомассы картофеля: сорта Губернатор – на 22,8 %, сорта Невский – на 10,1, сорта Спиридон – на 3,4 %.

Улучшая условия для использования фотосинтетически активной солнечной радиации, глауконит способствовал повышению продуктивности растений картофеля. Прибавка конечной продуктивности у сорта Губернатор составила 22,0 %, Невский – 10,5, Спиридон – 14,9 % по отношению к контролю. В перерасчете на 1 га прибавка от глауконита составила у сорта Губернатор 8,51 т/га, Невский – 4,69, Спиридон – 7,32 т/га (табл. 7).

Таблица 7

Урожайность картофеля при использовании глауконитовых песков Каринского месторождения, т/га

Сорт	Вариант опыта	Урожайность				Прибавка от глауконита
		2004 г.	2005 г.	2006 г.	Среднее	
Губернатор	Контроль	24,61	35,27	43,84	34,57	–
	Глауконит	27,57	43,30	58,36	43,08	8,51
Невский	Контроль	20,57	49,11	64,29	44,65	–
	Глауконит	20,93	55,71	71,37	49,34	4,69
Спиридон	Контроль	25,25	52,99	69,40	49,22	–
	Глауконит	28,14	55,94	78,39	54,16	4,94
$НСР_{05}$		1,40	1,95	4,33	1,51	
$НСР_{05}$ (А)		0,99	1,38	3,06	1,06	
$НСР_{05}$ (В)		0,81	1,13	2,50	0,86	

Используя данные о содержании элементов питания в надземных органах и клубнях, а также данные по урожайности изучаемых сортов картофеля при использовании глауконитовых песков, мы произвели расчет выноса элементов питания с 1 га и 1 т урожая клубней. Анализ полученных данных показал, что вынос элементов питания урожаем картофеля с единицы площади варьирует в значительных пределах и зависит от условий вегетационного периода, сорта и использования глауконита. В среднем за три года у среднеспелого сорта Спиридон вынос азота с 1 га был в среднем на 28,3 % больше, чем у раннего сорта Губернатор, и на 31,0 % больше, чем у сорта Невский. По выносу фосфора преимущество Спиридона составляло 30,6 и 18,2 %, калия – 39,2 и 38,6 % соответственно (табл. 8).

Таблица 8

Вынос элементов питания урожаем клубней с учетом побочной продукции при использовании глауконита (среднее за 2004–2006 гг.)

Сорт (А)	Глауконит (В)	N		P_2O_5		K_2O	
		кг/га	кг/т	кг/га	кг/т	кг/га	кг/т
Губернатор	Контроль	173,5	5,14	43,7	1,25	288,2	8,51
	Глауконит	198,5	4,92	51,8	1,20	331,1	8,25
Невский	Контроль	169,9	4,21	48,3	1,09	289,4	6,77
	Глауконит	196,5	4,75	56,3	1,20	331,3	7,44
Спиридон	Контроль	196,5	4,75	56,3	1,20	331,3	7,44
	Глауконит	236,4	4,56	64,1	1,18	393,1	7,73

Применение глауконита повышало вынос элементов питания растениями с единицы площади. У сорта Губернатор на фоне глауконита отмечалось увеличение выноса азота на 14,4 %, фосфора – на 18,4, калия – на 14,9 %, у сорта Невский вынос азота возрастал на 15,6 %, фосфора – на 16,5, калия – на 14,5 %. У сорта Спиридон глауконит повышал вынос с 1 га азота на 6,2 %, фосфора – на 12,2 % и не влиял на вынос калия.

Наши опыты показали, что в лесостепной зоне Южного Урала картофель (с учетом побочной продукции) выносит на единицу продукции несколько меньше фосфора, чем в других регионах, что следует учитывать при разработке системы удобрения этой культуры. Так, Г.В. Коренев [6] отмечает, что каждую тонну клубней с соответствующей массой ботвы картофель выносит из почвы 4–6 кг азота, 1,2–2 кг фосфорной кислоты и 6–11 кг окиси калия.

Применение глауконита увеличивало вынос питательных элементов в расчете на единицу продукции у растений сорта Невский (N – с 4,21 до 4,75 кг/т, P_2O_5 – с 1,09 до 1,20, K_2O – с 6,77 до 7,44 кг/т) и несколько снижало вынос NPK на 1 т клубней у сортов Губернатор и Спиридон.

Заключение. Применение глауконитовых песков усиливает поглощение элементов минерального питания картофелем с самого начала вегетации. Как следствие, в первой половине вегетационного периода отмечается сильное влияние глауконита на ассимиляционную поверхность (вклад этого фактора в варьирование площади листьев в фазе всходов составил 82,9 %, бутонизации – 86,2, цветения – 55,9 %) и фотосинтетический потенциал картофеля (вклад глауконита в варьирование ФП в период всходы – бутонизация составил 89,7 %, в период бутонизация – цветения – 63,7 %).

Важным фактором повышения продуктивности картофеля в лесостепи Южного Урала является окультуренность почвы. Возделывание адаптивных сортов картофеля на окультуренном выщелоченном черноземе позволяет увеличить коэффициент усвоения фотосинтетически активной радиации на фоне применения глауконита до 4,87–6,52 %, а урожайность картофеля сорта Губернатор – до 43,08 т/га, Невский – до 49,34, Спиридон – до 54,16 т/га.

Существенный рост урожая картофеля, благодаря использованию глауконитовых песков, обеспечивается в основном за счет повышения суммарной площади листьев (ФП), фотосинтетическая продуктивность работы которой в расчете на единицу листовой поверхности изменялась несущественно. ЧПФ зависит главным образом от генотипа, который обуславливает от 59,1 до 90,5 % вариации этого показателя в течение вегетации.

В лесостепной зоны Южного Урала картофель (с учетом побочной продукции) выносит из почвы в среднем 4,21–5,14 кг азота, 1,09–1,25 кг фосфора и 6,77–8,51 кг калия на 1 т клубней. Вынос фосфора на

единицу продукции несколько меньше, чем в других регионах Российской Федерации, что следует учитывать при разработке системы удобрения картофеля.

Литература

1. *Кацнельсон Ю.Я.* Глаукониты – нетрадиционный вид местного агрохимического сырья. – Ростов-на/Д., 1989. – 5 с.
2. *Мешков В.Н.* Урожайность и качество картофеля в зависимости от применения глауконита и минеральных удобрений в Липецкой области: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Воронеж, 2009. – 23 с.
3. *Абдурахманова В.Н.* Глауконит – нетрадиционное сырье. Предпосылки создания сырьевой базы глауконита в Челябинской области // Глауконит – калийное удобрение и минерал, пригодный для реабилитации загрязненных радионуклидами земель: науч.-практ. конф. – Челябинск, 2003. – С. 18–22.
4. *Васильев А.А.* Глауконит – эффективное природное минеральное удобрение картофеля // Аграр. вестн. Урала. – 2009. – № 6. – С. 35–37.
5. *Кожемякин В.С., Васильев А.А.* Технология производства картофеля с применением глауконитовых песков в условиях Уральского региона. – Челябинск: ЮУНИИПОК, 2004. – 45 с.
6. *Васильев А.А.* Влияние густоты посадки и расчетных доз минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность и формирование урожая картофеля в условиях Южного Урала // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2. – С. 32–38.
7. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур / *Г.В. Коренев, Г.Г. Гатаулина, А.И. Зинченко* [и др.] / под ред. *Г.В. Коренева*. – М.: Агропромиздат, 1988. – 301 с.

УДК 574.4:633.1.631.84

Г.А. Демиденко, Д.Ф. Жирнова

РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ РЕЖИМЕ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ В ВЕГЕТАЦИОННОМ ОПЫТЕ

В статье приведены результаты исследований различных режимов увлажнения почвы на развитие яровой пшеницы и эффективность влияния азотных удобрений в вегетационном опыте. Полученные результаты показали, что наиболее благоприятные условия для роста и развития растений пшеницы были созданы при влажности корнеобитаемого слоя почвы в пределах 60–80 % от полной влагоемкости.

***Ключевые слова**: пшеница, почва, влажность, режим увлажнения, поливная масса, удобрения, эффективность, вегетационный опыт.*

G.A. Demidenko, D.F. Zhirnova

SPRING WHEAT GROWTH AND DEVELOPMENT IN VARIOUS SOIL MOISTENING MODE IN THE VEGETATIVE EXPERIMENT

The research results of different soil moisture modes on the spring wheat development and influence efficiency of nitrogen fertilizers in vegetation experiment are presented in the article. The received results showed that the most favorable conditions for the wheat plant growth and development were created when the root-inhabited soil layer moisture was within 60–80 % of full water capacity.

Key words: wheat, soil, humidity, moistening mode, irrigation mass, fertilizers, efficiency, vegetation experiment.

Введение. Роль воды в жизни растений огромна и многообразна. С водой неразрывно связаны все явления роста. Для усвоения зольных элементов необходима небольшая часть воды, составляющая примерно 9 % потребленного количества. Вся остальная масса (90 %) испаряется с поверхности растений для охлаждения тканей и поддержания тепловых условий, необходимых для жизни растений [1]. Растения при недостатке воды резко снижают продуктивность в период образования репродуктивных органов. Поэтому

изучение водного режима почв имеет первостепенное значение в связи с их плодородием – почва является практически единственным источником влаги для растений [2].

Водный режим почвы, который зависит от количества и интенсивности выпадения осадков в течение года и вегетационного периода, является одним из решающих факторов урожая. Удобрения способствуют более продуктивному использованию растениями влаги. При резком ее недостатке в почве удобрения не повышают урожай сельскохозяйственных культур и даже могут ослабить рост и развитие растений [3].

Важно отметить, что растения нормально развиваются только при постоянном и достаточном количестве влаги в почве. Недостаток, как и избыток, влаги в почве ограничивает продуктивность растений. Водообеспеченность растений определяется не только количеством поступающей воды в почву, но и ее водными свойствами, способностью почвы впитывать, фильтровать, удерживать, сохранять и отдавать ее растению по мере потребления [4].

Цель исследований. Определение оптимального режима увлажнения почвы для нормального роста и развития яровой пшеницы и эффективного усвоения азотных удобрений.

Объекты и методы исследований. Работа проводилась на кафедре агроэкологии и природопользования ИАЭТ КрасГАУ. В качестве основного объекта исследований использовались семена яровой пшеницы сорта Новосибирская 15.

Новосибирская 15. Сорт селекции СибНИИРСа. Разновидность лютесценс. Сорт включен в Госреестр по краю в 4 и 5 зонах. Куст полупрямостоячий. Соломинка выполнена слабо, с сильным опушением верхнего узла. Колос цилиндрический, средней плотности, белый. Зерно яйцевидное, окрашенное, хохолок короткий. Масса 1000 зерен 34–36 г. Раннеспелый. Обладает высокой устойчивостью к полеганию, пыльной головней поражается слабо, но восприимчив к поражению твердой головней. По содержанию белка и клейковины в зерне отвечает требованиям сильных пшениц.

Яровая пшеница довольно влаголюбивая культура, в течение всего жизненного цикла она требует определенного количества воды. Наиболее благоприятные условия по использованию растущим растением влаги создаются при влажности корнеобитаемого слоя почвы в пределах 60–70 % от полной полевой влагоемкости. При такой влажности снижается и величина транспирационного коэффициента [5]. Быстрое набухание и прорастание проходит при влажности почвы выше 40 % от полной влагоемкости. Прорастание замедляется и почти прекращается, если в почве содержание воды падает ниже 30 %. Рост вегетационной массы, листьев, стеблей и соцветий прекращается, если влажность снижается до 20–25 %. При такой влажности почвы рост корневой системы почти приостанавливается [5].

Внесение удобрений как одно из средств повышения эффективности плодородия почвы также приводит к снижению транспирационного коэффициента и уменьшает у пшеницы расход воды на построение единицы сухого вещества на 25–30 %. Коэффициент использования минеральных азотных удобрений обычно составляет 60–70 % и зависит в значительной степени от особенностей растений, поглотительной деятельности корневой системы, форм удобрений, погодных условий, кислотности, окультуренности почв и т.д. [6].

Недостаток и избыток влаги резко снижает использование азота удобрений. В связи с этим важно правильное сочетание доз удобрений и поливов. При недостатке поливной воды нормы удобрений следует снижать. Удобрения хорошо вносить вместе с поливной водой. Все вышеизложенные факты определили направление проведенных исследований.

К качестве основного метода исследований использовался вегетационный опыт, позволяющий поддерживать в благоприятных соотношениях внешние условия и, прежде всего, обеспеченность растений влагой, светом, теплом [7]. Однако это не означает, что он может заменить полевые опыты, так как условия произрастания растений в полевых условиях существенно отличаются от условий в вегетационных опытах [8].

Отбор почвенных проб проводился с дернового горизонта (со слоя 0–20 см) на целинных участках в микрорайоне «Ветлужанка». Количество необходимой почвы для вегетационного опыта определяли с учетом числа сосудов и их емкости. Таким образом, была отобрана серая лесная почва, в которой содержание общего азота в горизонте А1 составило 0,3 %, подвижного фосфора – около 15 мг/100 г почвы по Кирсанову, подвижного калия – 8 мг/100 г почвы по Масловой [8].

Перед закладкой опыта семена были заложены для проращивания в стерильных чашках Петри. Определение энергии прорастания и всхожести семян проводили по стандартной методике.

В ходе выращивания культуры для исследования создавались одинаковые условия для всех вариантов опыта, но с различным увлажнением от 40 до 80 % от полной влагоемкости (табл. 1). Поливную массу, до которой необходимо поливать сосуды, вычисляли по стандартной методике [7].

Поливная масса складывалась из массы сосуда, массы почвы с влажностью в день набивки и массы недостающей воды. Дозу азотного удобрения в физической массе на сосуд в вариантах, где оно использо-

валось, рассчитывали в зависимости от объема сосуда, взятой дозы удобрения в действующем веществе и содержания питательного элемента в удобрении [7].

В ходе исследований были определены жизнеспособность семян, масса надземной части растений и объем корней, произведен учет всходов, проводились наблюдения за динамикой развития проростков.

Статистическая обработка данных была выполнена с помощью программы STATISTICA (Statistica for Windows, ver. 5.0).

Таблица 1

Условия проведения опыта

Номер сосуда	Масса сосуда, г	Увлажнение (в %) от ПВ и наличие удобрения	Масса пакета + абсолютно сухая почва, г	Масса абсолютно сухой почвы, г	Влажность, %	Средняя масса сухой почвы, г	Средняя влажность почвы в вариантах, %	Поливная масса, г	Масса абсолютно сухой почвы + сосуд, г	Масса почвы + поливная масса, г
1	2,35	60	134,3	129,3	38,9	128,7	39,6	26	131,7	157,7
2	2,48		134,4	129,4	38,8				131,9	157,9
3	2,50		134,7	129,7	38,5				132,2	158,0
4	2,49		134,5	129,5	38,7				132,0	158,0
5	2,44		130,4	125,4	43,2				127,8	153,8
6	2,35	40	135,9	130,9	37,2	131,8	36,4	18,3	133,3	151,6
7	2,50		137,0	132,0	36,1				134,5	152,8
8	2,46		141,8	136,8	31,1				139,3	157,6
9	2,34		135,2	130,2	37,9				132,5	150,8
10	2,44		134,1	129,1	39,1				131,5	149,8
11	2,37	80	134,7	129,7	38,5	128,7	39,6	34,7	132,0	165,7
12	2,37		132,0	127,0	41,4				129,4	164,1
13	2,40		132,0	127,0	41,4				129,4	164,1
14	2,48		134,5	129,5	38,7				131,9	166,6
15	2,49		135,3	130,3	37,8				132,7	167,4
16	2,45	60+мочевина	133,3	128,3	40,0	130,6	40,2	26	130,7	156,7
17	2,03		134,1	129,1	39,1				131,4	157,4
18	2,41		133,6	128,5	39,1				130,9	156,9
19	2,50		131,6	126,6	41,9				129,1	155,1
20	2,32		132,8	127,8	40,5				130,2	156,2
21	2,43	40+мочевина	133,7	128,7	39,6	128,5	39,5	18,3	131,1	149,4
22	2,54		134,4	129,4	38,8				131,9	150,2
23	2,49		135,0	130,0	38,2				132,5	150,8
24	2,59		131,8	126,8	41,7				129,4	147,7
25	2,49		132,4	127,4	39,4				129,9	148,2
26	2,51	80+мочевина	133,6	128,5	39,7	127,1	41,3	34,7	131,0	165,7
27	2,58		132,7	127,7	40,6				130,2	164,9
28	2,43		129,3	124,5	44,5				126,9	161,6
29	2,50		130,8	125,8	42,8				128,3	163,0
30	2,41		134,2	129,2	38,8				131,6	166,3

Результаты исследований и их обсуждение. Посев яровой пшеницы произведен на глубину 2,5 см одновременно во все сосуды. Всхожесть – основной показатель качества семян, это процент нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа [9]. Всхожесть исследуемой культуры в опыте была равна 90 %.

После определения лабораторной всхожести семян был заложен вегетационный опыт. В каждый сосуд высевалось по семь жизнеспособных семян. Через неделю взошли семена в варианте с влажностью 80 и 60 % от полной влагоемкости с добавлением азотного удобрения (карбамида), в вариантах без удобрений и меньшей влажностью (40 %) – на 9-й день, в варианте с влажностью 40 % + карбамид всходы не появились в указанный период.

В целом в вариантах с влажностью 80 % от ПВ с применением азотного удобрения и без его использования всхожесть семян была равна 100 %, с влажностью 60 % от ПВ и 40 % от ПВ – 40 и 11 % соответственно. В вариантах с влажностью 60 % от ПВ + карбамид всхожесть составила 74 %. В варианте с увлаж-

нением почвы 40 % + азотное удобрение семена оказались нежизнеспособны, так как всходы не появились. Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее дружные всходы яровой пшеницы появляются при увлажнении почвы на 60–80 % от полной влагоемкости. Удобрения, используемые на фоне недостаточного увлажнения почвы, негативно влияют на растения, замедляя их прорастание. При увлажнении почвы до 40 % от ПВ ростки пшеницы были сильно изрежены, угнетены недостатком влаги.

Определение роста и развития растений пшеницы проводилось с целью изучения влияния различного режима увлажнения на рост и развитие исследуемой культуры.

За день в сосудах без применения удобрения с влажностью 80 % от ПВ длина проростков увеличивалась на 9,0 мм, в сосудах с влажностью 60 и 40 % от ПВ – на 5,0 и 3,5 мм соответственно. В сосудах с добавлением карбамида и влажностью 80 % от ПВ длина увеличивалась в среднем на 10 мм, при увлажнении почвы до 60 % от ПВ – на 6,0 мм.

Результаты, представленные на рис. 1–2, показывают, что для выращивания яровой пшеницы в данном опыте наиболее эффективно увлажнение почвы до 60–80 % от полной влагоемкости.

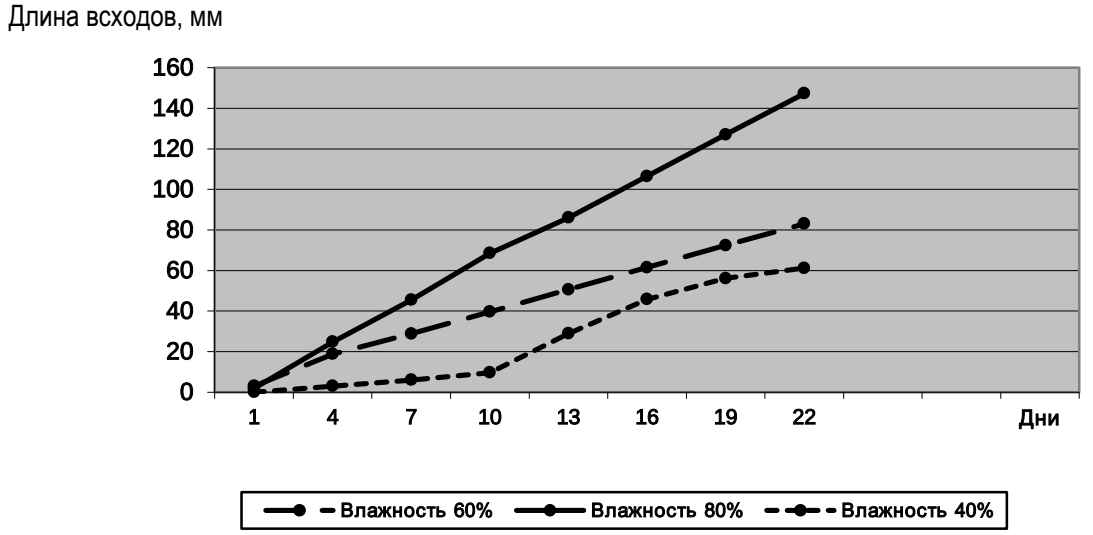


Рис. 1. Изменение длины проростков пшеницы, выращенной при различном режиме увлажнения без применения удобрений

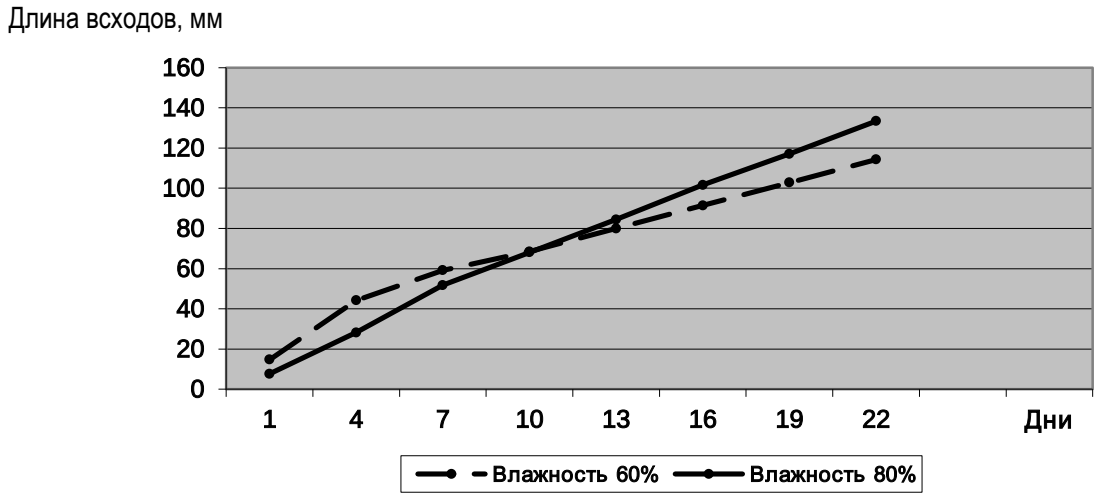


Рис. 2. Изменение длины проростков пшеницы, выращенной при различном режиме увлажнения с применением удобрений

При увлажнении почвы до 60–80 % от полной влагоемкости на фоне азотного удобрения наблюдается интенсивный рост яровой пшеницы.

При использовании азотного удобрения на фоне недостаточного увлажнения (40 % от ПВ) происходит задержка роста и развития растения, вплоть до его полного угнетения.

Также, помимо изменения длины проростков, была определена масса надземной части полученных растений (табл. 2).

Таблица 2

Средняя масса надземной части растений яровой пшеницы

Номер сосуда	Вариант увлажнения, % от ПВ	Масса надземной части на сосуд, г	Средняя масса в варианте, г
1	60	0,21	0,16
2		0,09	
3		0,19	
4		0,20	
5		0,10	
8	40*	0,02	0,05
9		0,07	
11	80	0,38	0,42
12		0,45	
13		0,47	
14		0,36	
15		0,42	
16	60+мочевина	0,26	0,27
17		0,25	
18		0,30	
19		0,25	
20		0,29	
26	80+мочевина	0,35	0,58
27		0,81	
28		0,83	
29		0,61	
30		0,30	

В варианте с влажностью почвы 40 % от полной влагоемкости без применения азотного удобрения масса надземной части определялась по числу появившихся всходов. При увеличении почвенной влаги с 40 до 80 % от полной влагоемкости без применения удобрений показатели массы надземной части яровой пшеницы увеличиваются в 8 раз (с 0,05 до 0,42 г). Также эти показатели увеличиваются при добавлении азотного удобрения. В варианте с увлажнением почвы до 60 % от ПВ + карбамид масса надземных органов растений больше на 40,7 %, чем в аналогичном варианте, но без использования карбамида.

В варианте с большим увлажнением (до 80 % от ПВ) наблюдается такая же закономерность в увеличении массы на 31 % при добавлении удобрения.

Определение объема корней исследуемой культуры показало, как увеличивается корневая масса при различном режиме увлажнения (табл. 3). Полученные данные свидетельствуют, что при увлажнении почвы до 60–80 % от полной полевой влагоемкости с применением карбамида и без его использования у растений наблюдается мощная корневая система (0,16 и 0,21 г соответственно). При недостаточном увлажнении почвы (до 40 % от ПВ) корневая система растений развита слабо. В сосудах с низким процентом выживаемости семян для определения использовались все появившиеся отростки.

Таблица 3

Показатели объема и массы корней растений яровой пшеницы

Вариант (влажность почвы, % от ПВ)	Средняя масса корня, г	Коэффициент вариации, %	Среднеквадратическое отклонение, г/100 г продукта	Средняя арифметическая ряда, г/100 г продукта	Объем корней, см³
60	0,06	26,7	0,016	0,06	0,04
40	0,03	-	-	-	0,01
80	0,14	13,8	0,019	0,14	0,13
60+мочевина	0,16	8,13	0,013	0,16	0,10
80+мочевина	0,21	12,86	0,027	0,21	0,20

Изменчивость величины показателей внутри вариантов опыта средняя, так как коэффициент вариации от 8 до 14 %. Исключение составляет контрольный вариант с увлажнением почвы до 60 % от полной полевой влагоемкости без применения удобрения со значительной изменчивостью массы корней 26,7 %. При увлажнении почвы до 80 % от ПВ без применения удобрения изменчивость массы корней снижена на 0,94 % по сравнению с вариантом с использованием удобрения на таком же фоне увлажнения почвы.

Слабая и средняя изменчивость массы корней (8,13 и 12,86 % соответственно) наблюдается в вариантах с применением азотного удобрения. Таким образом, добавление азотного удобрения в варианте с заданной полной полевой влагоемкостью снижает изменчивость показателей, в частности, массы корня внутри варианта.

Анализируя действие азотного удобрения при различном режиме увлажнения почвы на накопление массы растений, можно сделать выводы, что в варианте с оптимальным режимом увлажнения почвы до 60 % от полной влагоемкости добавление азотного удобрения играет значительную роль, так как коэффициент вариации в этом варианте равен 33 %. При достаточной влажности почвы азот стимулирует рост вегетативной массы растений, определяет уровень урожайности и качество продукции.

При увлажнении почвы до 80 % от ПВ на фоне применения удобрения рост и развитие яровой пшеницы усиливается и соответственно увеличиваются урожайность и качество полученной продукции. Коэффициент вариации в этом варианте равен 22 %.

Выводы

1. Всходы яровой пшеницы во всех вариантах опыта были однородные, массивные, кроме варианта с недостаточным режимом увлажнения почвы в размере 40 % от ПВ.

2. Применение азотного удобрения на фоне достаточного увлажнения способствует увеличению основных показателей роста культуры, а именно массы корней на 62 % в варианте с оптимальным увлажнением 60 % от ПВ, объема корней на 60 % в том же варианте, массы надземных органов на 41 %.

3. Для получения высоких урожаев яровой пшеницы оптимальным режимом увлажнения является 60–80 % от полной влагоемкости.

Литература

1. Земледелие / *Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин* [и др.]. – М.: Колос, 2002. – С. 27–29.
2. *Роде А.А.* Водный режим почв и его регулирование. – М.: Изд-во Академии наук, 1963. – С. 45.
3. *Петербургский А.В., Смирнов А.П.* Минеральные удобрения. – М.: Росагропромиздат, 1989. – С. 18–26.
4. *Гетко Н.В.* Растения в техногенной среде. – Минск: Наука и техника, 1989. – С. 101–112.
5. Яровая пшеница в Восточной Сибири (биология, экология, селекция и семеноводство, технология возделывания) / под. ред. *Н.Г. Ведрова.* – Красноярск, 1998. – С. 39–55.
6. *Белозеров А., Дергачев Н., Кондратьев Р.* Главная культура Сибири. – Красноярск, 1967. – С. 28–102.

7. *Пискунов А.С.* Методы агрохимических исследований. – М.: Колос, 2004. – С. 104–123.
8. *Демьяненко Т.Н., Формова Е.Ф.* Химический анализ почв: метод. указания. – Красноярск, 2004. – С. 7–8.
9. Практикум по растениеводству: учеб. пособие / под ред. *Н.Г. Ведрова*. – Красноярск, 1992. – С. 32–34.

УДК 581.9 (571.56)

П.С. Егорова

К ИЗУЧЕНИЮ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *ADONIS SIBIRICA* PATRIN EX LEDEB. В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

В статье приведены данные об онтогенетической структуре и жизненности ценопопуляций редкого лекарственного вида Adonis sibirica Patrin ex Ledeb. в Центральной Якутии, состояние которых, по мнению автора, определяется сложившимися условиями хозяйственного использования.

Ключевые слова*: ценопопуляция, онтогенетическая структура, жизненное состояние.*

P.S. Yegorova

TO THE STUDY OF *ADONIS SIBIRICA* PATRIN EX LEDEB. CENOPOPULATIONS IN CENTRAL YAKUTIA

The article provides the data on the cenopopulation ontogenetical structure and vitality of medicinal rare species Adonis sibirica Patrin ex Ledeb. in Central Yakutia, the state of which, in the author's opinion, is determined by the existing economic use conditions.

Keywords: cenopopulation, ontogenetic structure, living state.

Введение. *Adonis sibirica* Patrin ex Ledeb. – многолетнее травянистое растение из семейства *Ranunculaceae* Juss. В медицине при сердечно-сосудистых заболеваниях применяется близкий его вид *Adonis vernalis* L. *A. Sibirica,* который может служить его заменителем, хотя отличается меньшей силой лекарственного действия [10].

Ареал *A. sibirica* в России имеет несколько фрагментов, самый северный из которых охватывает бассейны рек Лена, Амга и Алдан [11]. В северо-восточной части ареала *A. sibirica* становится очень редким. Он занесен в Красную книгу Республики Саха (Якутия) в категорию редкости II [9] как уязвимый вид. В природе естественные запасы растения быстро истощаются.

Цель исследований. Изучение онтогенетической структуры и жизненности ценопопуляций *Adonis sibirica* Patrin ex Ledeb. в долинах рек Амга и Буотама в Центральной Якутии.

Материал и методика исследований. При изучении онтогенетической структуры ценопопуляций (ЦП) использовали общепринятые методики [13]. В пределах исследуемых ценозов закладывали трансекты шириной 1 м и длиной от 10 до 30 м. На каждой площадке размером 1 м² определяли онтогенетическое состояние каждой особи. В каждой ЦП было проанализировано от 205 до 229 особей.

Для оценки состояния ценопопуляций применяли классификацию «дельта-омега» Л.А. Животовского [3], основанную на совместном использовании индексов возрастности (Δ) [12], эффективности (ω) [3]. Для характеристики процессов возобновления ценопопуляций применялся индекс восстановления (Iв) [4].

Оценка жизненного состояния ценопопуляций проводилась по методике, основанной на распределении особей на три класса жизненности: a – высокий; b – средний; c – низкий, а также определения типа ЦП с использованием критерия Q [7].

Расчеты были произведены на основе морфологических характеристик средневозрастных генеративных особей. Учитывались число и высота генеративных побегов, число и размеры листьев на генеративном побеге, число и высота побегов второго порядка, число листьев на этих побегах, потенциальная и реальная семенная продуктивность.

Кроме этого, для оценки жизненности ЦП использовался индекс виталитета [8], рассчитываемый по размерным спектрам особей генеративного возрастного состояния:

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_I / \overline{X_i}}{N},$$

где X_i – среднее значение i-го признака в ЦП; $\overline{X_i}$ – среднее значение i-го признака для всех ЦП; *N* – число признаков.

Наибольшее значение индекса соответствует наилучшим условиям реализации ростовых потенций, наименьшее – худшим условиям.

Результаты исследований и их обсуждение. В Республике Якутия *A. sibirica* охраняется на территориях природного парка «Ленские столбы», Олекминского заповедника, ресурсных резерватов «Пилка» и «Эргеджей» [5, 6, 9]. На территории природного парка «Ленские столбы» известны и описаны две ЦП *A. Sibirica* [1, 4]. Здесь *A. sibirica* произрастает на опушках или в подлеске светлых смешанных лесов вместе с *Elytrigia repens* (L.) Nevski*, Poa pratensis* L.*, Bromopsis pumpelliana* (Scribn.) Holub., *Achillea millefolium* L., *Artemisia tanacetifolia* L.*, Tanacetum vulgare* L.*, Anemonidium dichotomum* (L.) Holub*, Geum aleppicum* Jacq.*, Geranium pratense* L., *Thalictrum foetidum* L., *T. minus* L.*, Galium verum* L. и др.

Наблюдения за данными популяциями в 2006–2009 гг. показали, что снижение уровня антропогенного воздействия при введении режима охраны в природном парке положительно сказалось на развитии ценопопуляций *A. sibirica* [2]. Установился левосторонний онтогенетический спектр, который определяется периодичностью поступления семян в ЦП. Абсолютный максимум в зависимости от эколого-фитоценотических условий изменяется от группы ювенильных растений до виргинильных и молодых генеративных. По классификации «дельта-омега» Л.А. Животовского [3] они относятся к молодым (табл. 1), отличаются высокими показателями жизненности (табл. 2).

Таблица 1

Онтогенетические спектры и демографические показатели ценопопуляций *Adonis sibirica*

Местонахождение ценопопуляции	Онтогенетическое состояние, %								Δ	ω	Iв
	j	im	v	g´2	g^1	g^2	g^3	ss			
Турбаза, 2009 г.	13,1	29,69	22,71	13,97	11,79	7,42	-	-	0,14	0,41	1,97
Устье р. Буотама, 2009 г.	2,52	17,68	28,79	13,13	28,28	9,6	-	-	0,21	0,52	0,96
Булун, 2009 г.	2,3	11,5	12,9	17,3	33,1	20,8	1,4	0,7	0,28	0,69	0,37
Куонан, 2010 г.	55,8	7,0	5,8	3,2	13,5	14,7	-	-	0,14	0,35	2,18

В 2009–2010 гг. нами описаны две ранее неизученные ценопопуляции *A. sibirica.* В 2009 г. описана ценопопуляция в местности Булун, расположенной в 70 км от села Амга на левом берегу реки Амга. Участок используется как летнее пастбище. *A. sibirica* растет в подлеске разнотравного березняка, тянущегося вдоль берега реки на 1200 м. Кустарниковый ярус составлен из редких кустов *Rosa acicularis* Lindl., *Spiraea media* Schmidt.

Травяной ярус изреженный, общее проективное покрытие (ОПП) травостоя 50 %. В его состав входят злаки *Elytrigia repens, Poa pratensis, Bromopsis pumpelliana*, из разнотравья много *Geranium pseudosibiricum* J. Mayer, *Artemisia santolinifolia* Turcz.ex Bess., *A. tanacetifolia*, *Galium verum*, *G. boreale* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Achillea millefolium*, *Rubus saxatilis* L. и др. Местами произрастают куртины *Fragaria orientalis* Losinsk., *Vicia amoena* Fisch., *V. cracca* L. Плотность растений *A. sibirica* составляет 0,25 особей на 1 м^2. Ценопопуляция полночленная, в ней преобладают генеративные особи (72,6 %), из них 33,1 % молодых генеративных, 20,8 % средневозрастных генеративных растений. Доля растений прегенеративного возраста составила всего 26,7 %, из них ювенильных 2,3 %. Морфометрические показатели средневозрастных генеративных растений, по которым определяли жизненность ценопопуляций, здесь самые низкие. Растения развивают по 1,23±0,14 генеративному побегу высотой 32,2±1,12 см. У большей их части они разветвлены до второго порядка и только 8 % растений несут побеги третьего порядка. Показатели семенной продуктивности низкие

(ПСП побега – 11,6±1,42, РСП – 7,04±0,98 шт.). По классификации «дельта-омега» ценопопуляцию можно характеризовать как молодую зреющую ценопопуляцию (табл. 1), по показателям жизненности – депрессивную с низким IVC (табл. 2).

В 2010 г. обнаружена ценопопуляция *A. sibirica* на территории природного парка «Ленские столбы». Она находится на острове Куонан между двумя рукавами реки Буотама (N 61º 12' 197, E 128º 43' 937). На этом участке в 80-е годы была база коневодов. С 1992 года введен режим охраны, участок заброшен, в хозяйстве не используется. Сообщество, где произрастает *A. sibirica,* занимает вытянутый участок на опушке берегового леса из берез, ив, елей шириной от 5 до 10 м и длиной до 200 м. Участок имеет небольшой уклон (10º) в сторону реки. Сообщество злаково-разнотравное, двухъярусное, с ОПП 60 %. В травостое довольно много злаков, в которых преобладают *Poa pratensis, Elytrigia repens, Agrostis clavata* Trin, а также много видов разнотравья, из них большее участие в сложении сообщества принимают *Thalictrum simplex* L., *Galium verum* L., *Geranium pratense* L., *Anemone silvestris* L., *Rumex thyrsiflorus, Linum perenne, Allium schoenoprasum, Lilium pensylvanicum.* Отдельными куртинами растут *Vicia amoena, V. cracca.*

Плотность *A. sibirica* на 1 м^2 составляет до 2,3 особей. Ценопопуляция молодая, неполночленная, субсенильных и сенильных растений не обнаружено. В онтогенетическом спектре преобладают ювенильные – 55,8 %. Доля генеративных растений составляет 31,4 %, почти все они цвели этим летом и образовывали плоды (временно нецветущих всего 3,2 %). Средневозрастные генеративные растения развивают по 4,25±0,44 генеративных побега высотой 40,7±1,40 см. У 50 % растений побеги разветвлены до третьего порядка. Семенная продуктивность побегов высока (ПСП – 34,9±1,65, РСП – 25,6±1,55 шт.). Приведенные данные характеризуют её как молодую ценопопуляцию с высокими показателями жизненности.

Таблица 2

Жизненность ценопопуляций *Adonis sibirica*

Местонахождение ценопопуляции	IVC	Тип ценопопуляции
Турбаза	1,28	Процветающая
Устье р. Буотама	1,02	Процветающая
Булун	0,68	Депрессивная
Куонан	1,07	Процветающая

Заключение. Состояние изученных ценопопуляций *A. sibirica* определяется сложившимися условиями хозяйственного использования. Ценопопуляции, не подвергающиеся или слабо подвергающиеся антропогенному воздействию, характеризуются левосторонним онтогенетическим спектром, в котором абсолютный максимум приходится на возрастные состояния прегенеративного периода. По показателям жизненности они процветающие и расположены на охраняемой территории природного парка.

Умеренный выпас в ценопопуляции на местности Булун Амгинского района приводит к снижению жизненности растений, подавлению семенного размножения. В онтогенетическом спектре абсолютный максимум смещается вправо, ценопопуляция депрессивная.

Литература

1. *Данилова Н.С., Борисова С.З., Иванова Н.С.* Биология охраняемых растений Центральной Якутии. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2005. – 112 с.
2. *Егорова П.С.* Влияние режима охраны на состояние ценопопуляций *Adonis sibirica* Patrin. ex Ledeb. в Центральной Якутии // Вестн. Бурят. гос. ун-та. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2010. – Вып. 4. – С. 131–134.
3. *Животовский Л.А.* Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3–7.
4. *Жукова Л.А.* Популяционная жизнь луговых растений. – Йошкар-Ола, 1995. – 224 с.
5. Редкие растения природного парка «Ленские столбы» / *В.И. Захарова, Н.К. Сосина, Н.С. Никифорова* [и др.] // Природный парк «Ленские столбы»: прошлое, настоящее и будущее. – Якутск, 2007. – С. 142–162.
6. *Зиман С.Н.* Морфология и филогения семейства лютиковых. – Киев: Наукова думка, 1985. – 247 с.
7. *Злобин Ю.А.* Принципы и методы изучения ценотических популяций растений. – Казань, 1989. – 147 с.

8. *Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М.* Адаптивный морфогенез и эколого-ценотические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии. – Сыктывкар, 2004. – Ч. 2. – С. 113–120.
9. Красная книга Якутской АССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. – 248 с.
10. *Минаева В.Г.* Лекарственные растения Сибири. – Новосибирск, 1991. – 431 с.
11. *Пошкурлат А.П.* Род горицвет – Adonis L. Систематика. Распространение. Биология. – М.: Наука, 2000. – 199 с.
12. *Уранов А.А.* Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.
13. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). – М.: Наука, 1988. – 182 с.

УДК 631.52/631.524 /633.21

Г.Л. Лукиных

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА НИЗОВЫХ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

В статье приведены результаты селекции по созданию сортов для озеленения. По данным исследований, новые сорта мятлика лугового Среднеуральский 8 и овсяницы красной Среднеуральская 4 имеют достоверные преимущества перед стандартами по высокому потенциалу и стабильности урожайности семян при долголетнем возделывании, устойчивости к мучнистой росе и бурой ржавчине, абиотическим стрессам. Они также отличаются экономичностью технологии выращивания и подработки семян, декоративностью травостоя.

***Ключевые слова**: злаковые травы, мятлик луговой, овсяница красная, синтетическая селекция, сорт, газон, кустистость, корневая система.*

G.L. Lukinykh

PERSPECTIVE VARIETIES OF LOWER PERENNIAL CEREAL GRASS FOR LANDSCAPE GARDENING IN THE MIDDLE URAL CONDITION

The selection results on the creation of sorts for landscape gardening are presented in the article. According to the research, the new sorts of the meadow grass Sredneuralskiy 8 and red fescue Sredneuralskaya 4 have reliable advantages on standards according to the high potential and seed productivity stability at long cultivation, powdery mildew and brown rust resistance, abiotic stresses resistance. They are also distinguished by the cultivation and seed processing technology efficiency, by herbage decorative effect.

Key words: cereal grass, meadow grass, red fescue, synthetic selection, sort, lawn, bushiness, root system.

Введение. Низовым многолетним злаковым травам – мятлик луговой (Poa pratensis L.) и овсяница красная (Festuca rubra L.) – отведено первое место в создании газонов, что отражено в многочисленных работах [5, 6, 12, 14]. Такая оценка основана на том, что вышеупомянутым злакам свойственно раннее и обильное кущение, сохранение способности к побегообразованию в последующие годы жизни с постоянным обновлением надземных органов. Мочковатая корневая система с подземными видоизмененными побегами (корневище) эффективно способствует образованию дерна, что выгодно отличает представителей данных родов семейства Poaceae. Высокая приспособляемость и пластичность, обусловленные многообразием жизненных форм Poa pratensis и Festuca rubra, отмечены в работах А.А. Жученко [2] и В.А. Тюльдюкова и др. [14].

Научно организованное травосеяние на Среднем Урале берет начало с Постановления Государственного Комитета Обороны СССР от 25 марта 1944 года о создании в г. Свердловске филиала Всесоюзно-

го института растениеводства для осуществления научного руководства агротехникой и семеноводством картофеля, овощных, плодовых культур и многолетних трав (клевера, люцерны, тимофеевки). Одним из основных разделов в работе филиала являлись селекция и семеноводство кормовых трав. В 1948 году был районирован сорт тимофеевки луговой Красноуфимская 137, предназначенный для посева в полевых севооборотах для зоны Урала.

К 1957 году после создания Уральского научно-исследовательского института сельского хозяйства в системе сельскохозяйственных угодий Среднего Урала преобладали естественные низкопродуктивные кормовые угодья (до 55 %). В результате изучения большого количества образцов дикорастущих трав, собранных в процессе экспедиций по Уралу и Алтаю, в период 1957–1986 гг. были созданы и районированы сорта костреца безостого Свердловский 38, овсяницы луговой Свердловская 37, ежи сборной Свердловская 79 и Свердловчанка 86 [3, 4, 5, 15].

В конце прошлого века повышается роль зональной селекции в создании сортов на основе нетрадиционных видов трав, способных более полно использовать биоклиматический потенциал региона. Начало изучения исходного материала мятлика лугового и овсяницы красной положено научным сотрудником Н.А. Шаркуновой [15]. Однако в 1975 году селекционная работа по низовым травам была приостановлена. Возобновление исследований началось в начале 90-х годов, когда поступили коллекции из Всесоюзного института растениеводства имени Н.И. Вавилова, а также селекционный материал от Ботанических садов Уральского государственного университета им. А.М. Горького, Института леса и лаборатории популяционной экологии растений Института экологии растений и животных УрО РАН. В результате творческого содружества селекционеров Уральского НИИ сельского хозяйства, Ботанического сада Уральского государственного университета и лаборатории популяционной экологии растений из Института экологии растений и животных созданы сорта овсяницы красной Стелла, мятлика лугового Висим и мятлика альпийского Лучик. С 2004 года перспективные сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Северному, Северо-Западному, Волго-Вятскому, Уральскому и Западно-Сибирскому регионам. В 2005 году на сорта Висим и Стелла были получены патенты [7, 8, 9, 13].

Цели, задачи и методы исследований. В селекционной работе по низовым травам в период 2006–2010 гг. стояли задачи создания сортов, пригодных не только для пастбищного, но и газонного использования. Необходимо было создать сложногибридные популяции, в течение ряда лет не снижающие урожайности семян при рядовом способе посева, и при этом отличающиеся приземистым ростом и декоративностью травостоя, сохраняющие высокое проективное покрытие почвы, долголетие, относительную устойчивость к бурой ржавчине, мучнистой росе и высокую – к абиотическим стрессам.

Исследования проводились в полевом севообороте на опытном поле Кольцовского участка ГНУ Уральского НИИСХ г. Екатеринбурга.

Почва темно-серая, лесная, оподзоленная, хорошо окультуренная. Перед закладкой опытов содержание гумуса в пахотном слое почвы 0–20 см составляло 5,1 %; pH солевой вытяжки – 5,8; гидролитическая кислотность – 2,07 мг-экв /100 г почвы; содержание общего азота – 0,25 %, подвижного фосфора – 14,3; обменного калия – 13,3 мг/100 г почвы.

Объект исследований – отечественные и зарубежные селекционные образцы коллекции Всероссийского института растениеводства им. Н. И. Вавилова и Уральского государственного университета, местные сорта, дикорастущие популяции, собранные в условиях Свердловской области и Крайнего Севера (образцы из лаборатории популяции растений ИЭРиЖ). При создании нового исходного и селекционного материала применялись методы синтетической селекции: внутривидовая гибридизация, поликросс и массовый позитивный вид отбора из популяций. Стандарты, используемые в селекционной работе по мятлику луговому и овсянице красной, – УрГУ и Свердловская. Схема селекционного процесса включала питомники гибридный, отбора, селекционный, контрольный и конкурсного испытания. В период 2006–2010 гг. было изучено 911 образцов. Закладку питомников, наблюдения и учеты проводили согласно методикам Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова [10] и Всероссийского научно-исследовательского института им. В.Р. Вильямса [11]. Математическая обработка полученных данных проведена методом дисперсионного анализа на основании методики Б.А. Доспехова [1].

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам селекционной работы включены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации и допущены к использованию сорта мятлика лугового Среднеуральский 8 и овсяницы красной Среднеуральская 4 для условий Северного, Северо-Западного, Волго-Вятского, Уральского и Западно-Сибирского регионов (табл.).

Сорта созданы методом межпопуляционного переопыления дикорастущих северных и местных образцов с последующим многократным семейственно-массовым отбором элитных растений.

Перспективные сорта мятлика лугового и овсяницы красной в питомнике конкурсного испытания, 2007–2009 гг.

Сорт, образец	Урожайность, т/га									
	зеленой массы					семян				
	2007 г.	2008 г.	2009	Среднее	% к стандарту	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее	% к стандарту
УрГУ – стандарт	8,79	4,61	6,89	6,76	-	0,3	0,09	0,2	0,2	-
Среднеуральский 8	6,6	6,15*	9,84*	7,53	148	0,3	0,2*	0,7*	0,4	200
$НСР_{05}$	0,3	0,7	0,2	-	-	0,03	0,02	0,03	-	-
Свердловская – стандарт	7,5	11,5	9,0	9,3	-	0,34	0,38	0,72	0,48	
Среднеуральская 4	10,2*	13,0*	14,3*	12,5	134	0,5*	0,6*	1,0*	0,7	140
$НСР_{05}$	0,5	0,4	0,2	-	-	0,06	0,03	0,03	-	-

** Разница со стандартом достоверна на уровне значимости 0,05.*

Куст **сорта Среднеуральский 8** прямостоячий, кустистость высокая – более 300 побегов на куст. Отмечена сильная степень разрастания корневой системы на второй и последующие годы жизни, в среднем развивается более 1500 побегов на 1 м^2. Доля вегетативных побегов в травостое составляет 70 %. Высота растений в фазе кущения 30 см. Листья зеленые, ширина листа осенью в год посева 2–3 см, влагалище листа имеет среднюю антоциановую окраску. Длина самого длинного генеративного побега составляет 50–60 см, ширина флагового листа – 3–4 см, длина – 4 см, длина верхнего междоузлия – 26 см. Соцветия имеют среднюю антоциановую окраску. Длина соцветия 8–10 см. Завязываемость семян в среднем составляет 80 %, облиственность генеративных побегов – 26 %. Семена овально-заостренные, мелкие, с опушением, темно-коричневые. Число мутовок на соцветии составляет 16 шт., масса 1000 семян – 0,22 г. Сорт раннеспелый. Продолжительность вегетационного периода от начала весеннего отрастания до полного созревания семян 78 дней. Характеризуется высокой пластичностью к природным условиям Среднего Урала: зимостойкость высокая, к весне на второй год вегетации сохраняется 98 % растений. Растения сорта Среднеуральский 8 отличаются медленным развитием. Максимальное формирование мощности травостоя, урожайности зеленой массы происходит к четвертому-пятому году жизни. Засухоустойчивость отличная. Устойчив к вымоканию и выпреванию. Семена не осыпаются. Полегаемости генеративных побегов в период восковой спелости семян не наблюдалось. Относительно устойчив к поражению мучнистой росой и бурой ржавчиной. Высокая урожайность зеленой массы (7,5 т/га) и семян (0,4 т/га). Превышение над стандартами составляет соответственно 0,7 и 0,2 т/га. Высокие пластичность и долголетие дополняются отличной выравненностью и декоративностью травостоя (табл.).

Новый сорт овсяницы красной **Среднеуральская 4** сочетает в себе высокий потенциал семенной и кормовой продуктивности, долголетие, относительную устойчивость к бурой ржавчине и высокую к абиотическим стрессам.

Тип куста осенью в год посева промежуточный между прямостоячей и развалистой формой, кустистость высокая – более 500 побегов на куст. Отмечена сильная степень разрастания корневой системы на второй и последующие годы жизни, в среднем развивается более 3900 побегов на 1 м^2. Доля вегетативных побегов в травостое составляет 60 %. Высота растений в фазе кущения 22 см. Листья сизо-зеленые, имеется налет, ширина листа осенью в год посева 1–3 см, влагалище листа имеет сильную антоциановую окраску.

Длина самого длинного генеративного побега составляет 55–60 см, ширина флагового листа – 2 см, длина – 5–6 см. Соцветия имеют небольшие ости. Длина соцветия 10–12 см. Завязываемость семян в среднем составляет 70 %, облиственность генеративных побегов – 19 %. Семена удлиненные, с короткой остью, мелкие, светло-коричневые с антоциановой окраской. Число мутовок на соцветии 7 шт., масса 1000 семян 0,7 г.

Сорт Среднеуральская 4 раннеспелый. Продолжительность вегетационного периода от начала весеннего отрастания до полной спелости семян составляет 84 дня. Характеризуется высокой пластичностью к природным условиям Среднего Урала: зимостойкость высокая, к весне на второй и последующие годы вегетации сохраняется 95–100 % растений. Засухоустойчивость и теневыносливость хорошие. В период засухи наблюдается снижение мощности травостоя, что, однако, не влияет на формирование урожайности семян. Отличается высокой устойчивостью генеративных побегов к полеганию и относительной устойчивостью к поражению бурой ржавчиной. Среднеуральская 4 по урожайности зеленой массы (12,5 т/га) и семян (0,7 т/га) превышает стандарт соответственно на 3,2 и 0,22 т/га. Высокие пластичность и долголетие сорта сочетаются с отличной выравненностью и декоративностью травостоя. Полегаемость растений и осыпаемость семян слабые (табл.). При ориентировочной цене реализации оригинальных семян сортов овсяницы красной Среднеуральская 4 и мятлика лугового Среднеуральский 8 (в ценах на 01.2011 г.) 200–250 тыс. руб/т стоимость дополнительно полученных семян с 1 га составит 44–50 тыс. руб.

Заключение. Таким образом, коммерческая ценность сортов мятлика лугового Среднеуральский 8 и овсяницы красной Среднеуральская 4 состоит в их достоверных преимуществах перед стандартами по высокому потенциалу и стабильности урожайности семян при долголетнем возделывании, устойчивости к мучнистой росе и бурой ржавчине, абиотическим стрессам (засуха, мороз, бесснежные зимы, кратковременное затопление), технологичности возделывания и подработки, декоративности травостоя и хорошим экономическим показателям. Благодаря высокому потенциалу семенной урожайности, долголетию и декоративности травостоя, новые сорта мятлика лугового и овсяницы красной вполне конкурентноспособны и имеют большую перспективу для возделывания в озеленении и кормопроизводстве.

Литература

1. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. *Жученко А.А.* Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиинца, 1990. – 432 с.
3. *Кирницкий Б.Т., Киршин И.К.* Разработка рекомендаций по семеноводству и агротехнике кормовых культур: отчет о НИР. – Свердловск: Урал НИИСХ, 1957. – С. 1–132.
4. *Кирницкий Б.Т., Киршин И.К., Шаркунова Н.А.* Селекция трав, семеноводство и агротехника лугопастбищных трав: отчет о НИР. – Свердловск: УралНИИСХ, 1958. – С. 220–291.
5. *Киршин И.К., Дормидонтова И.М.* Селекция газонных трав в Ботаническом саду Уральского университета //Новое в цветоводстве и зеленом строительстве городов: тез. докл. обл. науч.-техн. конф. – Свердловск, 1979. – С. 26–27.
6. *Лаптев А.А.* Газоны. – Киев: Наукова думка, 1983. – 243 с.
7. *Лукиных Г.Л.* Создать сорта овсяницы красной, мятлика лугового, полевицы для пастбищного использования и озеленения: отчет о НИР / УралНИИСХ. – Екатеринбург, 2005. – 100 с.
8. *Мальцев А.А.* Значение морфологической адаптации популяций овсяницы красной при интродукции // Экология и охрана окружающей среды: тез. докл. 2-й междунар. науч.-практ. конф. (Пермь, 12–15 сент. 1995). – Пермь, 1995. – Ч. 2. – С. 83–84.
9. *Мельник Н.С., Стефанович Г.С.* Развитие и урожайность семян мятлика лугового в долгосрочной культуре // Ботанические исследования на Урале. – Свердловск, 1988. – 66 с.
10. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав. – Л.: ВИР, 1979. – 41 с.
11. Методические указания по селекции многолетних трав. – М.: ВНИИК, 1985. – 188 с.
12. Газоны. Научные основы интродукции и использования газонных и почвопокровных растений / *Л.И. Прилипко, Б.Я. Сигалов, Г.А. Абесадзе* [и др.]. – М.: Наука, 1977. – 350 с.
13. *Стефанович Г.С., Мальцев А.В.* Связь процессов морфогенеза соцветия с семенной продуктивностью и урожайностью семян овсяницы красной и мятлика лугового // Ботанические исследования на Урале. – Свердловск, 1986. – С. 66.
14. *Тюльдюков В.А., Кобозеев И.В., Парахин Н.В.* Газоноведение и озеленение населенных территорий: учеб. пособие. – М.: Колос, 2002. – 264 с.
15. *Шаркунова Н.А., Тимашевская В.В.* Селекция и семеноводство лугопастбищных трав при долголетнем использовании: отчет о НИР / УралНИИСХ. – Свердловск, 1964. – Разд. 4. – С. 233–275.

УДК 581.4:582.675.1:58.006 ***Л.А. Приходько, О.А. Сорокопудова***

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЦВЕТКОВ *AQUILEGIA GLANDULOSA* FISCH. EX LINK В КУЛЬТУРЕ

Авторами статьи проведено морфологическое изучение цветков вида Aquilegia glandulosa в агроценопопуляции, отмечена высокая степень изменчивости качественных признаков чашелистиков и лепестков. У количественных признаков выявлены низкие и средние коэффициенты вариации, из которых наибольшей стабильностью отличались величина лепестков и число чашелистиков.

***Ключевые слова**: Aquilegia glandulosa, морфология, цветок, изменчивость.*

L.A. Prikhodko, O.A. Sorokopudova

MORPHOLOGICAL PECULIARITIES AND INDIVIDUAL VARIABILITY OF *AQUILEGIA GLANDULOSA* FISCH. EX LINK FLOWERS IN CULTURE

The morphological studying of Aquilegia glandulosa type flowers agro-cenopopulation is conducted by the authors of the article, the high degree of qualitative characteristic variability of calyx lobes and petals is noted. The low and average variation coefficients are revealed for quantitative characteristics where the petal size and calyx lobe number are distinguished by the greatest stability.

Key words: Aquilegia glandulosa, morphology, flower, variability.

Введение. *Aquilegia glandulosa* Fisch. ex Link (водосбор железистый) – один из наиболее декоративных видов растений в Якутском ботаническом саду – является обладателем самых крупных цветков среди всех видов водосборов в коллекции. Он был интродуцирован вторично в 2007 году. Ранее растение культивировалось с 1979 по 1985 г. и причина отсутствия его в саду в настоящее время неизвестна [1]. Ареал *A. glandulosa* охватывает Западную и Восточную Сибирь, Среднюю Азию. Вид редкий (категория статуса редкости III), на территории Якутии (северо-восточной границе ареала) он охраняется в ресурсном резервате "Унгра"[2].

Водосборы (*Aquilegia* L.) – обладатели самой разнообразной гаммы окраски, формы и величины цветков. При более тщательном рассмотрении цветков водосбора любого вида можно выявить более или менее выраженные различия по ряду качественных и количественных признаков у различных частей цветка одного растения или между особями одного вида. Различия могут проявляться в оттенках окраски какой-либо части цветка, величине и форме лепестков, чашелистиков, шпорцев или цветка в целом и других признаках.

Известно, что у *A. glandulosa* цветки развиваются на верхушке побега, одиночные или в числе 2–3, яркие. Чашелистики яйцевидные или эллиптические, обыкновенно длиннее лепестков, 3–5 см длиной и 1,5–3 см шириной, синие. Лепестки синие или желтоватые, изредка по краям зеленоватые или беловатые; отгиб их, считая от места прикрепления к цветоложу, в 2–4 раза длиннее шпорца. Шпорец 0,6–1 см длиной, загнутый крючком. Тычинки по высоте равны опушенным пестикам, не выдаются из цветка [3]. Однако в условиях культуры в Якутии морфологические признаки цветков и их изменчивость у растений этого вида не изучены.

Цель исследований. Выявление морфологических особенностей и вариабельности количественных и качественных признаков *A. glandulosa* в интродукционной ценопопуляции.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлись растения *A. glandulosa*, выращенные из семян, полученных по обмену из Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (г. Новосибирск) в 2006 г.

Учеты морфологических признаков проводили в фазу массового цветения в конце первой декады июня в 2011 г. Объем выборки составлял 30 и 60 измерений. При изучении цветков руководствовались атласами по описательной морфологии высших растений [4, 5]. Математическая обработка данных проводилась по методике Г.Н. Зайцева [6], вычисления с использованием статистической программы PAST [7].

Результаты исследований и их обсуждение. Цветки *A. glandulosa* в изученной агроценопопуляции крупные, 5,4–9,2 см в диаметре и 3,3–6,4 см длиной (min-max значения); диаметр цветка превышает длину почти в 2 раза. Цветки одиночные или в числе 2–3, яркие, отклонены в сторону, иногда вверх; венчик 2,7–4,9 см в диаметре, широко раскрытый. Чашелистики яйцевидные, эллиптические, реже ланцетные, 3,9–4,8 см длиной и 1,7–3,1 см шириной, длиннее лепестков в 2,0–2,7 раза, синие, на верхушке с маленьким зеленовато-бордовым пятном или без него; отклонены от оси цветка под углом 60–70°. Лепестки синие, голубые или беловатые, 1,8–2,4 см длиной и 1,0–1,8 см шириной, длиннее шпорцев в 1,2 раза. Шпорцы синие, 1,5–

2,2 см длиной, загнутые крючком, реже распрямленные, прижаты к цветоножкам. Тычинки многочисленные, 0,9–2,6 см длиной, немного короче пестика, реже вровень или длиннее; тычиночные нити светло-зеленые или желтовато-белые, в основании светлее, тычиночные нити снаружи короче, к оси цветка длиннее; пыльники крупные до 3 мм длины и 1 мм ширины, ярко-желтые. Пестик 1,4–2,6 см длиной, длиннее тычинок в 1,1 раза, иногда короче, светло-зеленоватый, на верхушке желтовато-зеленоватый или зеленый с 3–7 прямыми или отклоненными в стороны рыльцами.

Проведенные исследования количественных параметров различных частей цветка выявили в основном низкую и среднюю степень изменчивости у *Aquilegia glandulosa* (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Морфобиологическая характеристика и изменчивость количественных признаков цветков *Aquilegia glandulosa*, 2011 г.

Признак	У	N	M±m	V,%
Диаметр цветка, см	f	30	7,56±0,17	12,7
Диаметр венчика, см	v	30	3,98±0,10	13,7
Длина цветка, см	g	30	4,25±0,10	13,5
Индекс соотношения диаметра цветка к его длине	f/g	30	1,80±0,04	14,9
Длина чашелистика, см	h	60	4,85±0,05	8,9
Ширина чашелистика, см	i	60	2,30±0,05	17,1
Индекс соотношения длины чашелистика к его ширине	h/i	60	2,16±0,05	16,8
Число чашелистиков	x	30	5,00±0,00	0,0
Длина лепестка, см	j	60	2,05±0,18	6,8
Ширина лепестка, см	k	60	1,55±0,02	8,8
Индекс соотношения длины лепестка к его ширине	j/k	60	1,33±0,02	11,0
Индекс соотношения длины чашелистика к длине лепестка	h/j	60	2,37±0,02	7,6
Индекс соотношения длины лепестка к длине тычинок	j/m	30	1,35±0,04	18,0
Индекс соотношения длины лепестка к длине пестика	j/n	30	1,29±0,03	14,2
Число лепестков	z	30	4,93±0,07	7,4
Длина шпорца, см	l	60	1,77±0,02	9,6
Индекс соотношения длины шпорца к длине лепестка	l/j	60	0,86±0,01	9,3
Число шпорцев	sp	30	4,93±0,07	7,4
Длина лепестка со шпорцем, см	w	60	3,82±0,03	6,8
Длина тычинок, см	m	30	1,54±0,05	19,1
Длина пестика, см	n	30	1,60±0,04	13,7
Индекс соотношения длины пестика к длине тычинок	n/m	30	1,06±0,04	20,8

Примечание. У – условные обозначения признаков; N – объем выборки; M – средняя арифметическая; ±m – ошибка средней арифметической; V – коэффициент вариации.

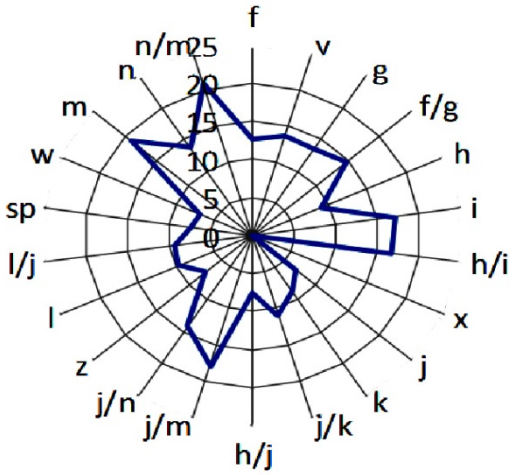
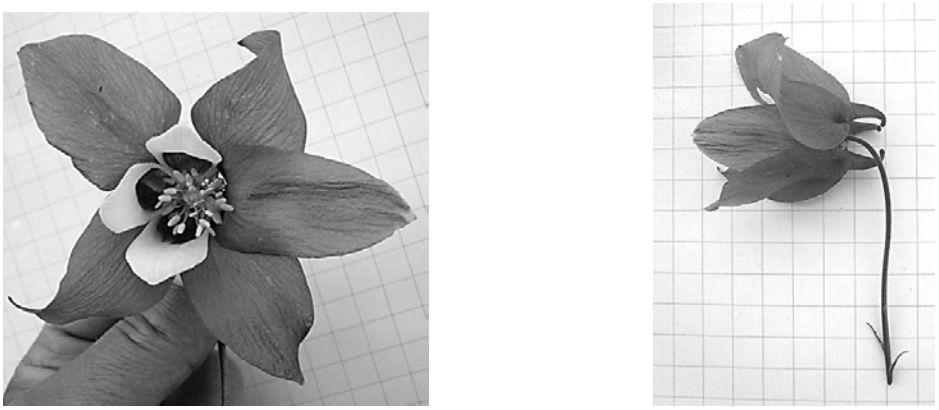


Рис. 1. Изменчивость количественных признаков цветка у Aquilegia glandulosa (обозначения осей соответствуют признакам в табл. 1)

Низкая степень варьирования отмечена у 10 признаков – длины чашелистиков, числа чашелистиков, длины и ширины лепестков, соотношения длины чашелистиков к длине лепестков, числа лепестков, длины шпорца, соотношения длины шпорцев к длине лепестков, числа шпорцев, длины лепестков со шпорцем. Наименьшее значение коэффициента вариации в данной группе имела длина лепестка.

Число чашелистиков 5 было постоянным в цветке. Наблюдалась редкая аномалия в строении цветков – редукция числа лепестков и шпорцев в цветке до 3 (рис. 2).



а *б*

Рис. 2. Редукция числа лепестков (а) и шпорцев (б) у Aquilegia glandulosa

Средняя степень варьирования определена у 11 признаков – диаметра цветков и венчиков, длины цветков, соотношения диаметра цветков к их длине, ширины чашелистиков, соотношения длины чашелистиков к их ширине, соотношения длины лепестков к их ширине, соотношения длины лепестков к длине тычинок, соотношения длины лепестков к длине пестиков, длины тычинок и пестиков. Наибольшие значения коэффициента вариации в данной категории характерны для длины тычинок, соотношения длины лепестков к длине тычинок, ширины чашелистиков, соотношения длины чашелистиков к их ширине. Высокая степень вариации выявлена для соотношения длины пестиков к длине тычинок.

В отдельно взятом цветке вариация величин элементов цветка выражена слабее. В результате биоморфологических наблюдений 30 цветков выявлена слабая вариация ширины лепестков у 60 % цветков, длины лепестков – у 77, длины шпорцев – у 87 %. Чаще встречалась вариация ширины чашелистиков (93 %) и их длины (97 %).

Таким образом, для вида в целом характерен высокий размах вариации (R) диаметра цветка (3,8 см), длины цветка (3,1) и диаметра венчика (2,2). Размах вариации у различных элементов в отдельно взятом цветке меньше, чем в целом в изученной интродукционной популяции. Также выявлены различия размаха

вариации элементов цветков внутри популяции и у отдельных цветков – в интродукционной популяции они были наибольшими у показателей длины чашелистиков, наименьшими – у длины лепестков; у отдельно изученных цветков наибольший размах вариации зафиксирован по ширине чашелистиков, наименьший – по ширине лепестков и длине шпорцев (табл. 2).

Таблица 2

Размах вариации элементов цветка *Aquilegia glandulosa,* см

Признак	В интродукционной популяции		В одном цветке	
	N	R	N	R
Длина чашелистика	60	1,90	30	0,17 ± 0,02
Ширина чашелистика	60	1,40	30	0,32 ± 0,04
Длина лепестка	60	0,63	30	0,11 ± 0,02
Ширина лепестка	60	0,80	30	0,08 ± 0,03
Длина шпорца	60	0,70	30	0,08 ± 0,01

Примечание. N – объем выборки; R – средний размах вариации.

Изучение качественных признаков цветков водосбора железистого показали наличие разной степени варьирования окраски, формы, пространственного расположения различных частей цветка (рис. 3–4).

Значительное варьирование окраски наблюдалось у лепестков. Выделены следующие группы лепестков по цвету: синие (22 %), светло-синие (3 %), голубые (23 %), бело-голубые (22 %), белые (30 %). В меньшей степени выявлено изменение окраски у чашелистиков и шпорцев – от синего до светло-синего. Шпорцы в основании имели белое пятно шириной 1,5–2 мм.

Форма лепестков, чашелистиков и водосбора железистого отличается максимальным разнообразием. Все разновидности лепестков по форме можно подразделить на две группы: удлиненные (68 %) и расширенные (32 %). Первая группа характерна для лепестков белых и бело-голубых оттенков, реже голубых. Форма и структура края лепестков для них отмечена треугольная, овальная, овально-заостренная, реже округлая. Для второй группы отмечены вариации: округлая, овальная, волнистая, иногда с выемкой, с острым выступом в центре, усеченная и др. Часто встречалась неравносторонняя форма лепестков (рис. 3).

Чашелистики по форме подразделены на следующие виды: яйцевидный (3 %), заостренно-яйцевидный (32 %), продолговато-яйцевидный (6 %), эллиптический (6 %), заостренно-эллиптический (26 %), продолговато-эллиптический (6 %). Реже наблюдались разновидности ланцетных чашелистиков: широко-ланцетный (9 %) и ланцетный (12 %).

Изменчивыми оказались верхушки и основания чашелистиков: верхушка острая или заостренная (85 %), реже притупленная (15 %), основание неравностороннее (71 %), округлое (26 %), иногда встречалось округленно-клиновидное (3 %).

Отмечена высокая изменчивость характера края чашелистиков. Цельный край отмечен лишь для 26 % случаев. Чаще встречались неравномерные и неравносторонние изменения целостности края (74 %): острогородчатый, тупогородчатый, волнистый, выемчатый и др. (рис. 4, *а*).

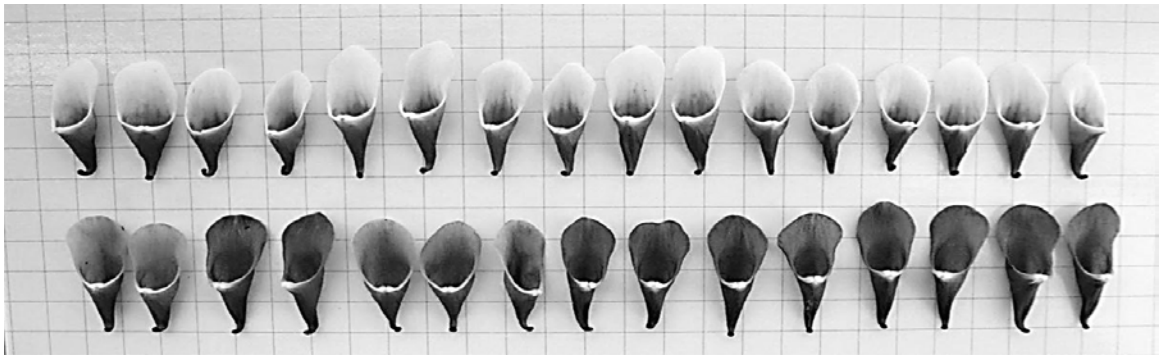
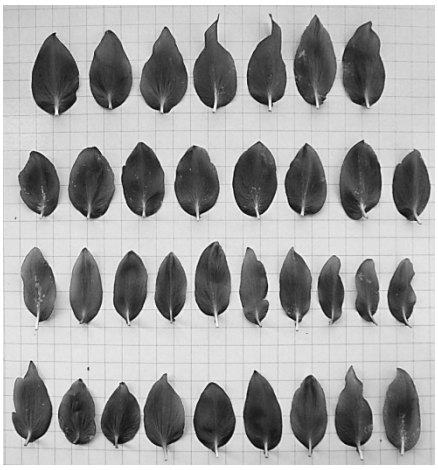


Рис. 3. Вариации формы, величины и окраски лепестков у Aquilegia glandulosa



а *б*

Рис. 4. Вариации формы, величины чашелистиков (а) и их пространственного расположения (б) у Aquilegia glandulosa

Наблюдалось также различное расположение в пространстве чашелистиков: с плоской поверхностью, слегка выпуклой или вогнутой, иногда складчатой или по-разному изогнутой в пространстве так, что чашелистики оказывались сложенными пополам вдоль центральной жилки и потом еще развернуты вдоль оси и отклонены в сторону (рис. 4, *б*).

Изучение строения элементов отдельно взятых цветков водосбора железистого также выявило наличие изменчивости их качественных и количественных признаков. Так, различия формы лепестков наблюдались у 43 % исследованных цветков. Выделены следующие комбинации разновидностей формы лепестков в одном цветке: удлиненная треугольная и овальная, удлиненная треугольная и овально-заостренная, удлиненная треугольная и округлая, удлиненная треугольная с ровным краем и расширенная с волнистым краем, удлиненная треугольная с ровным краем и расширенная с городчатым краем, удлиненная треугольная и расширенная округлая или с различными волнистыми краями, реже встречалась удлиненная треугольная форма с ровным краем и расширенная округлая с выемкой в центре, а также расширенная округлая форма с ровным краем и с заостренным выступом в центре. Не отмечено заметных различий в окраске лепестков в одном цветке.

Большой степенью разнообразия (63 %) отличается форма чашелистиков. Выделены следующие комбинации формы чашелистиков в одном цветке: широколанцетная и разновидности яйцевидной формы, ланцетная и разновидности яйцевидной формы, широколанцетная и ланцетная, реже наблюдались разновидности яйцевидной формы с ровным краем и фигурным краем, широколанцетная и ланцетная с неравнобоко-городчатыми краями, а также широколанцетная неравнобоко-выемчатая и без выемки и др.

Видимых различий в окрашивании чашелистиков и шпорцев в одном цветке не наблюдалось. Различия по форме шпорцев слабо выражены.

Таким образом, получены новые морфометрические данные строения цветков и вариабельности их элементов в условиях Якутии. Цветки *Aquilegia glandulosa* очень крупные, разнообразные по форме и окраске, расположены на высоких цветоносах. Тонкие чашелистики, извивающиеся при порывах ветра, придают еще большую привлекательность облику растений данного вида. Вариабельность элементов цветка, особенно по качественным признакам, позволяет вести селекционный отбор среди растений изученной ценопопуляции.

Выводы

При оценке индивидуальной изменчивости качественных и количественных признаков у вида *Aquilegia glandulosa,* интродуцированного в Якутском ботаническом саду, установлена высокая вариабельность качественных признаков: формы и окраски лепестков, формы и пространственного расположения чашелистиков. Выявлена аномалия в строении цветка – редукция лепестков и шпорцев до трех.

Цветки в изученной интродукционной ценопопуляции оказались однородными по количественным признакам, с низкими и средними коэффициентами вариации. Наиболее стабильными оказались параметры лепестков: длина и ширина. Получены новые морфометрические данные строения цветков и вариабельности их элементов в условиях Якутии.

Выявленные вариации формы, окраски, величины цветка и его элементов позволяют вести селекционную работу с отбором наиболее оригинальных и декоративных форм среди растений данной ценопопуляции.

Литература

1. Каталог растений Якутского ботанического сада / *Н.С. Данилова, Т.С. Коробкова, П.С. Егорова* [и др.]: в 2 т. – Новосибирск: Наука, 2012. – Т. 1. – С. 157.
2. Красная книга Республики Саха (Якутия). Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / М-во охраны природы Республики Саха (Якутия); Департамент биологических ресурсов. – Якутск: Сахаполиграфиздат, 2000. – 256 с.
3. Флора СССР. – Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – Т. 7. – С. 95–96.
4. *Федоров Ал.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т.* Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 303 с.
5. *Федоров Ал.А., Артюшенко З.Т.* Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. – Л.: Наука, 1975. – 352 с.
6. *Зайцев Г.Н.* Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
7. *Hammer H., Harper D.A.T., Ryan P.D.* Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Paleontologica electronica. – 2001. – Vol. 4. – № 1. – P. 1–9.

УДК 631.5:635.356:631.544.7

В.Н. Чередниченко

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ КАПУСТЫ БРОККОЛИ В ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛИЦАХ

В статье приведены результаты исследований выращивания капусты брокколи в условиях весенней пленочной теплицы при применении водоудерживающих гранул Аквод и мульчировании почвы синтетическими и органическими материалами.

***Ключевые слова**: капуста цветная, весенняя теплица, водоудерживающие гранулы Аквод, мульчирующие материалы, пленка полиэтиленовая.*

V.N. Cherednichenko

THE EFFICIENCY OF GROWING BROCCOLI IN FILM GREENHOUSES

The research results of broccoli growing in the spring film greenhouse conditions with the application of water-retaining granules Akvod and soil mulching by synthetic and organic materials are given in the article.

Key words: cauliflower, spring greenhouse, water-retaining granules Akvod, mulching materials, polyethylene film.

Введение. В последние годы в Украине расширились площади защищенного грунта под овощными культурами, что позволяет обеспечивать потребителей ценной витаминной продукцией в ранневесенний и осенне-зимний периоды. За счет разработки и внедрения новых малозатратных технологий значительно

увеличивается урожайность овощей [1]. В технологии выращивания овощных растений мульчирование является одним из эффективных приемов, который способствует созданию благоприятного температурного режима почвы и напочвенного слоя воздуха, сохранению почвенной влаги, улучшению физических свойств почвы, усилению микробиологических процессов. Применение мульчирования почвы ускоряет рост и развитие растений, повышает их урожайность. Данный агроприем сокращает затраты труда и сохраняет почвенную влагу, так как доказано, что при наличии 50–150 сорняков на 1 м^2 почвы выносится от 450 до 700 кг/га питательных веществ в пересчете на минеральные удобрения [2]. Для мульчирования используют различные материалы, препятствующие проникновению света к почве и предотвращающие прорастание сорняков [3]. Эффективным мульчирующим материалом является агроволокно. Это полимерный материал, который содержит стабилизатор, защищающий его от разрушения солнечными лучами и воздействия отрицательных температур, хорошо пропускает воду и воздух. Преимуществом агроволокна является его долговечность, так как использовать его можно 2–4 года, что экономит средства и повышает рентабельность данного вида мульчирования [4]. Установлено, что лучшее прогревание почвы было под прозрачной пленкой. Высшую урожайность растений обеспечивали при мульчировании почвы черной и прозрачной пленкой. Хорошо зарекомендовала себя и дымчатая пленка толщиной 50 мкм [5]. Отсутствие осадков и дефицит почвенной влаги угнетают растения. Поливы во время вегетации могут предупредить гибель растений, однако не вся вода, поступающая в почву, доступна растениям. Значительная ее часть испаряется и просачивается в слой почвы, недоступный для корневой системы растений. Чтобы предотвратить потерю воды, в почву вносят абсорбенты – гидрогели [6]. Гидрогели – это гранулы полимера полиакриламида, которые способны поглощать воду и растворенные в ней удобрения, которые в сотни раз превышают собственный вес гранул, а затем отдают их растениям по мере необходимости. Гранулы способны поглощать и удерживать до 2 л воды на 10 г гидрогеля. Прорастая в гель, корни растений могут использовать накопленную в гранулах влагу и питательные вещества [7].

Цель исследований. Изучение влияния водоудерживающих гранул Аквод и мульчирования почвы на урожайность и качество продукции капусты брокколи в пленочной теплице.

Методика исследований. Исследования проводились в 2011–2012 гг. в фермерском хозяйстве "Беатрис" села Семикивцы. Рассаду капусты брокколи сорта Ледницкая выращивали в рассадной теплице пикированием сеянцев в кассеты с размером ячеек 6х6 см. Сев семян осуществляли 1 февраля, пикирование сеянцев проводили в зависимости от года исследований 17–19 февраля. При выращивании рассады в опыте изучали вариант с применением гранул гидрогеля Аквод, которые добавляли в количестве 20 г на 10 кг почвосмеси. В контрольном варианте гранулы не применялись. Рассаду по истечении 60 сут. высаживали в грунт теплицы в первой декаде апреля. За несколько дней до этого почву теплицы выравнивали и накрывали полимерным мульчирующим материалом. Полимерный мульчирующий материал нарезали полосами шириной 100 см. Края мульчирующих материалов заключали в предварительно нарезанные посередине междурядий борозды и присыпали грунтом. После чего осуществляли разметку посадочных мест по схеме 70х30 см и делали крестообразные надрезы в местах высадки кассетной рассады. Укрытие почвы мульчирующим материалом органического происхождения (солома, опилки) осуществляли после высадки растений. Методикой были предусмотрены фенологические наблюдения, биометрические измерения и учет. При достижении производительными органами технической спелости проводился сбор и учет урожая [9]. Сбор урожая осуществлялся по мере формирования головок согласно требованиям действующего стандарта РСТ УССР 1483-89 "Капуста брокколи свежая" [10].

Результаты исследований и их обсуждение. В среднем за период исследований фазу начала формирования головок ранее отмечали в вариантах мульчирования почвы пленкой полиэтиленовой черной перфорированной 2 мая, в контрольном варианте – 6 мая, т.е. позже на 4 сут. Фаза технической спелости раньше наступала в вариантах мульчирования почвы пленкой полиэтиленовой черной перфорированной – 13 мая, в контрольном варианте – 18 мая, т.е. позже на 5 сут. По продолжительности межфазных периодов отличались растения в вариантах мульчирования почвы пленкой полиэтиленовой черной перфорированной, где межфазный период высадки рассады – начало формирования головок – продолжался 26 сут., в контролном варианте – 30 сут. Наиболее дружное поступление урожая происходило в вариантах мульчирования почвы пленкой полиэтиленовой черной перфорированной – 25 сут., в контрольном варианте – 28 сут., т.е. на 3 сут. продолжительнее.

В фазу технической спелости головок большей высотой в условиях закрытого грунта отличались растения в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным с применением гранул 65,9 см и опилками с применением гранул 66,4 см, в контрольном варианте – 49,8 см, что соответсвенно на 16,1 и 16,6 см меньше (табл. 1). Толщина стебля в среднем больше была в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным – 19,3 и 20,7 мм, опилками с применением гранул – 19,3 мм, в контрольном варианте соответсвенно 17,5; 1,8 и 3,2 мм. Наиболее облиственными были растения в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным (19,3 и 19,7 шт.), опилками с применением гранул (19,4 шт.) и пленкой полиэтиленовой черной перфорированной (19,2 шт.). Диаметр розетки в значительной степени зависит от количества листьев на растении, что подтверждено корреляционным анализом. Между количеством листьев на растении и показателем диаметра розетки установлена сильная прямая связь (r=0,91). Большим показателем диаметра розетки в фазу технической спелости отличались растения в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным (81,5 и 86,3 см) и опилками (82,1 и 83,8 см), что превышало контроль соответственно на 8,7; 13,5; 9, 3; 11,0 см. Площадь листьев в значительной степени зависит от их количества и величины, что также подтверждено корреляционным анализом.

Таблица 1

Биометрические и физиологические характеристики растений капусты брокколи в фазу технической спелости при применении водоудерживающих гранул и мульчирования почвы в пленочной теплице (среднее за 2011–2012 гг.)

Вариант		Высота растений, см	Количество листьев, шт/растение	Толщина стебля, мм	Диаметр розетки, см	Площадь листьев, тыс. м²/га	Чистая продуктивность Фотосинтеза, г/м² в сут.
Мульчирующий материал	Применение гранул						
Агроволокно черное	Без гранул	65,0	19,3	19,3	81,5	50,7	15,1
	С гранулами	65,9	19,7	20,7	86,3	52,3	15,7
Пленка полиэтиленовая черная перфорированная	Без гранул	54,2	18,1	17,8	75,8	44,4	12,6
	С гранулами	55,8	19,2	18,8	81,8	45,2	13,2
Опилки	Без гранул	63,1	19,0	19,0	82,1	47,2	14,1
	С гранулами	66,4	19,4	19,3	83,8	48,3	14,2
Солома	Без гранул	57,2	17,6	18,1	79,1	42,8	11,9
	С гранулами	60,3	17,9	18,5	80,1	44,5	12,3
Без мульчи	Без гранул (К*)	49,8	16,3	17,5	72,8	38,4	10,4
	С гранулами	51,0	17,3	17,9	77,1	41,2	11,4

** К – контроль.*

Между площадью листьев и их количеством установлена сильная прямая связь (r=0,94). Большим показателем площади листьев в фазу технической спелости головок отличались растения в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным – 50,7 и 52,3 тыс. м²/га, что на 12,3 и 13,9 тыс. м²/га больше по сравнению с контролем. Установлена также сильная прямая корреляционная связь между диаметром розетки и площадью листьев (r=0,89).

Высшими показателям чистой продуктивности фотосинтеза в условиях пленочной теплицы отличались растения в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным – 15,1 и 15,7 г/м^2 в сут., опилками – 14,1 и 14,2 г/м^2 в сут., в контрольном варианте – 10,4 г/м^2 в сут., что соответственно на 4,7; 5,3; 3,7; 3,8 г/м^2 в сут. меньше. Для выяснения эффективности применения изучаемых приемов важным показателем является уровень урожайности (табл. 2). Наивысшая урожайность как по годам, так и в среднем за два года исследований, получена в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным – 3,7 и 4,1 кг/м^2, мульчирования почвы опилками – 3,3 и 3,6 кг/м^2, в контрольном варианте – 2,4 кг/м^2, что соответственно на 35,1; 41,5; 27,3; 33,3 % меньше. Существенность данной разницы подтверждена результатами дисперсионного анализа по двум годам исследований. Во всех остальных исследуемых вариантах отмечена также существенно высокая урожайность по сравнению с контролем. Надо сказать, что во всех вариантах с применением водоудерживающих гранул была обеспечена значительная прибавка урожая по сравнению с вариантами без их применения. Установлена сильная прямая связь между уровнем урожайности и показателем чистой продуктивности фотосинтеза (r=0,98), а также сильная прямая корреляционная связь между площадью листовой поверхности и урожайностью растений капусты брокколи (r=0,99).

Наибольший средний диаметр головки отмечен в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным – 16,4 и 17,3 см, опилками – 15,0 и 15,3 см (в контроле 12,7 см). Большая средняя масса центральной головки получена в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным – 357 и 400 г, опилками – 315 и 342 г (в контроле 225 г). По общей массе боковых головок преимущество отмечено в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным – 401 и 461 г, опилками – 375 и 409 г (в контроле 253 г).

Таблица 2

Урожайность и качественные показатели продукции капусты брокколи с применением водоудерживающих гранул и мульчирования почвы в пленочной теплице

Вариант		Головка (среднее за 2011–2012 гг.)			Общая урожайность, кг/м^2			± к контролю, кг/м^2
Мульчирующий материал (А)	Применение гранул (В)	Диаметр центральной, см	Масса центральной, г	Общая масса боковых, г	2011 г.	2012 г.	Среднее	
Агроволокно черное	Без гранул	16,4	357	401	3,9	3,4	3,7	+1,3
	С гранулами	17,3	400	461	4,3	3,9	4,1	+1,7
Пленка полиэтиленовая черна перфорированная	Без гранул	14,3	279	331	3,3	2,5	2,9	+0,5
	С гранулами	14,7	305	362	3,5	2,8	3,2	+0,8
Опилки	Без гранул	15,0	315	375	3,5	3,1	3,3	+0,9
	С гранулами	15,3	342	409	3,7	3,4	3,6	+1,2
Солома	Без гранул	14,1	262	314	2,9	2,6	2,8	+0,4
	С гранулами	14,5	284	339	3,1	2,9	3,0	+0,6
Без мульчи	Без гранул (К*)	12,7	225	268	2,5	2,2	2,4	–
	С гранулами	13,1	247	295	2,7	2,4	2,6	+0,2
$НИР_{05}$	А	–			0,2	0,1	–	
	В				0,1	0,1		
	АВ				0,3	0,2		

*К – контроль.

Высокий процент товарного урожая получен в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным – 96,4 и 97,5 %, а также опилками с применением гранул – 95,8 %, что по сравнению с контролем на 4,7; 5,8 и 4,1 % больше.

Заключение. Применение водоудерживающих гранул и мульчирования почвы в весенней пленочной теплице без обогрева осуществляет значительное влияние на прохождение фенологических фаз, продолжительность межфазных периодов и биометрические характеристики растений капусты брокколи на всех этапах их роста и развития. Наивысшая урожайность как по годам, так и в среднем за годы исследований, получена в вариантах мульчирования почвы агроволокном черным – 3,7 и 4,1 кг/м^2, опилками с применением гранул – 3,6 кг/м^2, что соответственно меньше, чем в контрольном варианте, на 1,3; 1,7; 1,2 кг/м^2.

Литература

1. *Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т.* Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого грунту. Ч.1 Закритий ґрунт. – Вінниця: Нова Книга, 2008. – 368 с.
2. *Вітанов О.Д.* Система заходів боротьби з бур'янами в посівах овочевих культур: рекомендації. – Харків, 1998. – 23 с.
3. *Завьялова Т.* Пропалывать или мульчировать? // Сад и огород. – 2005. – № 5. – С. 2–4.
4. *Сыч З., Пилипенко О.* Агроволокно или обычная пленка? // Огородник. – 2004. – № 4. – С. 10.
5. *Козулина Н.* Мульчирование почвы пленкой // Картофель и овощи. – 1968. – № 7. – С. 20–21.
6. Гидрогель LUXSORB™ – влагоудерживающий суперабсорбент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // www.agro-technology.narod.ru/ - 96k.
7. Гидрогель в растениеводстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // www. avroragro.ru.
8. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. – Харків: Основа, 2001. – 369 с.
9. РСТ УССР 1483-89. Капуста брокколи свежая. Технические условия: введено 1.01.91. – Киев, 1990. – 6 с.

УДК 633.11.321

С.В. Половинкина, А.В. Полномочнов, В.В. Парыгин

ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛИНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ

В статье дана оценка перспективных линий яровой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по основным хозяйственно-биологическим показателям, определяющим пригодность сорта для использования в производстве. Выявлены селекционные линии наиболее ценных форм яровой пшеницы.

***Ключевые слова**: сорт, линия, фенологические наблюдения, вегетационный период, устойчивость к полеганию, конкурсное сортоиспытание.*

S.V. Polovinkina, A.V. Polnomochnov, V.V. Parygin

THE ECONOMIC AND BIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE SPRING WHEAT LINES IN THE COMPETITIVE SORT TESTING

The assessment of the spring wheat perspective lines in the competitive sort testing on the main economic and biological indices defining the sort suitability for the production use is given in the article. The selection lines of the spring wheat most valuable forms are revealed.

Key words: sort, line, phenological observations, vegetation period, resistance to lodging, competitive sort testing.

Введение. Среди культурных злаков яровая пшеница является доминирующей культурой в производстве зерна. В Предбайкалье в общей площади посевов она занимает около 45 %, а среди зерновых и зерно-

бобовых культур около 60 % [5]. В данном регионе эта культура интродуцирована усилиями селекционеров Сибири. В этой связи здесь сортовое многообразие яровой пшеницы является результатом длительного процесса генетической адаптации ее гибридов к природно-климатическим особенностям региона, среди которых доминирующими являются короткий вегетационный период, дефицит почвенной влажности в весенний и раннелетний период и тепла в период формирования семян [5].

Проблема создания сортов с коротким вегетационным периодом и высокой семенной продуктивностью очень сложна. По этой причине селекционерам, работающим в условиях региона, далеко не всегда удается вывести скороспелый и вместе с тем урожайный сорт [6]. Технология получения нового сорта состоит из ряда этапов, одним из которых является конкурсное сортоиспытание (КСИ). В процессе этого этапа осуществляется всесторонняя комплексная оценка сортов, выведенных и предлагаемых для использования в разных почвенно-климатических зонах региона.

Цель исследований. Выявить среди селекционных линий наиболее ценные формы яровой пшеницы по хозяйственно-биологическим показателям.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись пять линий яровой пшеницы. Стандартом служил сорт Ангара 86. Исследования проводили на опытном поле ИрГСХА. Опыты закладывали по общепринятой методике [2]. Срок посева 15 мая, норма высева 220 кг/га, площадь делянок составляла 200 м^2. Фенологические наблюдения проводили для оценки наступления и длительности различных фаз, а также общую продолжительность периода онтогенеза – от полных всходов до полной спелости. Отмечали начало и конец каждой фазы: начало, когда 10 % растений вступали в данную фазу, конец, когда 75 % общего числа растений вступали в данную фазу. Учет семенной продуктивности [8, 1] на пробных площадках проводили сплошным методом. Уборку образцов осуществляли механизированно, обмолот растений проводили на селекционной молотилке МПСУ-50. Элементы семенной продуктивности растений в опытах подвергали статистической обработке [4].

Результаты исследований и их обсуждение. Одним из основных показателей, которые изучались нами в процессе КСИ, является оценка длинны вегетационного периода (табл. 1). Из данных табл. 1 видно, что такие линии, как №206, 216, по продолжительности вегетационного периода равны стандарту (сорт Ангара 86), вегетационный период их равен 95 дней, продолжительность обеих фаз 47–48 дней. Продолжительность вегетации линии №217 превысила стандарт на 1 день, а линия №191 отличалась коротким вегетационным периодом от стандарта на 3 дня и составляла в период всходы – восковая спелость 92 дня. Таким образом, наиболее скороспелой оказалась линия №191.

Обязательным требованием при выведении новых сортов является присутствие у растений признака устойчивости к полеганию, поскольку полегание хлебов не только затрудняет механизированную уборку, но и приводит к большим (до 25 %) потерям урожая. Особенно опасно раннее полегание хлебов во время цветения или в начале налива зерна. Сорта, устойчивые к полеганию, имеют небольшую высоту и обладают сравнительно большой толщиной стенок соломины и сосудисто-волокнистых пучков [7].

Таблица 1

Продолжительность отдельных фаз вегетационного периода линий яровой пшеницы (средние данные за 2010–2012 гг.), дн.

Линия, сорт	Всходы – колошение	Колошение – восковая спелость	Длина вегетационного периода	Отклонение от стандарта
Ангара 86 (стандарт)	48	47	95	-
Линия 191	47	45	92	-3
Линия 206	47	48	95	-
Линия 211	48	46	94	-1
Линия 216	48	47	95	-
Линия 217	46	50	96	+1

Результаты наших исследований (2010–2012 гг.) по устойчивости линий к полеганию (табл. 2) свидетельствуют о том, что высота растений в конкурсном сортоиспытании была в пределах 65–85 см. Следует отметить, что у линии №191 высота растений была меньше, чем у стандарта, а у растений линии №217 этот признак был на уровне стандарта. Следовательно, мы можем предположить, что этим линиям от сорта Ангара 86 передались два гена карликовости.

Таблица 2

Высота растений пшеницы и устойчивость линий к полеганию (средние данные за 2010–2012 гг.)

Линия, сорт	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл
Ангара 86 (стандарт)	75,42±1,23	4,5
Линия 191	65,12±1,16	5,0
Линия 206	85,31±2,02	3,5
Линия 211	80,16±1,18	3,5
Линия 216	85,56±1,51	3,5
Линия 217	75,17±1,83	4,0

Наиболее высокорослыми являлись три линии высотой 80–85 см. В питомнике конкурсного сортоиспытания в годы эксперимента нами отмечена определенная закономерность между высотой растений и устойчивостью к полеганию. Так, линия №191 (Ангара х АС-16), имея высоту растений 65 см, по устойчивости к полеганию была оценена в 5,0 балла, а линии №206, 211, 216 с высотой растений 80–85 см – в 3,5 балла.

Можно отметить, что линия №217 по устойчивости к полеганию была близка к уровню стандарта. Доминирующим показателем внедрения нового сорта в сельскохозяйственное производство является его урожайность. В регионе на этот показатель большое влияние оказывают элементы структуры урожая: количество сохранившихся растений и стеблей к уборке урожая, озерненность колоса и крупность зерна. Основным критерием является продуктивность главного колоса.

В таблицах 3–4 показано, что три линии – №191, 211, 216 – по количеству сохранившихся продуктивных растений к уборке превысили стандарт. Следует отметить линию №191, превысившую сорт Ангара 86 на 113 стеблей.

Таблица 3

Количество продуктивных стеблей, шт/м² (средние данные за 2010–2012 гг.)

Линия, сорт	Количество продуктивных стеблей	Отклонение от стандарта
Ангара 86 (стандарт)	356,20±1,11	-
Линия 191	469,06±0,18	+113
Линия 206	329,17±0,21	-33
Линия 211	385,30±2,13	+29
Линия 216	394,09±2,73	+38
Линия 217	350,36±1,45	-6

Анализируя данные по озерненности главного колоса, можно отметить, что четыре линии превышали по этому признаку сорт Ангара 86 в количестве от 3 до 14 зерен. Это значительно отразилось на продуктивности колоса линий по отношению к стандарту, особенно следует отметить линию №191, озерненность которой превышала стандарт на 45 %, а масса зерна в колосе – на 82 %.

На наш взгляд, условия формирования и налива зерна не способствовали получению крупного полноценного зерна. Следует отметить, что в более благоприятные годы повышенная озерненность колоса, несомненно, скажется на урожайности линий. Результаты исследований урожайности линий яровой пшеницы в конкурсном сортоиспытании в 2010–2012 гг. представлены в табл. 5.

Таблица 4

Озерненность и продуктивность главного колоса у линий яровой пшеницы (средние данные за 2010–2012гг.)

Линия, сорт	Количество зерен в главном колосе, шт.	Отклонение от стандарта	Масса зерна главного колоса, г	Отклонение от стандарта
Ангара 86 (стандарт)	31,62±1,25	-	0,96±0,06	-
Линия 191	45,96±1,52	+14,34	1,75±0,08	+0,79
Линия 206	37,52±0,89	+5,90	1,34±0,05	+0,38
Линия 211	30,12±1,25	-1,50	1,39±0,03	+0,43
Линия 216	35,20±0,81	+3,58	1,34±0,06	+0,38
Линия 217	36,36±1,07	+4,74	0,81±0,03	-0,15

Полученные данные об урожайности линий в конкурсном сортоиспытании свидетельствуют о том, что в условиях 2010–2012 годов 3 линии (№211, 216, 217) уступали по этому показателю стандарту. Следует отметить линию №191, которая превышала стандарт по урожайности, несмотря на неблагоприятные погодные условия, на 37,24 г/м^2.

Таблица 5

Урожайность линий яровой пшеницы, г/м² (средние данные 2010–2012 гг.)

Линия, сорт	Урожайность	Отклонение от стандарта
Ангара 86 (стандарт)	233,12±1,25	-
Линия 191	270,36±1,67	+37,24
Линия 206	243,16±2,14	+10,04
Линия 211	215,31±1,81	-17,81
Линия 216	163,44±1,35	-69,68
Линия 217	167,36±0,58	-65,76

Общеизвестно, что сорта мягкой пшеницы, формирующие в зерне клейковину высокого качества, называют сильными сортами. При выпечке из этой муки хлеба и хлебобулочных изделий получают продукцию самого высокого качества. Выпечь хлеб из муки слабых сортов пшеницы возможно лишь при условии добавления в муку различного рода «улучшителей», то есть различного рода добавок, которые далеко не всегда экологически безопасны. Однако и они не в состоянии придать хлебу те пищевые качества, которыми обладает мука, полученная от сортов сильной пшеницы.

Создать сорт сильной пшеницы по ряду генетических причин задача весьма сложная. Достаточно сказать, что весь объем муки, поступающий на мировой рынок, всего лишь на 20 % состоит из сортов сильной пшеницы [3].

Таким образом, сорта сильной пшеницы – это крайняя редкость, которая и является объективным препятствием для селекционеров, так как возможность широкого вовлечения сильных сортов в селекционный процесс является проблематичным. Из изученных линий яровой пшеницы питомника КСИ (табл. 6) основными показателями качества зерна являются натура зерна, стекловидность и клейковина. В соответствии с базисными кондициями Иркутской области все исследуемые образцы находились в пределах ГОСТа, где натура зерна должна составлять 740 г/л, стекловидность находится в пределах 60 %, а клейковина свыше 28 %.

Таблица 6

Качественные показатели линий яровой пшеницы в конкурсном сортоиспытании (средние данные за 2010–2012 гг.)

Линия, сорт	Натура зерна, г/л	Стекловидность, %	Клейковина, %	Упругость, ед. ИДК	Растяжимость, см
Ангара 86 (стандарт)	740±1,36	56,0±0,89	32,8±0,13	80,0±0,12	15,0±0,05
Линия 191	749±0,93	66,0±0,51	40,0±0,23	80,0±0,17	11,0±0,02
Линия 206	769±1,12	62,5±0,23	42,8±0,16	77,0±0,09	17,±0,07
Линия 211	762±1,35	66,5±0,46	43,2±0,27	80,0±0,14	12,0±0,06
Линия 216	770±0,56	61,5±0,24	53,2±0,31	82,0±0,11	17,0±0,02
Линия 217	765±1,58	68,5±0,35	48,8±0,13	67.5±0.08	14,0±0,03

По результатам исследований линий яровой пшеницы в конкурсном сортоиспытании были выделены все 5 образцов. По сравнению со стандартом (сорт Ангара 86) натура зерна была выше на 9–30 г/л, а стекловидность – на 9 %. По содержанию клейковины данные образцы превосходили стандарт на 11,7 %.

Выводы

1. Из пяти исследуемых линий яровой пшеницы по ряду хозяйственно-ценных признаков была выделена линия №191. Она отличалась от стандарта коротким вегетационным периодом на 3 дня и составляла в период всходы – восковая спелость 92 дня. Обладала также устойчивостью к полеганию, к тому же превышала стандарт по урожайности на 37,24 г/м^2.

2. Линия №191 оказалась более устойчивой к экстремальным условиям возделывания и успешно прошла конкурсное сортоиспытание, в связи с чем подготовлена для передачи на ГСУ Иркутской области.

Литература

1. *Вайнагий И.В.* О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журнал. – 1974. – Т. 59. – № 6. – С. 826–831.
2. *Гуляев Г.В., Дубинин А.П.* Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 375 с.
3. *Деревянко А.Н.* Погода и качество зерна озимых культур. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 127 с.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. *Илли И.Э.* Физиология формирования биологических качеств семян яровой пшеницы в условиях Восточной Сибири: автореф. дис. … д-ра биол. наук. – Душанбе, 1989. – 41 с.
6. *Крутиков Г.А.* Характеристика лучших сортов сельскохозяйственных культур Иркутской области // Результаты испытания сельскохозяйственных культур 2001 г. – Иркутск, 2001. – 129 с.
7. *Полномочнов А.В., Илли И.Э., Крутиков И.А.* Яровая пшеница Предбайкалья и результаты районирования сельскохозяйственных культур. – Иркутск: Дом печати, 2009. – 287 с.
8. *Роботнов Т.А.* Итоги изучения семенного размножения растений на лугах в СССР // Ботан. журнал. – 1969. – Т. 54. – № 6. – С. 817–832.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

УДК 636.084:636.028

Н.А. Табаков, Е.А. Козина

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАТА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ОСИНЫ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ЖИВУЮ МАССУ ЛАБОРАТОРНЫХ БЕЛЫХ МЫШЕЙ

В статье представлены результаты исследования эффективности включения концентрата биологически активных веществ осины в рацион белых мышей. Разработан безвредный и эффективный способ, с помощью которого можно регулировать массу, предупреждать ожирение, увеличение массы и связанные с этим заболевания.

***Ключевые слова**: концентрат биологически активных веществ осины, лабораторные белые мыши, живая масса.*

N.A. Tabakov, E.A. Kozina

THE INFLUENCE OF THE ASPEN BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE CONCENTRATE ON THE PHYSIOLOGICAL CONDITION AND LIVE WEIGHT OF LABORATORY WHITE MICE

The research results on the inclusion efficiency of the aspen biologically active substance concentrate in the white mouse ration are presented in the article. The non-hazardous and effective method with the help of which it is possible to regulate the live weight, to prevent adiposity, weight increase and related diseases is developed.

Key words: aspen biologically active substance concentrate, laboratory white mice, live weight.

Введение. Ожирение вызывается недостатком физических упражнений или привычкой к перееданию, либо метаболическими нарушениями вследствие генетических факторов, эндокринных и других заболеваний. Оно может являться фактором риска, вызывающим различные заболевания, такие, как утяжеление сердечно-сосудистой патологии, развитие диабета II типа, гипертонии и т.д. Поэтому очень важна ранняя терапия или профилактика ожирения.

Стратегия снижения живой массы должна предусматривать уменьшение калорий и увеличение физической нагрузки, однако осуществить это на практике достаточно сложно без использования дополнительной помощи. Предлагаемый способ снижения массы тела предназначен млекопитающим, в частности, животным млекопитающегося вида, включая мышь, крысу, кролика, овцу, корову, свинью лошадь и т.д. В наиболее предпочтительном варианте млекопитающим является человек [3].

Цель исследований. Изучение влияния концентрата биологически активных веществ осины на физиологическое состояние и живую массу лабораторных белых мышей.

Задачи исследований:

1) изучить динамику живой массы лабораторных белых мышей;
2) исследовать гематологические показатели крови подопытных животных;
3) изучить влияние изучаемой добавки на массу печени и почек мышей;
4) провести гистологическое исследование тканей печени исследуемых животных.

Объекты и методы исследований. Лабораторные исследования проводились в Красноярском государственном аграрном университете. Материалом для исследований послужил концентрат биологически активных веществ осины.

Объектом исследований являлись лабораторные животные – белые мыши. Группы формировались по принципу пар-аналогов. Аналогов подбирали с учетом пола, возраста, живой массы, уровня развития и состояния здоровья.

В качестве добавки к рациону белым мышам добавляли концентрат биологически активных веществ осины (БАВ) в количестве 0,5–2,0 мл/гол. Концентрат биологически активных веществ получен водной экстракцией древесины осины с последующим ее механическим отжимом.

По химическому составу концентрат биологически активных веществ (БАВ) древесины осины содержит фосфатидилхолины, фосфатидилэтаноламины, галактозилдиацилглицерин, стерины и их эфиры, олеиновую, линолевую, линоленовую, арахидоновую кислоты, витамины и микроэлементы.

Состав концентрата биологически активных веществ древесины осины (БАВ): вода – 96,5 %, протеин – 0,1, зола – 0,15, БЭВ (безазотистые экстрактивные вещества) – 2,17, сахар – 1,92 %; витамин Е – 35,83 мг/л, витамин С – 32,1 мг/л; Ca – 200 мг/л, P – 30,0, K – 324,0, Na – 24,0, Mg – 30,8, Fe – 11,4, Mn – 0,9, Cu – 0,1, Zn – 0,45 мг/л.

Результаты исследований и их обсуждение. Концентрат биологически активных веществ (БАВ) – это раствор зеленоватого цвета с горько-кислым вкусом и приятным специфическим запахом, содержание сухих веществ 3,5 %.

Влияние концентрата биологически активных веществ осины (БАВ) на динамику живой массы изучалось на белых мышах (Mus musculus L). Из 25 белых лабораторных мышей (средняя живая масса 41 ± 1–2 г, возраст мышей – 90 дн., самки взрослые) было сформировано по принципу пар-аналогов 5 групп (1 контрольная и 4 опытные). Аналогов подбирали с учетом пола, возраста, живой массы, уровня физиологического развития [2]. Эксперимент проводился в течение 30 дней. Кормили животных вволю два раза – утром и вечером со свободным доступом к воде. Основной рацион кормления состоял из 12 г зерновой смеси и 1–2 г овощей. Компоненты рациона смешивались и измельчались и в виде смеси скармливались мышам. Концентрат биологически активных веществ осины (БАВ) вводили в измельченную часть корма в виде раствора, смешивали и в виде влажной мешанки скармливали белым мышам.

Животные 1-й опытной группы получали дополнительно к основному рациону концентрат биологически активных веществ осины (БАВ) в количестве 0,5 мл/гол. в сутки в 2 приема (утром и вечером). Мышам 2-й опытной группы добавляли 1 мл/гол. в сутки БАВ. Животные 3-й опытной группы потребляли по 1,5 мл/гол. в сутки БАВ. Мыши 4-й опытной группы дополнительно к основному рациону получали 2 мл/гол. в сутки БАВ (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта

Группа	Количество мышей в группе, гол.	Условия кормления
Контрольная	5	ОР*
1-я опытная	5	ОР + 0,5 мл/гол. в сутки БАВ**
2-я опытная	5	ОР + 1,0 мл/гол. в сутки БАВ
3-я опытная	5	ОР + 1,5 мл/гол. в сутки БАВ
4-я опытная	5	ОР + 2,0 мл/гол. в сутки БАВ

**ОР – основной рацион; **БАВ – концентрат биологически активных веществ осины.*

Живую массу лабораторных животных учитывали путем индивидуального взвешивания через каждые пять дней, в конце опыта для контроля состояния здоровья был изучен морфологический состав крови.

На основании полученных данных была определена безвредная и оптимальная дозировка клеточного сока осины в составе рациона. Следует отметить, что за период проведения опыта сохранность во всех группах составляла 100 %.

В период проведения опыта внешний вид и состояние шерстного покрова в опытных группах были лучше, чем у контрольных аналогов: блестящие глаза, кожные покровы розового цвета без патологий.

По окончании опыта производили определение их живой массы, а затем убой всех опытных мышей (табл. 2).

Таблица 2

Живая масса белых мышей

Группа	Средняя живая масса в группе, г	
	Начало опыта	Конец опыта
Контрольная	41,9±1,7	40,9±1,8
1-я опытная	42,2±1,4	36,2±1,4
2-я опытная	41,6±1,5	30,5±1,7
3-я опытная	42,3±1,3	36,3±1,9
4-я опытная	41,8±1,6	37,7±1,7

Данные, приведенные в табл. 2, показывают, что наибольшее снижение живой массы наблюдалось во 2-й опытной группе – 11,1 г, или 26,8 %, где мыши получали концентрат биологически активных веществ осины (БАВ) в количестве 1,0 мл/гол. в сутки.

Известно, что мыши очень избирательно относятся к корму. Возникновение различных патологий в их организме обусловливается избытком или недостатком одного или нескольких макро- и микроэлементов, витаминов, а также их соотношением в кормах и воде. То есть минеральный состав корма влияет на обменные процессы, происходящие в организме животного. Добавка к корму концентрата биологически активных веществ осины (БАВ) стимулирует обмен веществ, препятствует усвоению жиров, активизирует их расщепление и выведение. Улучшение обмена веществ лабораторных мышей и общее оздоровление их организма подтверждают показатели крови (табл.3).

Таблица 3

Гематологические показатели крови опытных животных

Группа	Эритроциты, 10^{12} л	Лейкоциты, 10^{9} л
Контрольная	3,1 ± 0,15	5,2 ± 0,13
1-я опытная	2,12 ± 0,15	1,9 ± 0,13
2-я опытная	5,34 ± 0,25	4,85 ± 0,088
3-я опытная	8,44 ± 0,28	4,7 ± 0,15
4-я опытная	5,84 ± 0,2	6,0 ± 0,08
Норма	2,8–8,5	6,0–13,0

Данные, представленные в табл. 3, показывают, что содержание эритроцитов в крови опытных животных находилось в пределах от 2,12 до $8,44 \cdot 10^{12}$ л. Так, в 3-й опытной группе было более высокое содержание эритроцитов по сравнению с контрольной на $5,34 \cdot 10^{12}$ л. В 1-й опытной группе отмечено минимальное содержание эритроцитов ($2,12 \cdot 10^{12}$ л) по сравнению с контрольной, что на $0,98 \cdot 10^{12}$ л меньше. Содержание лейкоцитов в крови белых мышей 2-, 3-, 4-й опытных групп ($4,85 \cdot 10^{9}$; $4,7 \cdot 10^{9}$; $6,0 \cdot 10^{9}$ л соответственно) незначительно отличалось от контрольной группы ($5,2 \cdot 10^{9}$ л) и соответствовало норме. Наименьшее содержание лейкоцитов было в 1-й опытной группе ($1,9 \cdot 10^{9}$ л), получавшей дополнительно к основному рациону 0,5 мл концентрата биологически активных веществ осины, что на $3,3 \cdot 10^{9}$ л меньше, чем в контрольной группе, но при увеличении исследуемой добавки в рационах мышей количество лейкоцитов в их крови приближается к норме.

Паренхиматозные органы (печень, почки) исследовали целиком, надсекая соединительнотканную капсулу органа. После взвешивания на электронных весах печень и почки помещали в формалин для фиксации. Гистохимия жиров и липидов проводилась по методу выявления нейтральных жиров Суданом III [1]. Данные, приведенные в табл. 4, показывают, что мыши, получавшие жидкий концентрат биологически активных веществ в количестве 1 мл/гол, в сутки имели меньшую массу печени и почек, что свидетельствует о нормализу-

ющем действии данной добавки и сопряжено с оздоровлением организма в целом за счет улучшения функции печени и регуляции обмена веществ.

Таблица 4

Масса внутренних органов мышей

Группа	Количество животных, гол.	Доза БАВ, мл/гол. в сут.	Масса, г		
			печени	левой почки	правой почки
Контрольная	5	-	2,4±0,05	0,273±0,014	0,263±0,004
1-я опытная	5	0,5	2,199 ± 0,0088	0,303 ± 0,002	0,324 ± 0,002
2-я опытная	5	1,0	2,098 ± 0,0035	0,230 ± 0,01	0,243 ± 0,0028
3-я опытная	5	1,5	2,643 ± 0,05	0,302 ± 0,017	0,294 ± 0,0015
4-я опытная	5	2,0	2,665 ± 0,006	0,299 ± 0,005	0,323 ± 0,0088

Гистологическое исследование тканей печени мышей показало, что в печени опытных животных контрольной группы наблюдалось обильное накопление жироподобных веществ. Кроме того, встречаются различные деструктивные явления, такие, как набухание ядерных структур, пикноз ядра и вакуолизация цитоплазмы клеток. Количество двуядерных клеток составляет около 25 % от их общего количества. В печени мышей 1-й опытной группы, получающей концентрат биологически активных веществ осины в количестве 0,5 мл на 1 гол., еще прослеживается накопление жироподобных веществ, но наблюдается появление молодых клеток, то есть печень восстанавливает свои функции. В печени мышей 2-й опытной группы, получающей концентрат биологически активных веществ осины в количестве 1,0 мл на 1 гол., клетки не имеют ярко выраженных деструктивных изменений, относительное количество жироподобных веществ в пределах физиологических норм. Наблюдается большое количество многоядерных клеток, находящихся в синтетической стадии, то есть идет обновление клеточного состава железы. У мышей, получавших добавку в количестве 1,5 и 2,0 мл на 1 гол., печень не имеет ярких патологических изменений, а процессы, происходящие в печени, указывают на то, что в незначительной степени начинается обновление клеточного состава железы.

Заключение. На основании проведенных исследований, можно сделать выводы, что концентрат БАВ проявляет гипохолестеринемическое действие, а также гипотриглицеринемический эффект, который проявляется в сдерживании процесса чрезмерного накопления жира в печени, что в свою очередь предотвращает жировое перерождение печени. Следовательно, полученный концентрат биологически активных веществ, защищая печень от вредных воздействий, повышает метаболическую активность основного фильтра в организме.

На основании проведенного исследования установлено, что добавка к основному рациону опытным мышам концентрата БАВ в количестве 0,5–2,0 мл/гол. стимулирует обмен веществ, препятствует усвоению жиров, что в конечном счете дает снижение их массы тела. Оптимальная доза добавки к основному рациону концентрата биологически активных веществ осины составляет 1,0 мл/гол. ежедневно двумя раздельными дозами в течение месяца.

Таким образом, разработан безвредный и эффективный способ, с помощью которого можно регулировать живую массу, предупреждать ожирение, увеличение живой массы и связанные с этим заболевания. Прием уникальной комбинации природных жиросжигающих биологически активных компонентов позволяет снизить живую массу млекопитающих за счет повышения интенсивности обменных процессов в организме. Действие, оказываемое биологически активной добавкой на основе древесины осины, носит нормализующий характер и сопряжено с оздоровлением организма в целом за счет улучшения функции печени и регуляции обмена веществ. Кроме того, преимущество данного способа снижения живой массы млекопитающих состоит в использовании добавки физиологичного состава и происхождения, исключающего побочные реакции.

Литература

1. Основы гистологии и гистологической техники: учебник / *Ю.И. Афанасьев*, *В.К. Баланчук, Л.Л. Ванников* [и др.]. – Изд. 2-е, исправ. и доп. /под общ. ред. проф. *В.Г. Елисеева*. – М.: Медицина, 1967. – 268 с.
2. *Овсянников А.И.* Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976. – 304 с.

3. Способ снижения массы тела млекопитающих: пат. 2420211 Российская Федерация, МПК[51] A 23 L 1/30 A 23 K 1/16 A 61 K 36/00 A 61 P 3/04 / *Табаков Н., Козина Е.А.* [и др.]; заявитель и патентообладатель Идельсон Евгений Викторович. – № 2009144404/13, заявл. 30.11.2009, опубл. 10.06.2011, Бюл. № 16. – 3 с.

УДК 636.3.033

Ж.Ц. Гармаева

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СТАТУС ЯГНЯТ АГИНСКОЙ ПОРОДЫ В НОРМЕ И ПРИ ГИПОТРОФИИ

Установлены клинико-морфологические показатели состояния нормотрофных и гипотрофных новорожденных ягнят агинской полугрубошерстной породы, позволяющие дифференцировать физиологический статус животных после рождения.

***Ключевые слова**: ягнята, статус, масса тела, температура.*

Zh.Ts. Garmaeva

MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL STATUS OF THE AGINSKAYA BREED LAMBS IN THE NORM AND WITH HYPOTROPHY

The state clinical-morphological indices of the newly born normotrophic and hypotrophic lambs of the Aginskaya semicoarse-woolen breed that make it possible to differentiate the animal physiological status after the birth are established.

Key words: lambs, status, body mass, temperature.

Введение. Целью настоящей работы явилась оценка степени зрелости новорожденных ягнят новой агинской полугрубошерстной породы (пат. №3698, ГНУ НИИВ Восточной Сибири Россельхозакадемии) и частоты проявления у них антенатальной гипотрофии. В связи с этим нами обследовано 50 новорожденных ягнят в период расплодной компании 2011 г. Физиологическую зрелость новорожденных оценивали по клиническим и морфологическим показателям – живая масса, коэффициент катаболизма, состояние слизистых оболочек и кожи, температура тела, частота пульса и число дыхательных движений, количество резцовых зубов, реактивность.

В решении проблемы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, в том числе и овец, большое значение имеет знание физиологических механизмов, определяющих развитие овец, формирование их продуктивности, резистентности, адаптационных возможностей. В связи с этим очевидна актуальность исследований морфофизиологического статуса у ягнят данной породы в раннем постнатальном периоде развития в зависимости от степени их физиологической зрелости.

Известно, что масса тела новорожденных является интегральным показателем интенсивности процесса роста в утробный период развития и соматической зрелости к моменту рождения [1,3].

Материалы и методы исследований. Работа по изучению морфофункционального статуса ягнят агинской полугрубошерстной породы в норме и при гипотрофии выполнена на кафедре нормальной, патологической физиологии, фармакологии и токсикологии факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВПО «Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова», Агинской окружной ветеринарной лаборатории, клинико-диагностической лаборатории Агинской окружной больницы, в АКФ им. Ленина Могойтуйского района Забайкальского края в период с 2010 по 2013 г.

Оценка физиологической зрелости новорожденных ягнят агинской полугрубошерстной породы проведена путем обследования 50 животных по комплексу признаков: клинических показателей (живая масса, коэффициент катаболизма, габитус, состояние слизистых оболочек и кожи, температура тела, частота пульса и число дыхательных движений, реактивность), которые определяли по общепринятым методам. Исследования проводились в динамике – на 1-, 7-, 15-, 30-, 60-, 90-, 120-е сутки молочной и переходной фаз постнатального онтогенеза. Коэффициент катаболизма ($К_к$) рассчитывали по следующей формуле:

$$К_к = \frac{\text{Масса ягненка через 8 ч после рождения}}{\text{Масса ягненка при рождении}}.$$

Морфофункционально зрелыми считали животных, у которых коэффициент катаболизма был равен или больше единицы. Интерпретацию результатов оценки их физиологической зрелости проводили с учетом методики А.И. Кузнецова и В.Ф. Лысова (2002).

Для оценки морфофизиологического статуса у ягнят раннего постнатального периода развития в зависимости от их степени физиологической зрелости были сформированы 2 группы животных по 12 ягнят: 1-я – из числа физиологически зрелых; 2-я – из числа гипотрофных.

Полученные в эксперименте числовые данные обработаны биометрически на персональном компьютере с использованием прикладной программы «Statistica 6.0».

Результаты исследований и их обсуждение. Путем клинических наблюдений за новорожденными ягнятами по показателям физиологического колебания живой массы в течение 8 ч после рождения и расчетом коэффициента катаболизма, а также по их реакции на экзогенные раздражители (звук, щипок в области крупа), поднимания головы (в течение 5 мин после рождения), первой удачной попытки встать, рефлексу сосания после рождения, развития молочных зубов, по состоянию кожного покрова и слизистых оболочек из 50 обследованных новорожденных ягнят 38 были отнесены к физиологически зрелым, а 12 ягнят к числу животных с признаками физиологической незрелости.

Новорожденный ягненок в условиях внешней среды самостоятельно обеспечивает свое существование. Одним из первых сложных жизненных проявлений организма в условиях окружающей среды является реализация пищевого рефлекса. Время проявления пищевой мотивации, а также реализация основного компонента (позы стояния), весьма информативные критерии оценки морфофункциональной зрелости организма. Реализация позы стояния является интегральной характеристикой подготовленности целого ряда систем и функций новорожденного организма. Она свидетельствует о достаточной зрелости опорно-мышечного аппарата, регуляторной функции нервной системы, энергетических ресурсов ягненка. Отставание во времени реализации этого акта свидетельствует о морфофункциональной незрелости одного из звеньев, либо всего организма в целом [2,4,5].

У физиологически зрелых ягнят артериальный пульс был хорошего наполнения и волны. Количество пульсовых ударов составляло 167,3±0,62 в минуту. Сердечный толчок умеренной силы, тоны ясные. Дыхание довольно глубокое, 68,9±0,38 дыхательных движений в минуту. При аускультации было нежное везикулярное дыхание, посторонние шумы отсутствовали. Перистальтика кишечника умеренной силы. Первородный кал отходил в течение первых 2 ч после рождения. Ягнята имели 4 хорошо развитых молочных зуба, живой темперамент, характеризующийся проявлением рефлексов общего и местного характера. С первого часа жизни активно реагировали на внешние раздражители и проявляли ориентировочные рефлексы на звуки.

Наиболее распространенным признаком физиологической незрелости являлась низкая реактивность, которая проявлялась у ягнят отсутствием сосательного рефлекса, малоподвижностью, напряженной походкой, слабым развитием, неудовлетворительной упитанностью, бледностью слизистых оболочек. Глаза в большинстве случаев незначительно западали. При наблюдении за такими ягнятами отмечали неравномерное поверхностное дыхание, иногда удлиненные вдохи и замедленные выдохи [6,7].

Дыхательные движения составляли в среднем 59,7±0,97 в минуту, что ниже на 13,5 %, чем у физиологически зрелых ($P<0,05$). При аускультации отмечали ослабление, иногда усиление сердечных тонов. Наполнение артерий и пульсовая волна были слабыми. Частота пульса ниже на 14 ударов в минуту (153,7±1,65, $P<0,05$), чем у ягнят физиологически зрелых. Все отмечаемые изменения указывали на то, что сердечная деятельность у ягнят при антенатальной гипотрофии характеризуется функциональной недостаточностью сократительной способности мышцы.

Для оценки уровня морфофункциональной зрелости использовали показатель физиологического колебания живой массы. Для этого проводили взвешивание ягнят после рождения, через 4 и 8 ч. Это позволяло нам устанавливать характер реагирования организма на воздействие факторов окружающей среды сразу после рождения. Известно, что после рождения не исключается естественная потеря массы тела, но к определенному периоду времени кривая веса должна вернуться к исходному уровню, а затем возрастать. У физиологически зрелых ягнят 1-й группы средний показатель живой массы через 4 ч после рождения оставал-

ся без изменений, а к 8 ч отмечалось незначительное повышение. Коэффициент катаболизма составил 1,01±0,003, что соответствует показателю физиологически зрелых новорожденных. У ягнят физиологически незрелых 2-й группы отмечалось некоторое снижение среднего показателя живой массы.

Морфофункциональный статус новорожденных ягнят, распределенных по группам, был охарактеризован по клиническим показателям в сравнительном аспекте (табл. 1).

Таблица 1

Клинические показатели новорожденных ягнят в зависимости от их физиологической зрелости

Стат. показатель	Живая масса, кг			$К_к$	Температура, ^{0}С	Частота пульса	Частота дыхания
	при рождении	через 4 ч	через 8 ч				
1-я группа физиологически зрелых ягнят (n-38)							
M±m	4,24±0,09	4,24±0,09	4,29±0,09	1,01±0,003	39,48±0,08	167,37±0,62	68,95±0,38
СКО	0,55	0,57	0,56	0,01	0,49	3,80	2,37
Min	3,38	3,35	3,41	1,0	38,5	162	65
Max	5,15	5,19	5,21	1,03	40,1	175	73
$К_{вар}$%	13,03	13,40	13,13	0,76	1,25	2,27	3,44
2-я группа физиологически незрелых ягнят (n-12)							
M±m	3,25±0,05	3,14± 0,05	3,17±0,06	0,97±0,007	38,35±0,15	153,67± 1,65	59,67 ±0,97
СКО	0,19	0,18	0,19	0,01	0,54	5,71	3,37
Min	2,96	2,88	2,87	0,95	37,7	147	55
Max	3,50	3,41	3,43	0,99	39,2	165	67
$К_{вар}$ %	5,73	5,79	6,06	1,07	1,40	3,72	5,64
P	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-

При анализе этих характеристик нами установлено, что физиологически зрелые ягнята агинской полугрубошерстной породы при рождении имели живую массу 4,2 ± 0,05 кг (Lim = 5,15÷3,38 кг); коэффициент вариации 13,03 %. Средняя живая масса по группе физиологически незрелых ягнят составила 3,3 ± 0,05 кг (Lim = 3,50÷2,96 кг); коэффициент вариации – 5,73 %. Различие по живой массе у сравниваемых групп составило 23,35 % (P< 0,05). Клинические показатели новорожденных ягнят подопытных групп проанализированы в зависимости от пола (табл. 2).

Таблица 2

Клинические показатели новорожденных ягнят в подопытных группах в зависимости от пола

Группа	Пол	n	Живая масса, кг	Температура,^{0}С	Частота пульса	Частота дыхания
1	Ярочки	20	4,12±0,13	39,45±0,12	167,80±0,83	68,60±0,46
	Баранчики	18	4,37±0,12	39,52±0,11	166,89±0,93	69,33±0,64
	p		> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05
2	Ярочки	5	3,33±0,09	38,54±0,28	157,0±2,77	60,40±1,96
	Баранчики	7	3,19±0,06	38,21±0,18	151,29±1,61	59,14±1,01
	p		> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Различие в живой массе у сравниваемых групп новорожденных ягнят в зависимости от пола составило среди ярочек 0,79 кг (19,18 %), а среди баранчиков 1,18 кг (27,01 %), что косвенно указывает на то, что при развитии гипотрофии задерживаются процессы фетального роста как у ярочек, так и у баранчиков, но у последних в большей степени. Для оценки уровня функциональной зрелости использовали показатель совершенства терморегуляторных процессов. Как видно из табл. 2, средняя температура после рождения у физиологически зрелых ягнят составила 39,48± 0,08^{0}С, у физиологически незрелых ягнят – 8,35±0,15^{0}С. Разница составила 1,13^{0}С, что статистически достоверно (P<0,05). При анализе показателя, характеризую-

щего состояние опорно-двигательного аппарата новорожденных ягнят, установлено, что ягнята первой группы раньше пытаются подняться на ноги, раньше реализуют пищевой рефлекс, причем разница между показателями наблюдаемых групп статистически достоверна (табл. 3).

Таблица 3

Рефлекторные реакции новорожденных ягнят

Показатель	1-я группа	2-я группа	P
Время подъема на ноги, мин	23,3 ± 0,5	28,4 ± 0,4	<0,05
Попытка начала сосания, мин	26,2 ± 1,2	29,3 ± 1,4	<0,05

Заключение. Таким образом, на основании результатов проведенных исследований можно сделать заключение, что совокупность клинических признаков достоверно отражает уровень физиологической зрелости и частоту распространения антенатальной гипотрофии у новорожденных ягнят агинской полугрубошерстной породы.

Литература

1. *Аршавский И.А.* К механизму возникновения физиологической незрелости организмов // Тр. ин-та морфологии животных АН СССР. – 1957. – Т. 22. – С. 37.
2. *Игнатьев Р.Р., Бондаренко Г.Ч.* Особенности формирования колострального иммунитета у телят и ягнят // Ветеринария. – 1994. – № 10. – С. 21–22.
3. *Криштофорова Б.В.* Неонатология телят // Актуальные проблемы ветеринарии. – Барнаул, 1995. – С. 69–70.
4. *Левонян С.М.* Возрастные изменения показателей естественной резистентности и иммунобиологической реактивности организма ягнят в условиях специализированного хозяйства // Меры борьбы с болезнями с.-х. животных. – Харьков, 1980. – С. 69–73.
5. *Федоров Ю.Н.* Иммунопрофилактика болезней новорожденных животных // С.-х. биология. – 1988. – № 2. – С. 133–136.
6. *Чуйкин Э.А.* Иммуноглобулины и иммунитет новорожденных животных // Сельское хозяйство за рубежом. – 1972. – № 2. – С. 30–37.
7. *Эдиев А.У.* Состояние резистентности потомства аллосенсибилизированных овцематок: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Ставрополь, 1999. – 24 с.

ЭКОЛОГИЯ

УДК 572.5

С.С. Бакшеева

ПРИМЕНЕНИЕ НЕИНВАЗИВНЫХ МЕТОДОВ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

В статье представлены результаты применения неинвазивного метода оценки донозологической диагностики слизистых оболочек носа и полости рта у детей в зависимости от антропогенной нагрузки.

***Ключевые слова**: диагностика, антропогенная нагрузка, неинвазивные методы, слизистые оболочки.*

S.S. Baksheeva

THE APPLICATION OF PRENOSOLOGICAL DIAGNOSTIC NON-INVASIVE METHODS TO DETERMINE THE ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE HUMAN BODY

The results of the non-invasive assessment method application of prenosological diagnostics of the children nose and mouth mucous depending on the anthropogenic load are presented in the article.

Key words: diagnostics, anthropogenic load, non-invasive methods, mucous membranes.

Введение. Опыт развития медицинской науки последних двух десятилетий показывает, что изучение состояния здоровья должно быть ориентировано на выявление начальных неблагоприятных изменений в состоянии здоровья, которые не проявляются клиническими симптомами, однако при развитии процесса могут приводить к заболеванию [6, 7]. Для оценки донозологического состояния и прогнозирования экологически обусловленных заболеваний у детей, проживающих в условиях антропогенной нагрузки, необходима разработка диагностических критериев, желательно с использованием неинвазивных методов.

Тканевые барьеры, к которым относятся слизистые оболочки носа и полости рта, являются первой мишенью действия факторов окружающей среды на организм и имеют генетически детерминированные клеточные механизмы защиты от воздействия. Химические соединения, проникая через тканевые барьеры, взаимодействуя с молекулярными, субклеточными и клеточными структурами, вызывают уже при первом контакте определенный ответ организма [2].

Надежность защитной функции слизистой оболочки обеспечивается не столько ее механическими качествами, сколько способностью к быстрому восстановлению утраченных или поврежденных структур и структурно-функциональными связями со всеми органами и системами организма, благодаря чему слизистая оболочка может использовать не только собственные возможности, но и ресурсы всего организма [3,4,11]. Информативность оценки слизистых оболочек носа и полости рта связана с признанием в последние годы их координирующей роли в реакциях, стыкующих механизмы врожденного (неспецифического) и специфического иммунитета, в инициации и стабилизации воспалительных процессов [1,5].

Последние годы ознаменовались значительным повышением интереса к «нетрадиционным функциям» мукозального эпителия (эпителия слизистых оболочек). Это связано с признанием координирующей позиции последнего в реакциях, стыкующих механизмы врожденного (неспецифического) и специфического иммунитета, в инициации и стабилизации воспалительных процессов, занимающих центральное место в патологии респираторного, интестинального и урогенитального трактов [5,9]. Оказалось, что мукозальные эпителиоциты обладают значительным эффекторным потенциалом в реакциях воспаления и иммунитета, реализуя его в ответ на стимулирующее воздействие экзогенной (микроорганизмы, поллютанты) и эндогенной (цитокины и др.) природы [8,10].

Как часть мукозальной системы, букальный эпителий сохраняет элементы ее активной позиции во взаимоотношениях со стимулами, исходящими из внешней и внутренней среды. Это позволяет использовать их для изучения физиологии и реактивности слизистых оболочек, в том числе в качестве индикатора местных и общих нарушений гомеостаза [5]. Функциональная характеристика букального эпителия включает такой показатель, как способность к адгезивным взаимодействиям с микроорганизмами. От этого зависит не только характер микробной колонизации эпителия и состояние местного иммунитета, но и гомеостаза всего клеточного сообщества, ассоциированного со слизистыми оболочками [5].

В облигатной микрофлоре букального эпителия доминируют оральные стрептококки (S. oralis, S. sangius). Их количество является максимальным у детей до 10 лет и рассматривается как один из индикаторов резистентности слизистой оболочки полости рта [5] и «общего здоровья».

Для определения и изучения воздействия на организм ребенка неблагоприятных факторов внешней среды наиболее приемлемыми являются неинвазивные методы диагностики. Пограничные эпителиальные ткани – слизистые оболочки полости носа и рта – являются первой мишенью действия факторов окружающей среды на организм и имеют генетически детерминированные клеточные механизмы защиты, поэтому использование их в качестве тест-объектов находит все большее применение.

Цель исследований. Донозологическая диагностика слизистых оболочек носа и полости рта у детей, проживающих в экологически неравнозначных районах города Красноярска с использованием неинвазивных методов.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись дети, проживающие в экологически «чистом» районе (n=202) (1-я группа) и дети, проживающие в экологически неблагополучном (n=183) (2-я группа). Главным критерием данного разделения были коэффициенты суммарного загрязнения воздуха, по которым зоны наблюдения различались (Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Красноярском крае в 2009 г. Красноярск, 2009) Обследуемые дети в возрасте 7–11 лет относились к 1-й и 2-й группе здоровья и проживали в исследуемых районах города с момента рождения.

Комплекс неинвазивных методов обследования включал изучение следующих показателей: определение концентрации секреторного иммуноглобулина (sIgA) в смывах со слизистой оболочки передних отделов полости носа методом ИФА и индекса колонизации букальных эпителиоцитов (ИКБЭ) в соскобе со слизистой оболочки щеки.

Количественное определение sIgA проводили с помощью набора «IgA секреторный-ИФА-БЕСТ» ЗАО «Вектор-Бест» (Новосибирск) на комплекте оборудования для ИФА (Bio-Rad, США–Франция).

Изучение естественной колонизации БЭ проводили по методике [5]. Букальные эпителиоциты получали натощак в день исследования при соскобе со слизистой оболочки щеки стерильным ватным тампоном, наносили тонким слоем на предметное стекло, высушивали на воздухе и после фиксации смесью Никифорова окрашивали по методу Грама. Использовали иммерсионную микроскопию (увеличение 900), просматривали 50 эпителиальных клеток, дифференцируя их в баллах по числу адгезированных бактерий:

- 0 баллов – 0–30 бактериальных клеток;
- 1 балл – 30–60 бактериальных клеток;
- 2 балла – 60–100 бактериальных клеток;
- 3 балла – 100–300 бактериальных клеток;
- 4 балла – более 400 клеток.

Индекс колонизации БЭ (ИКБЭ) определяли по формуле:

$$(0 \times n_0 + 1 \times n_1 + 2 \times n_2 + 3 \times n_3 + 4 \times n_4) : 50,$$

где n – число эпителиальных клеток с различной степенью (0–4) колонизации.

Значение ИКБЭ более 1,0 усл. ед. считали нормальным, 0,5–1,0 усл. ед. сниженным, менее 0,5 усл. ед. – значительно сниженным.

Статистический анализ данных выполнялся на персональном компьютере Pentium IV с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0.

Результаты исследований и их обсуждение. При анализе результатов исследований слизистой оболочки полости рта (СОПР) установлено, что у большинства обследуемых (64 %), проживающих в экологически благополучном районе, значение ИКБЭ превышало 1,5 усл. ед.; ИКБЭ, равное 1,0 усл. ед., регистри-

ровалось у 17 %; у остальных обследуемых детей (18 %) показатель колонизации БЭ был незначительно ниже 1,0 усл. ед. Среднее значение ИКБЭ (M±S) равнялось 1,1±0,07 усл. ед.

Во второй группе (дети, проживающие в экологически неблагополучном районе) результаты были следующие: у 87 % обследуемых значение ИКБЭ было сниженным, у 3,8 % – значительно сниженным и только у 9,2 % показатель колонизации букального эпителия соответствовал норме, т.е. более 1,0 усл. ед. Среднее значение ИКБЭ (M±S) равнялось 0,59±0,09 усл. ед., что значительно ниже нормы.

Исследование концентрации секреторного иммуноглобулина (sIgA) в смывах со слизистой оболочки передних отделов полости носа выявило достоверное снижение его уровня у детей 2-й группы, проживающих в экологически неблагополучном районе по сравнению с 1-й группой (1,60±0,02 г/л и 3,01±0,02 г/л, $p<0,001$).

Таким образом, на основе результатов собственных исследований и исследований других авторов [2] доказано, что неинвазивный метод оценки донозологической диагностики слизистых оболочек носа и полости рта у детей является одним из важных критериев оценки состояния здоровья и отражает состояние организма, меняющееся в зависимости от антропогенной нагрузки.

Литература

1. Буккальные эпителиоциты как инструмент клиниколабораторных исследований / *М.А. Абаджиди, Т.В. Махрова, И.В. Маянская* [и др.] // Нижегород. мед. журн. – 2003. – № 3/4. – С. 105–110.
2. Воздействие различных факторов на слизистые оболочки носа и рта у людей / *Н.Н. Беляева, О.Ю. Пономарева, В.П. Александрова* [и др.] // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 74–76.
3. *Боровский Е.В., Леонтьев К.К.* Биология полости рта. – М., 1991.
4. *Куваева И.Б., Ладо К.С.* Микроэкологические иммунные нарушения у детей. – М., 2001.
5. Реактивность буккальных эпителиоцитов: индикация местных и общих нарушений гомеостаза / *А.Н. Маянский, М.А. Абаджиди, И.В. Маянская* [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2004. – № 8. – С. 31–33.
6. *Несмеянова Н.Н., Соседова Л.М., Шаяхметов С.Ф.* Показатели донозологической диагностики состояния слизистых оболочек верхних дыхательных путей // Гигиена и санитария. – 2009. – № 3. – С. 25–28.
7. *Олейник И.И.* Микробиология и иммунология полости рта. – М., 1991. – С. 226–260.
8. *Хаитов М.Р.* Острые респираторные вирусные инфекции и бронхиальная астма. Клеточные и молекулярные аспекты проблемы // Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2002. – № 4. – С. 84–93.
9. Neutrophil recruitment, chemokine receptors, and resistance to mucosal infection / *G. Godaly, G. Bergsten, L. Hang* [et al.] // J. Leukocyte Biol. – 2001. – Vol. 69. – P. 899–906.
10. Leucotriene A(4) – hydrolase expression and leucotriene B (4) levels in chronic inflammation of bacterial origin: immunohistochemistry and reserve-phase high-perfomance liquid chromatography analysis of oral mucosal epithelium /*J. Eberhard, S. Jepsen, M. Tiemann* [et al.] // Virchows Arch. – 2002. – Vol. 440. – P. 627–634. .
11. *Polito A.J., Proud D.* Epithelil cells as regulators of airway inflammation // J. Allergi. – 1998. – Vol. 102. – P. 714–718.

УДК 581.526.535(571.63)

Н.М. Воронкова, Е.В. Бурковская, Я.О. Тимофеева, А.Б. Холина

НАКОПЛЕНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ МОРСКОЙ ВОДЫ ЛИСТЬЯМИ ГАЛОФИТОВ СУПРАЛИТОРАЛИ ЯПОНСКОГО МОРЯ

В статье рассматриваются различные уровни накопления Na, Mg, K, Ca в листьях эугалофитов (Suaeda heteroptera, Salicornia europaea, Salsola komarovii), криногалофитов (Glehnia littoralis) и гликогалофитов (Artemisia stelleriana). Обсуждается их связь с анатомией и мезоструктурой листьев.

***Ключевые слова**: галофиты, накопление элементов, супралитораль.*

N.M. Voronkova, E.V. Burkovskaya, Ya.O. Timofeeva, A.B. Kholina

ACCUMULATION OF THE SEA WATER MACROELEMENTS BY THE HALOPHYTES LEAVES OF THE JAPAN SEA SUPRALITTORAL

The various levels of Na, Mg, K, Ca accumulation in the euhalophyte (Suaeda heteroptera, Salicornia europaea, Salsola komarovii), krinohalophyte (Glehnia littoralis and glycohalophyte (Artemisia stelleriana) leaves are considered in the article. Their relationship with the leaf anatomy and mesostructure is discussed.

Key words: halophytes, element accumulation, supralittoral.

Введение. Способность растений морских побережий выживать и успешно размножаться в условиях засоления связана с наличием у них различных адаптаций к высокому уровню ионов Na. В ответ на солевой стресс у соленакапливающих, солевыводящих и солеисключающих галофитов вырабатывается определенная стратегия. Считается, что изучение ответных реакций галофитов как модельных систем способствует выяснению механизмов солеустойчивости [1, 2, 3, 4] и может помочь разработке стратегии улучшения культурных растений-гликогалофитов [5]. С этой точки зрения весьма интересно исследование адаптаций растений морских берегов, особенно супралиторали, где крайне переменчивы не только отдельные экологические факторы, но и весь их комплекс. Специфические условия обитания – засоление почв, импульверизация соленой водой, бедные скелетные почвы, малая мощность снежного покрова, глубокое промерзание почвы, сильные иссушающие ветры, более низкие температуры вегетационного периода, высокая влажность воздуха, периодические тайфуны, антропогенный пресс и другие – оказывают существенное влияние на прибрежную растительность. Высокая динамичность и напряженность природных экологических факторов, а также антропогенные воздействия, позволяют считать морские побережья зоной парадоксальных экологических ситуаций. При анализе флоры морских побережий отмечены черты ксероморфоза многих растений, несмотря на высокую постоянную влажность окружающей среды, обеспеченную муссонным климатом. Кроме того, среди видового разнообразия присутствуют представители семейств, типичных для аридных территорий. На морских берегах есть представители тех же групп галофитов (эу-, крино- и гликогалофиты), что и в аридных зонах [6], но в отличие от последних здесь в основном преобладают представители растений с C_3-типом фотосинтеза. Растения с C_4-типом фотосинтеза встречаются значительно реже [7].

В процессе адаптации растения супралиторали вырабатывают особые анатомические, морфологические и физиологические приспособления, позволяющие им выполнять свои жизненно важные функции в присутствии токсических концентраций солей натрия. При этом незаслуженно мало внимания уделяется изучению состава ионов у разных видов галофитов прибрежных районов. Установлено, что ионный состав растений равнинных берегов был стабильным признаком для различных видов галофитов атлантического побережья и не зависел от мозаичной солености [8]. При повышении солености субстрата факультативный галофит *Atriplex prostrata* резко сокращал фактический фотосинтез, происходило существенное накопление Na, а концентрация K, Ca и Mg уменьшалась [9].

Цель исследований. На данном этапе работы мы исследовали способность к накоплению макроэлементов морской воды представителями разных групп галофитов побережья Японского моря на уровне аккумуляции их в листьях в связи с различной характеристикой мезоструктуры листьев.

Материалы и методы исследований. Сбор растительного материала был проведен в 2010 г. в Южном Приморье в эстуарных зонах на песчано-галечных и заболоченных участках талассосолей залива Угловой и бухты Суходол, входящих в состав зал. Петра Великого Японского моря. Объекты исследований – виды супралиторали эугалофиты *Suaeda heteroptera* Kitag., *Salicornia europaea* L., *Salsola komarovii* Iljin, криногалофит *Glehnia littoralis* Fr. Schmidt ex Miq., гликогалофит *Artemisia stelleriana* Bess. *S. Komarovii,* которые относятся к растениям с C_4-типом фотосинтеза, остальные с C_3-типом. Растения находились в приливно-отливных зонах или подвергались в природных условиях импульверизации морской водой. Наружную отмывку солей не проводили.

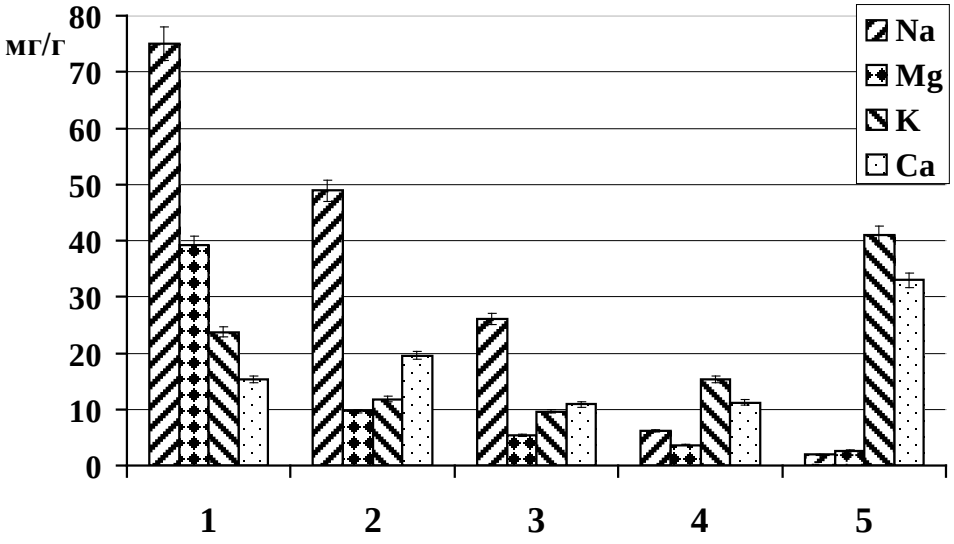
Для определения содержания катионов основных солей растительный материал предварительно высушивали и измельчали до порошкообразного состояния. Экстракцию элементов из высушенных растительных образцов листьев проводили методом мокрого озоления [10]. Определение элементного состава растений и морской воды выполнено на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связной плазмой Optima 2100 DV (“Perkin Elmer”, США) (РД 52.10.243-92) в центральной лаборатории ОАО “Приморгеология”. Результаты опытов по накоплению катионов в листьях представлены как средние арифметические значения и их стандартные ошибки, полученные в 2 повторностях при анализе 2 усредненных биологических проб, каждая из которых состояла из листьев 10 растений.

Исследование количественных параметров фототрофных тканей листа *Salsola komarovii* проводили по той же методике, которую использовали при изучении остальных видов, представленных в данной статье, – *Suaeda heteroptera, Salicornia europaea, Glehnia littoralis, Artemisia stelleriana* [6]. Некоторые мезоструктурные характеристики, относящиеся к последним 4 видам, опубликованы ранее [6]. Для удобства изложения материала фотосинтезирующие органы (стилоиды) *S. europaea*, представляющие сросшийся со стеблем лист, условно именуются листом.

Результаты исследований и их обсуждение. *Содержание макроэлементов Na, Mg, K, Ca.* В районе исследований морская вода является основным источником макро- и микроэлементов, накапливающихся в растениях как в результате поступления из прибрежных маршевых почв, содержащих те же соли, так и в результате импульверизации и непосредственного контакта во время приливно-отливных явлений. Результат определения указанных макроэлементов в морской воде в районе исследований (залив Угловой) представлен в порядке убывания (мг/л):

Na – 7796 > Mg – 922,5 > Ca – 305,5 > K – 214.

В листьях галофитов преобладающее содержание Na отмечено только для 3 видов (*S. heteroptera*, *S. komarovii*, *S. europaea),* но с различной интенсивностью накопления (рис.).



Содержание Na, Mg, K, Ca в листьях галофитов (мг/г сухого вещества):
1 – Suaeda heteroptera; 2 – Salsola komarovii; 3 – Salicornia europaea; 4 – Artemisia stelleriana;
5 – Glehnia littoralis

Индивидуальное содержание остальных макроэлементов у этих растений ниже в 2–5 раз. В отличие от этого, уровень Na и Mg в листьях *G. littoralis* и *A. stelleriana* намного ниже в сравнении с уровнем K и Ca, особенно у *G. littoralis* (рис.). Ранжирование видов по их способности к накоплению отдельных макроэлементов представляет следующие ряды:

для Na – *S. heteroptera>S. komarovii>S. europaea>A. stelleriana>G. littoralis*;

Mg – *S. heteroptera>S. komarovii>S. europaea>A. stelleriana>G. littoralis*;

K – *G. littoralis>S. heteroptera>A. stelleriana>S. komarovii>S. europaea*;

Ca – *G. littoralis>S. komarovii>S. heteroptera>A. stelleriana>S. europaea*.

Сумма исследуемых элементов в листьях в конце вегетации (мг/г сухого вещества) распределяется в следующем порядке: *S. heteroptera* (153,3) > *S. komarovii* (89,9) > *G. littoralis* (78,5) > *S. europaea* (52,0) > *A. stelleriana* (36,3).

Мезоструктура листьев галофитов. Основные показатели мезоструктуры представлены в таблице.

Мезоструктура листа галофитов супралиторали Японского моря

Показатель	Вид				
	Salsola komarovii	*Suaeda heteroptera*	*Salicornia europaea*	*Glehnia littoralis*	*Artemisia stelleriana*
Площадь листа, см^2	0,96±0,39	0,66±0,03	Нет данных	28,7±7,5	3,45±0,54
Толщина, мкм:					
мезофилла	60±6	354±34	377±33	501±15	254±14
водоносной ткани	1667±67	947±45	2035±98	-	-
обкладки	44±6	-	-	-	-
Число клеток, тыс/см^2:					
столбчатых	139,5±2,9	73,9±4,7	262,9±13,8	282,2±12	148,5±7,3
губчатых	-	40,2±2,8	-	114,1±7,2	143,7±7,1
водоносных	60,2±2,8	30,8±1,9	109,1±4,9	-	-
обкладки	64,3±1,3	-	-	-	-
Объем клетки ткани, тыс. мкм:					
столбчатой	13,3±1,3	177,1±17,5*	25,2±2,3*	10,5±1,7*	2,4±0,2*
губчатой	-	124,8±9,1*	-	3,4±0,4*	2,3±0,2*
водоносной	8232,9±613,4	2558,3±121,7*	225,9±12,3*	-	-
обкладки	25,4±2,2	-	-	-	-
Индекс поверхности наружных мембран клеток (ИМК)					
ИМК	120,6	40,4*	33,5*	10,0*	2,7*

**Данные опубликованы нами ранее [6] и приведены для сравнительного анализа.*
Примечание. Прочерк означает отсутствие этого типа ткани у данного растения.

Виды *S. heteroptera*, *S. komarovii*, *S. europaea* характеризуются наличием водоносной ткани, причем в значительно большем объеме по сравнению с мезофиллом. Те же виды в сравнении с *A. stelleriana* и *G. littoralis* имеют меньшую площадь листа, более толстые листья и более крупные клетки. Соответственно индекс поверхности мембран клеток первых трех видов значительно выше.

Удаление ионов и баланс между различными элементами может быть одним из важных механизмов солеустойчивости у галофитов [11, 12]. Опубликованные нами ранее данные по анатомическому строению листьев представителей различных групп приморских галофитов [6] и данные по мезоструктуре листа (табл.) указывают на существование различий в строении листа и накоплении элементов у исследуемых видов (рис.). Так, листья приморских эугалофитов (*S. heteroptera*, *S. komarovii*, *S. europaea*) со значительным объемом водоносной ткани (табл.) характеризуются приоритетным накоплением Na по сравнению с другими элементами (рис.). Для эугалофитов супралиторали нет существенной разницы в соотношении накопленных макроэлементов между видами с широким ареалом, растущими как в аридных, так и в гумидных территориях (*S. europaea*), и видами, растущими только на морском побережье (*S. heteroptera*, *S. komarovii*).

У всех трех видов преобладает накопление Na. Та же закономерность обнаружена у представителей C_3 (*S. heteroptera*, *S. europaea*) и C_4 (*S. komarovii*) видов. Однако интенсивность накопления отдельных элементов у них разная (рис.). Больше всего Na обнаружено в эугалофитах, адаптированных к условиям побе-

режья (*S. heteroptera*, *S. komarovii*), обладающих наибольшим объемом водоносных клеток и характеризующихся наибольшими значениями ИМК, несмотря на меньшее по сравнению с *S. europaea* число клеток и меньшую толщину водоносной ткани листа (табл.).

Компартментация Na в вакуолях освобождает цитоплазму от токсических ионов, а также обеспечивает осморегуляцию, что считается необходимым для поддержания тургора и роста клеток растяжением [5, 12]. По-видимому, у эугалофитов такой механизм функционирует активно. Предполагают также, что перенос ионов из апопласта в вакуоль в листьях соленакапливающих галофитов, в том числе и *S. europaea,* может осуществляться, минуя цитоплазму путем пиноцитоза [13]. Представители крино- (*G. littoralis*) и гликогалофитов (*A. stelleriana*), наоборот, накапливают больше K и Ca в сравнении с Na (рис.). Существует мнение, что особенно важным для растений, произрастающих в условиях засоления, является избирательность поглощения K по сравнению с Na [9]. Различное соотношение Na и K в листьях отдельных видов галофитов, вероятно, можно объяснить их конкурентными взаимоотношениями и ингибированием поглощения K при высоких уровнях Na, как было обнаружено в опытах с градиентной соленостью [15], хотя ряд авторов высказывают сомнения в отношении конкуренции [12]). В любом случае избирательность поглощения K перед Na может быть важным адаптивным признаком для представителей крино- и гликогалофитов, характеризующихся отсутствием водоносной ткани и не способных накапливать Na в значительных количествах (рис.).

Для галофитов характерен малый размер листьев (микрофилия), однако механизм, подавляющий рост листьев в условиях солевого стресса, точно неизвестен. Высокая соленость подавляет процессы роста, но виды достаточно близкие могут обладать видоспецифическими экофизиологическими адаптивными особенностями [14]. Накопление K в условиях засоления происходит параллельно скорости роста листа, поэтому замедление роста может быть связано с прогрессирующим снижением уровня K в растущей ткани [15]. Площадь листа *G. littoralis* значительно выше, чем у эугалофитов (табл.). Ранее мы сообщали о наличии солевыделительных трихом у этого вида, благодаря чему вид обладает активной солевыделительной функцией, что позволило нам отнести его к криногалофитам [6]. Вероятно, повышенный уровень накопления K по сравнению с Na (рис.) и активная функция солевыделения позволяют растениям *G. littoralis* сохранять сложные пластинчатые листья нормальных размеров и обитать на морских побережьях наряду с соленакопителями (эугалофитами) – растениями высочайшей специализации. В листе гликогалофита *A. stelleriana* (при наименьшем общем содержании изученных макроэлементов в сравнении с другими видами), как и у криногалофита *G. littoralis*, K и Ca накапливается больше, чем Na, но уровень K и Ca ниже, чем у последнего (рис.). Кроме солености, ростовые процессы могут регулироваться уровнем азота и аэрации, как было показано в многовариантных экспериментах [16]. Прибрежные маршевые почвы характеризуются высокой субстратной мозаичностью, где уровень азота (песчаные и галечные участки) нередко является лимитирующим фактором.

Анализируя экспериментальные данные, а также полученные ранее результаты [6,17], можно сказать, что адаптивные признаки (анатомические, мезоструктурные) и специфическое соотношение накопления основных элементов, вызывающих засоление (Na, Mg, K и Ca), позволили изученным видам галофитов завершить онтогенез и сформировать жизнеспособные семена, несмотря на высокую соленость среды.

Выводы

1. Галофиты супралиторали морских берегов различаются по способности к накоплению в листьях элементов морской воды – Na, Mg, K и Ca.

2. Выявлена закономерная зависимость накопления основного засоляющего элемента морской воды Na от принадлежности вида к эу-, глико- и криногалофитам.

3. Приоритетное накопление Na свойственно представителям эугалофитов, причем как с C_3-типом фотосинтеза (*S. heteroptera*, *S. europaea*), так и с C_4-типом (*S. komarovii*).

4. Представители криногалофитов (*G. littoralis*) и гликогалофитов (*A. stelleriana*) накапливали значительно больше K и Ca, чем Na.

Литература

1. Структурно-функциональное состояние тилакоидов у галофита *Suaeda altissima* L. в норме и при нарушении водно-солевого режима под действием экстремально высоких концентраций NaCl / *Ю.В. Балнокин*, *Е.Б. Куркова, Н.А. Мясоедо*в [и др.] // Физиология растений. – 2004. – Т. 51. – № 6. – С. 905–912.

2. Роль Na+ и K+ в поддержании оводненности тканей органов галофитов сем. Chenopodiaceae различных экологических групп / *Ю.В. Балнокин*, *Н.А. Мясоедов, З.Ш. Шамсутдинов* [и др.] // Физиология растений. – 2005. – Т. 52. – № 6. – С. 882–890.
3. Вклад неорганических ионов, растворимых углеводов и многоатомных спиртов в поддержание водного гомеостаза у двух видов полыни в условиях засоления /*Ю.В. Орлова, Н.А. Мясоедов, Е.Б. Кириченко* [и др.] // Физиология растений. – 2009. – Т. 56. – № 2. – С. 220–231.
4. Краткосрочное и долговременное воздействие NaCl на физиологические и биохимические характеристики листьев настоящего мангрового растения (*Kandelia candel*) / *К.М. Ру, К. Сяо, П. Лин* [и др.] // Физиология растений. – 2009. – Т. 56. – № 3. – С. 403–409.
5. *Plett D.C., Moller I.S.* Na+ transport in glycophytic plants: what we know and would like to know // Plant, Cell and Environment. – 2010. – Vol. 33. – P. 612–626.
6. Морфологические и биологические особенности растений в связи с адаптацией к условиям морских побережий /*Н.М. Воронкова, Е.В. Бурковская, Т.А. Безделева* [и др.] // Экология. – 2008. – Т. 39. – № 1. – С. 3–9.
7. *Бурундукова О.Л., Неупокоева (Бурковская) Е.В., Пробатова Н.С.* Галофиты морских побережий юга Дальнего Востока: анатомо-физиологические аспекты адаптации // Животный и растительный мир Дальнего Востока. – Уссурийск: Гос. пед. ин-т, 1997. – Вып. 3. – С. 210–215.
8. *Kruger H.R., Peinemann N.* Coastal plain halophytes and their relation to soil ionic composition // Vegetatio. – 1996. – Vol. 122. – P. 143–150.
9. *Wang L.-W., Showalter A.M., Ungar I.A.* Effect of salinity on growth, ion content, and cell wall chemistry in *Atriplex prostrata* (Chenopodiaceae) // Am. J. Bot. – 1997. – Vol. 84. – № 9. – P. 1247–1255.
10. Практикум по агрохимии / под ред. *В.Г. Минеева*. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 303 с.
11. *Watad A.E.A., Reuveni M., Bressan R.A.* Enhanced net K+ uptake of NaCl-adapted cells // Plant Physiol. – 1991. – Vol. 95. – P. 1265–1269.
12. *Веселов Д.С., Маркова И.В., Кудоярова Г.Р.* Реакция растений на засоление и формирование солеустойчивости // Успехи современной биологии. – 2007. – Т. 127. – № 5. – С. 482–493.
13. *Куркова Е.Б., Балнокин Ю.В.* Пиноцитоз и его возможная роль в транспорте ионов в клетках соленакапливающих органов галофитов // Физиология растений. – 1994. – Т. 41. – № 4. – С. 578–582.
14. Salt tolerance and osmotic adjustment of *Spartina alterniflora* (Poaceae) and the invasive M haplotype of *Phragmites australis* (Poaceae) along a salinity gradient /*E.A. Vasquez, E.P. Glenn, G.R. Guntenspergen* [et al.] // Am. J. Bot. – 2006. – Vol. 93. – № 12. – P. 1784–1790.
15. *Bernstein N., Silk W.K., Lauchli A.* Growth and development of sorghum leaves under conditions of NaCl stress: possible role of some mineral elements in growth inhibition // Planta. – 1995. – Vol. 196. – P. 699–705.
16. *Linthurst R.A., Seneca E.D.* Aeration, nitrogen and salinity as determinants of *Spartina alterniflora* Loisel. growth response // Estuaries. – 1981. – Vol. 4. – № 1. – P. 53–63.
17. Видовая специфика реакции семян прибрежных растений на колебания солености морской воды // Экология. – 2010. – Т. 41. – № 3. – С. 163–167.

УДК 540:631.4

Е.В. Гаевая, Е.В. Захарова, Л.Н. Скипин

БИОГЕОХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА–РАСТЕНИЕ–ЖИВОТНОЕ В УСЛОВИЯХ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье приведены результаты исследований по содержанию тяжелых металлов в почве и растительных кормах на юге Тюменской области. Выявлено, что количество свинца, кадмия, ртути и мышьяка в мышечной ткани крупного рогатого скота и свиней соответствует установленным нормам и не вызывает опасений.

***Ключевые слова**: тяжелые металлы, сельскохозяйственные культуры, молоко крупного рогатого скота.*

Ye.V. Gaevaya, Ye.V. Zakharova, L.N. Skipin

ELEMENT BIOGEOCHEMISTRY IN THE SOIL–PLANT–ANIMAL SYSTEM OF THE TYUMEN REGION SOUTH CONDITIONS

The research results on the heavy metal content in soil and plant fodder in the Tyumen region south are given in the article. It is revealed that the amount of lead, cadmium, mercury and arsenic in the muscle tissue of cattle and pigs meet the established standards and is safe.

Key words: heavy metals, agricultural crops, cattle milk.

Введение. Все основные циклы миграции тяжелых металлов в биосфере (водные, атмосферные, биологические) начинаются в почве, потому что именно в ней происходит мобилизация металлов и образование различных миграционных форм. Почва (ее тонкодисперсные частицы и органическое вещество) – важнейший фактор, регулирующий поступление тяжелых металлов в растения [1].

Повышенный уровень токсичных металлов в почве приводит к их накоплению в растительных кормах и отрицательно влияет на организм животных и качество получаемых от них продуктов [2].

Проблема загрязнения объектов природной среды экотоксикантами остаётся одной из наиболее важных в стране. В условиях Тюменской области предприняты первые попытки исследования в этом направлении. Данная работа посвящена изучению экологического состояния компонентов агроэкосистем с учётом подверженности их техногенному загрязнению тяжёлыми металлами, а также общего состояния геохимического фона изучаемой территории.

Цель исследований. Провести оценку состояния почвы, продукции растениеводства и животноводства по содержанию тяжёлых металлов на юге Тюменской области.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования проводились в испытательной лаборатории на соответствие установленным требованиям по содержанию тяжелых металлов в почве, продукции растениеводства и животноводства. Определение осуществлялось на атомно-абсорбционных спектрах «МГА-915» согласно ГОСТ 30178-96 (свинец, мышьяк, кадмий), «РА-915» согласно МВИ М 04-46-2007 (ртуть).

Наглядное представление о сложившейся ситуации в сельскохозяйственной зоне Тюменской области по содержанию тяжёлых металлов в почве дают данные таблицы 1.

Таблица 1

Среднее содержание подвижных форм тяжелых металлов в пахотном горизонте почв юга Тюменской области, мг/кг

Район	Zn	Cu	Cd	Pb	pH
1	2	3	4	5	6
Тобольский	1,14±0,34	0,43±0,13	0,09±0,03	1,80±0,54	5,30
Вагайский	1,54±0,46	0,31±0,09	0,12±0,04	1,48±0,44	5,40
Нижнетавдинский	0,82±0,25	0,31±0,15	0,12±0,04	2,46±0,74	5,20

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Ярковский	1,20±0,36	0,51±0,09	0,07±0,02	1,77±0,53	5,60
Юргинский	0,57±0,17	0,30±0,02	0,06±0,02	3,04±0,91	5,40
Аромашевский	0,01±0,02	0,05±0,02	0,01±0,01	0,05±0,02	5,40
Викуловский	0,01±0,02	0,05±0,02	0,11±0,03	1,40±0,44	5,60
Сорокинский	0,01±0,02	0,05±0,02	0,01±0,01	0,05±0,02	6,00
Тюменский	1,23±0,37	0,64±0,19	0,11±0,03	1,63±0,49	5,70
Исетский	0,99±0,30	0,43±0,13	0,12±0,04	1,86±0,56	5,40
Ялуторовский	1,74±0,52	0,64±0,19	0,18±0,05	1,20±0,36	5,80
Заводоуковский	1,42±0,43	0,42±0,13	0,12±0,04	1,38±0,41	5,30
Упоровский	0,46±0,14	0,23±0,07	0,07±0,02	1,18±0,35	5,40
Омутинский	0,80±0,24	0,41±0,12	0,12±0,03	1,34±0,40	5,50
Голышмановский	0,01±0,02	0,05±0,02	0,11±0,03	1,15±0,35	5,70
Ишимский	0,01±0,02	0,05±0,02	0,01±0,01	0,05±0,02	5,70
Абатский	0,01±0,02	0,05±0,02	0,01±0,01	0,05±0,02	5,80
Армизонский	1,07±0,32	0,57±0,17	0,08±0,02	1,62±0,49	5,40
Бердюжский	0,01±0,02	0,05±0,02	0,01±0,01	0,05±0,02	6,00
Казанский	0,01±0,02	0,05±0,02	0,01±0,01	0,05±0,02	5,90
Сладковский	0,01±0,02	0,05±0,02	0,01±0,01	0,05±0,02	5,90
ПДК/ОДК	23,00	3,00	0,50	6,00	-

Почвы юга Тюменской области повсеместно обеднены подвижными формами цинка, а он, как известно, является одним из 10 важнейших микроэлементов, обеспечивающих жизнедеятельность всех живых организмов на земле. Среднее его содержание в почвах составило 0,62 мг/кг, что ниже нормы для обеспеченности всех групп растений.

В отличие от вышеназванных элементов свинец и кадмий являются токсичными даже в малых количествах, поэтому их содержание контролируется санитарными правилами и нормами, а присутствие в почве даже в низких концентрациях нежелательно. В результате исследований были выявлены районы с относительно высоким (по отношению к другим районам) содержанием экотоксикантов. Это характерно для Ялуторовского района, где содержание подвижных форм кадмия составило 0,18±0,05 мг/кг. В Нижнетавдинском и Юргинском районах содержание свинца достигало 2,46±0,74 г и 3,04±0,91 мг/кг соответственно.

Экологический мониторинг почв на содержание тяжелых металлов показал, что превышение их по ПДК не обнаружено, хотя содержание их на обследованных территориях распределяется неравномерно. По подвижности в почве металлы образуют следующий ряд: Pb > Cd > Zn > Cu. С увеличением кислотности почвы до 50 % кадмия переходит в подвижную форму, а около 50 % свинца, наоборот, связывается с органическим веществом почвы в недоступные для растений формы. Кроме того, с увеличением подвижности цинка наблюдается увеличение подвижности свинца, а с повышением доступности свинца уменьшается концентрация подвижных форм кадмия. Геохимическую ситуацию на юге Тюменской области можно охарактеризовать как слабоподверженную техногенному загрязнению.

Для объективной характеристики экологического и санитарно-гигиенического состояния продукции растениеводства в целом по Тюменской области были проанализированы средние данные по содержанию тяжёлых металлов в разрезе каждой культуры. Зерно яровой пшеницы, представленное из 870 партий 21 административного района, содержит тяжёлые металлы ниже ПДК по каждому элементу в отдельности (рис. 1–4). Единичные максимальные значения по содержанию меди приближались к значению ПДК (10 мг/кг) в Бердюжском, Вагайском и Упоровском районах, по цинку – в Бердюжском районе (39 мг/кг) при ПДК 50 мг/кг. Отдельные образцы с наибольшей аккумуляцией свинца в зерне яровой пшеницы в области были близки к значению ПДК (0,5 мг/кг), а в Нижнетавдинском районе соответствовали этому критерию. Относительно повышенная концентрация свинца в зерне является результатом естественного геохимического фона этого элемента в почвах Тюменской области. Максимальное значение накопления кадмия в зерне пшеницы соответствует ПДК (0,1 мг/кг) в одной из партий зерна Голышмановского и Омутинского районов. Важно отметить, что образцы зерна яровой пшеницы с превышением установленных нормативов в общем объеме выборки составили всего лишь 0,3 %.

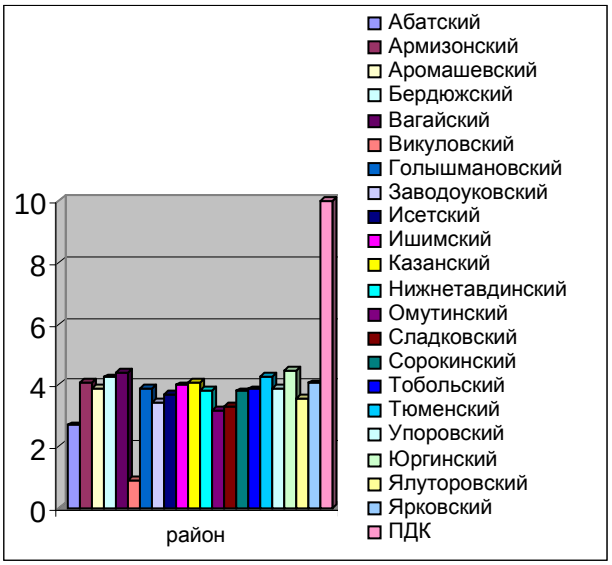


Рис. 1. Среднее содержание меди в зерне яровой пшеницы (мг/кг)

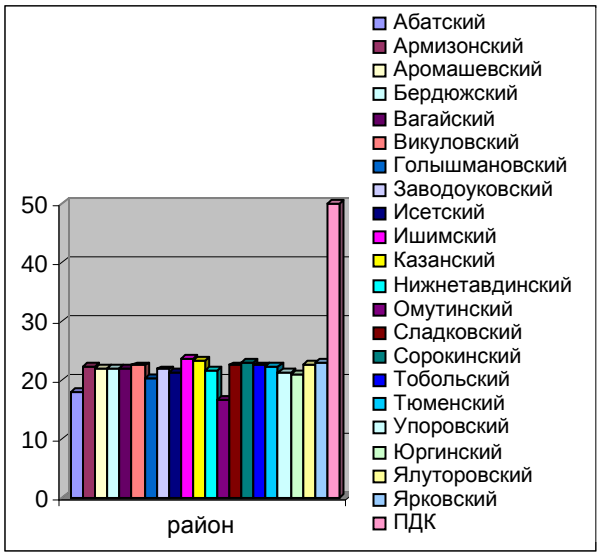


Рис. 2. Среднее содержание цинка в зерне яровой пшеницы (мг/кг)

Содержание тяжёлых металлов в зерне яровой пшеницы в порядке убывания можно выразить следующим образом: Zn > Cu > Pb > Hg > As. Ряд по коэффициенту биологического поглощения тяжёлых металлов зерном яровой пшеницы выглядит следующим образом: Zn, Cu (соответственно 14,6; 10,2 – элементы энергичного поглощения) > Pb (0,34 – элемент среднего захвата) > Hg, Cd (0,011; 0,007 – элементы очень слабого захвата).

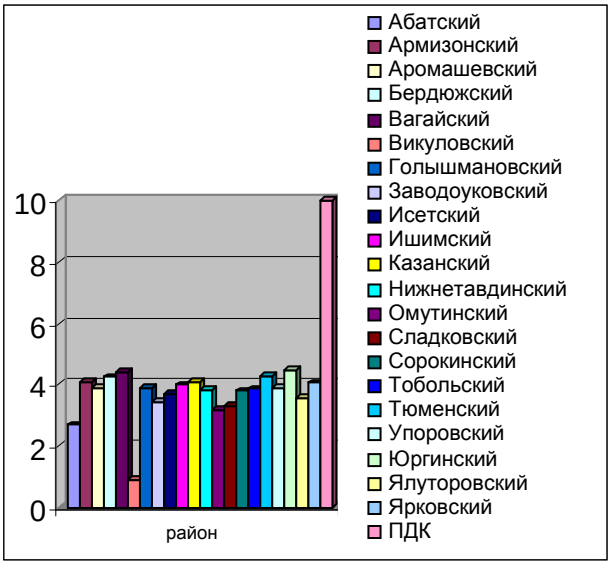


Рис. 3. Среднее содержание свинца в зерне яровой пшеницы (мг/кг)

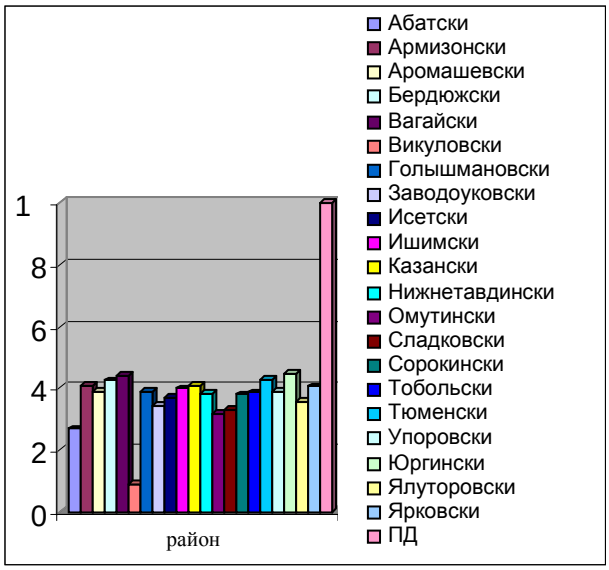


Рис.4. Среднее содержание кадмия в зерне яровой пшеницы (мг/кг)

Для гигиенической оценки содержания тяжелых металлов использованы действующие в России нормативы допустимого содержания этих токсикантов в продовольственной продукции. Общее количество проб составило более 1000 образцов. Данные по содержанию тяжелых металлов в мышечной ткани крупного рогатого скота представлены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани крупного рогатого скота в районах юга Тюменской области

Район	Элемент, мг/кг			
	Свинец	Мышьяк	Кадмий	Ртуть
Тюменский	0,2559±0,0384	0,0573±0,0086	0,0399±0,0060	0,0028±0,0007
Исетский	0,1593±0,0239	0,0414±0,0062	0,0238±0,0036	0,0033±0,0008
Голышмановский	0,1693±0,0254	0,0345±0,0052	0,0159±0,0024	0,0049±0,0012
Тобольский	0,2023±0,0303	0,0411±0,0062	0,0173±0,0026	0,0040±0,0010
Нижнетавдинский	0,1527±0,0229	0,0346±0,0052	0,0155±0,0023	0,0028±0,0007
Викуловский	0,2041±0,0306	0,0445±0,0067	0,0412±0,0062	0,0051±0,0013
Омутинский	0,1332 ±0,0199	0,0419±0,0063	0,0103±0,0015	0,0062±0,0015
В среднем	0,1824±0,0274	0,0422±0,0063	0,0234±0,0035	0,0042±0,0010
ПДК, мг/кг	0,5	0,1	0,05	0,03

Содержание свинца в мышечной ткани находилось в интервале 0,13–0,26 мг/кг, при этом его максимальное значение наблюдалось в Тюменском районе и составило 0,26 мг/кг при ПДК 0,5 мг/кг. Концентрация мышьяка в мясе говядины была в несколько раз ниже предельно допустимых значений.

Анализ полученных данных свидетельствуют о том, что содержание кадмия находилось ниже установленных норм, а самый высокий его показатель был зафиксирован в мышцах крупного рогатого скота в Викуловском районе и составил 0,04 мг/кг при ПДК 0,05 мг/кг. Наличие ртути в мышечной ткани животных находилось в несколько раз ниже предельно допустимых концентраций и не вызывает опасений.

Молоко, являясь секретом молочной железы, отличающейся большой лабильностью в зависимости от различных условий, может являться индикатором накопления микроэлементов в организме животного. Данные по содержанию тяжелых металлов в молоке представлены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в молоке крупного рогатого скота в районах юга Тюменской области

Район	Элемент, мг/кг			
	Свинец	Мышьяк	Кадмий	Ртуть
Тюменский	0,0808±0,0121	0,0275±0,0041	0,0131±0,0020	0,0020±0,0005
Исетский	0,0472±0,0071	0,0273±0,0041	0,0139±0,0041	0,0026±0,0006
Голышмановский	0,0766±0,0114	0,0218±0,0032	0,0067±0,0010	0,0018±0,0005
Тобольский	0,0431±0,0065	0,0182±0,0027	0,0152±0,0022	0,0030±0,0008
Нижнетавдинский	0,0589±0,0088	0,0241±0,0036	0,0140±0,0021	0,0020±0,0005
Викуловский	0,0508±0,0076	0,0241±0,0036	0,0087±0,0013	0,0020±0,0005
Омутинский	0,0564±0,0084	0,0266±0,0039	0,0133±0,0020	0,0048±0,0010
В среднем	0,0591±0,0089	0,0242±0,0036	0,0121±0,0018	0,0026±0,0007
ПДК, мг/кг	0,05	0,1	0,03	0,005

Исследования показывают, что содержание свинца в представленных образцах молока соответствует нормативным требованиям. Концентрация этого элемента в молоке коров находилось в интервале 0,04–0,08 мг/кг. Содержание мышьяка свидетельствует, что уровень этого элемента в целом по области оставаясь стабильным за период исследований. Поступление кадмия в анализируемые образцы молока не превышает предельно допустимые нормы. Максимальный его показатель в Тобольском районе составил 0,02 мг/кг. Содержание ртути в молоке коров колеблется в пределах от 0,002 до 0,005 мг/кг и не превышает предельно допустимых концентраций. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани свинины представлено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани свинины в административных районах юга Тюменской области

Район	Элемент, мг/кг			
	Свинец	Мышьяк	Кадмий	Ртуть
Тюменский	0,1674±0,0251	0,0405±0,0061	0,0226±0,0034	0,0048±0,0012
Исетский	0,1837±0,0276	0,0432±0,0065	0,0256±0,0038	0,0036±0,0009
Ярковский	0,2227±0,0334	0,0358±0,0052	0,0403±0,0060	0,0172±0,0043
Голышмановский	0,0896±0,0134	0,0207±0,0031	0,0201±0,0030	0,0051±0,0013
Тобольский	0,4334±0,0650	0,0574±0,0086	0,0147±0,0022	0,0056±0,0014
Абатский	0,2187±0,0328	0,0426±0,0064	0,0100±0,0015	0,0036±0,0008
Нижнетавдинский	0,1515±0,0227	0,0354±0,0053	0,0156±0,0023	0,0036±0,0009
Викуловский	0,2425±0,0364	0,0343±0,0051	0,0176±0,0026	0,0046±0,0012
Омутинский	0,1967±0,0295	0,0309±0,0046	0,0207±0,0031	0,0029±0,0007
Ялуторовский	0,1935±0,0290	0,0189±0,0028	0,0325±0,0049	0,0095±0,0024
Заводоуковский	0,1010±0,0152	0,0198±0,0030	0,0380±0,0057	0,0059±0,0015
В среднем	0,2001±0,0300	0,0345±0,0052	0,0234±0,0035	0,0060±0,0015
ПДК, мг/кг	0,5	0,1	0,05	0,03

Содержание свинца в мышечной ткани не превышало установленных норм, максимальное его значение наблюдалось в Тобольском районе и составило 0,4334 мг/кг. Концентрация мышьяка находилась в интервале 0,0189–0,0574 мг/кг и не превышала предельно допустимых концентраций.

При изучении динамики накопления кадмия в мышечной ткани свиней следует отметить, что самый высокий показатель содержания элемента в мясе был зафиксирован в Ярковском районе (0,0403 мг/кг). Концентрация ртути в образцах мяса позволяет констатировать, что продукция, производимая в различных районах юга Тюменской области, отвечает установленным нормативам.

Концентрацию металлов в мышечной ткани животных и молоке Тюменской области по убыванию можно расположить в следующей последовательности: для мышечной ткани – Pb > As > Cd >Hg; молока – Pb > As > Cd >Hg.

Коэффициент загрязнения тяжелыми металлами мясной продукции образует следующий убывающий ряд: молоко (2,34) > мясо свиней (1,4) > мясо говядины (1,26).

Заключение. В почвах сельскохозяйственной зоны Тюменской области отмечается дефицит цинка и в меньшей степени меди. Загрязнение почв свинцом и кадмием отсутствует. Зерновые культуры, выращиваемые в Тюменской области, по экологическим и санитарно-гигиеническим нормам содержания тяжёлых металлов отвечают принятым требованиям независимо от уровня химизации хозяйств за последние четыре десятилетия. Накопление тяжелых металлов в мышечной ткани свиней, крупного рогатого скота, а также в молоке, не вызывает опасений в качестве использования их для питания человеком и полностью соответствует установленным требованиям.

Литература

1. *Ильязов Р.Г., Шакиров Ф.Х., Пристер Б.С.* Адаптация агроэкосферы к условиям техногенеза / под ред. *Р.Г. Ильязова*. – Казань: Фэн, 2006. – 664 с.
2. *Соколов О.А, Черников В.А.* Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Кн. 1. Атлас распределения тяжёлых металлов в объектах окружающей среды. – М.; Пущино, 1999. – 164 с.

УДК 632.937.14

Т.И. Голованова, А.Ф. Валиулина, Т.А. Симонова

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ РАСТЕНИЙ С C_4-ТИПОМ МЕТАБОЛИЗМА И ГРИБОВ РОДА *TRICHODERMA*

В статье приведены результаты исследований по взаимоотношению растений с C_4-типом метаболизма и грибов рода Trichoderma. Установлено, что грибы способствовали увеличению всех изучаемых физиолого-морфологических параметров растений. Влияние же их на скорость электронного транспорта и квантовый выход обнаружить не удалось.

***Ключевые слова**: кукуруза, растения, грибы рода Trichoderma, актиномицеты, энергия прорастания, биомасса растений, ассимиляционный аппарат, зеленые пигменты, квантовый выход, скорость электронного транспорта.*

T.I. Golovanova, A.F. Valiulina, T.A. Simonova

THE INTERRELATION STUDY OF THE PLANTS WITH C4-TYPE METABOLISM AND GENUS *TRICHODERMA* FUNGI

The research results on the relationship of plants with C4-type metabolism and genus Trichoderma fungi are given in the article. It is established that fungi contributed to the increase of all studied plant physiological and morphological parameters. Their influence on the speed of electronic transport and quantum output was not found.

Key words: corn, plants, genus Trichoderma fungi, actinomycetes, germination energy, plant biomass, assimilation apparatus, green pigments, quantum output, electronic transport speed.

Введение. Важнейшей задачей в сельском хозяйстве в настоящее время является повышение продуктивности растений и их устойчивости к факторам окружающей среды. Большую роль в культивировании сельскохозяйственных растений играет человек, но, создавая необходимые условия для роста и развития растительных организмов, он не исключает возможного взаимодействия растений с патогенными микроорганизмами, которые могут подавлять или задерживать рост растений, а в некоторых случаях приводить к их гибели [4, 5]. В качестве стимуляторов роста и развития растений могут выступать микроорганизмы-антагонисты патогенов, способные образовывать ассоциации с корнями растений и оказывать, помимо защитного эффекта, прямое стимулирующее действие на рост и развитие растений. К таким микроорганизмам относятся грибы рода *Trichoderma* [7, 8, 10]. В связи с этим изучение взаимодействия микроорганизмов-антагонистов патогенов и растений в настоящее время представляет большой научный интерес и особенно актуально в связи с возможностью альтернативной замены пестицидов на вещества биологической природы.

Цель исследований. Изучение особенности развития растений с C_4-типом метаболизма в условиях их взаимодействия с грибами рода *Trichoderma*.

Задачи исследований: изучить влияние грибов рода *Trichoderma*:

1) на морфофизиологические параметры растений кукурузы;д

2) ассимиляционный аппарат растений;

3) кинетические параметры флуоресценции хлорофилла и скорость электронного транспорта.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали растения кукурузы сахарной – гибрид Сахарный початок и микромицеты *Trichoderma asperellum* штамм МГ-97. Кукуруза относится к C_4-типу растений, к NADP-МДГ подгруппе. Растения выращивали на питательном грунте следующего состава: верховой торф, низинный торф, песок, известняковая (доломитовая) мука, дренаж, комплексное минеральное удобрение. Содержание доступных для растений питательных элементов: N – 300–550 мг/кг, P_2O_2 – 300–550 мг/кг, K_2O – 450–850 мг/кг, pH – 5,5–6,5. Температура воздуха в дневное время колебалась в пределах 25–28°С. Перед посевом в почвенный субстрат проводили поверхностную стерилизацию семян 0,1 %-м раствором $KMnO_4$. Споры гриба *Trichoderma* вносили методом опудривания семян до полного их насыщения. Контролем служил вариант, где семена не подвергались обработке спорами данного гриба.

В ходе исследований определяли всхожесть семян в соответствии с ГОСТ 12038-84 [3], количество листьев, длину корневой системы и надземной части, сырую и сухую биомассу. Площадь листовой пластинки вычисляли по формуле S = 2/3×d×l, где d – ширина листа; l – длина листа [6]. Содержание зеленых пигментов определяли спектрофотометрическим методом по молярным коэффициентам экстинкции [1].

Определение оптической плотности экстракта осуществляли на спектрофотометре SPECOL1300. Концентрацию пигментов (мкг/мл) рассчитывали по формулам [10]: $C_a = 13{,}7\times(D_{665} - D_{720}) - 5{,}7\times(D_{649} - D_{720})$,

$C_b = 25{,}8\times(D_{649} - D_{720}) - 7{,}6\times(D_{665} - D_{720})$, где C_a – концентрация хлорофилла *a*, C_b – концентрация хлорофилла *b;* D – оптическая плотность раствора при заданной длине волны.

Оптическая плотность раствора при 720 нм выступала в качестве поправки для значений оптической плотности при 649 и 665 нм. Процентное содержание зеленых пигментов к сырой массе рассчитывали по формуле (C×V/m)×100 %, где C – концентрация пигментов (мкг/мл); V – объем вытяжки (мл); m – масса навески (мкг).

Флуоресценцию хлорофилла регистрировали на приборе IMAGING-PAM M-Series MAXI Version [9]. Измерения проводили при фотосинтетически активной радиации в диапазоне от 0 до 800 мкмоль фотонов/м^{2}с. В ходе экспериментов измеряли квантовый выход фотосистемы II (YII), скорость фотосинтетического электронного транспорта (ETR) с участием фотосистемы II. Скорость электронного транспорта (ETR) рассчитывалась по формуле:

$ETR = 0{,}5\times I_{PAR}\times(ETR\text{-}Factor)\times Y(II)$,

где I_{PAR} – интенсивность света; ETR-Factor равен 0,84 %, который отражает эффективность поглощения фотонов пигментами; Y(II) – эффективность квантового выхода ФСII; $Y(II) = F'_M - F'/ F'_M$ [9].

Построение графиков и статистическую обработку данных выполняли с помощью Microsoft Office 2007. Измерение параметров растений выполняли в 6 биологических повторностях. Оценку достоверности различий проводили по критерию Стьюдента для уровня вероятности не менее 95 %.

Результаты исследований и их обсуждение. Инокуляция семян растений спорами *Trichoderma asperellum* привела к увеличению всхожести на 8 % (рис. 1), что, возможно, связано с непосредственным взаимодействием грибов с корнями растений и использованием растением метаболитов, выделяемых грибами [2]. Показано стимулирующее влияние *T. asperellum* на длину надземной части и корневой системы растений, причем существенные различия проявились на 21-е сутки вегетации, при этом корневая система у растений была более разветвлена, чем у контрольных (рис. 2–3).

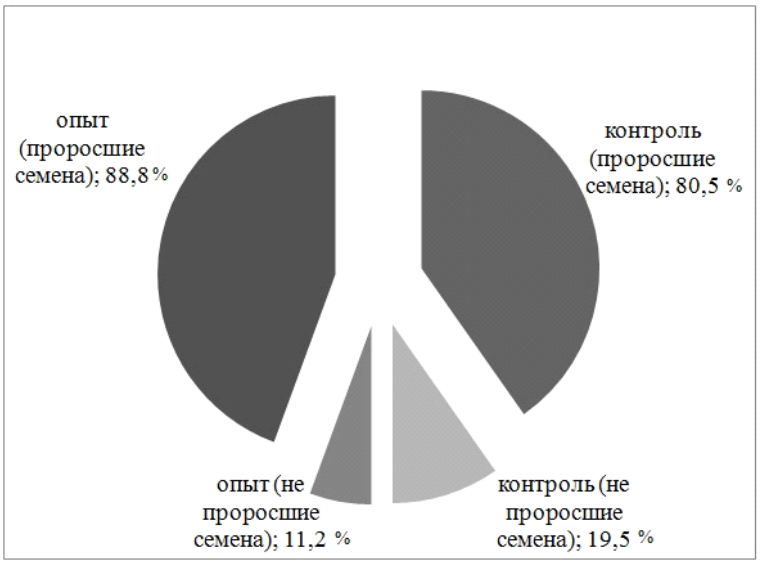


Рис. 1. Всхожесть семян растений кукурузы

Это имеет большое значение для растений, поскольку за счет корневой системы в растения поступают минеральные вещества с током воды, следовательно, чем более развита корневая система, тем больше минеральных веществ поступит в растение.

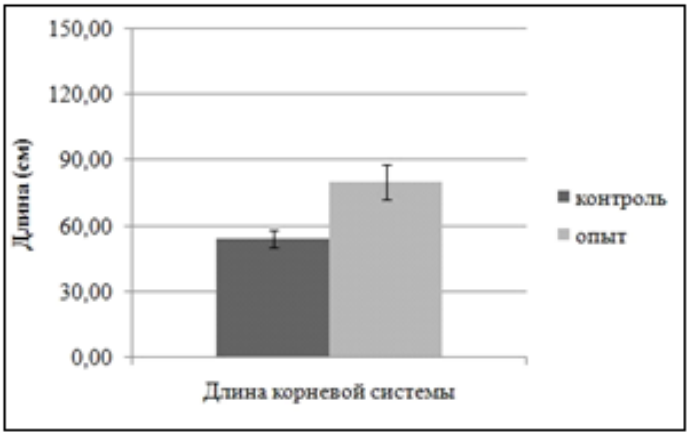


Рис. 2. Длина корневой системы растений кукурузы на 21-е сутки вегетации

Грибы *T. asperellum* способствовали не только линейному росту, но и оказывали влияние на продуктивность растений, включающую накопление биомассы. Результаты исследований показали (рис. 4), что грибы рода *Trichoderma* оказывали достоверное положительное влияние на накопление сырой биомассы растения. Однако ее содержание в опытных растениях могло быть связано как с увеличением содержания воды в тканях растения, так и накоплением в них сухого вещества.

Рис. 3. Внешний вид растений кукурузы на 21-е сутки вегетации: А – опыт; Б – контроль

Данные по содержанию воды в растениях показали, что оводненность растений, обработанных и необработанных грибами рода *Trichoderma*, одинакова (рис. 5).

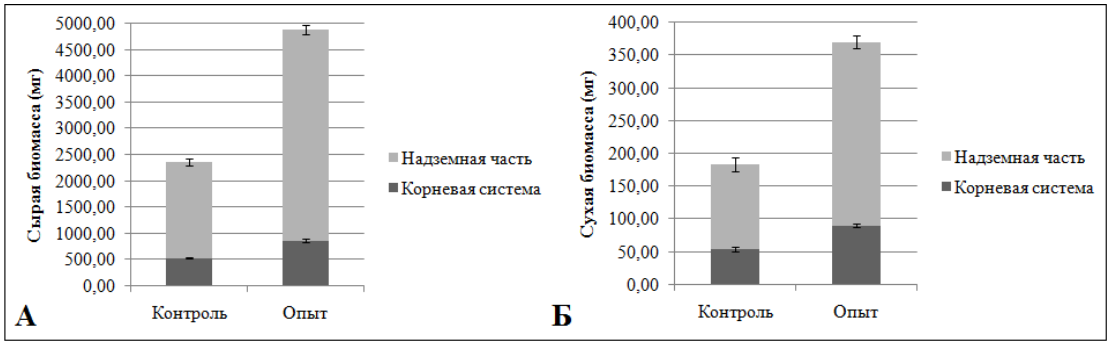


Рис. 4. Сырая (а) и сухая (б) биомасса растений кукурузы на 21-е сутки вегетации растений

Следовательно, продукты жизнедеятельности данного микромицета оказывали стимулирующее влияние на накопление биомассы растениями кукурузы за счет увеличения в них сухого вещества, что было подтверждено результатами исследований (рис. 4).

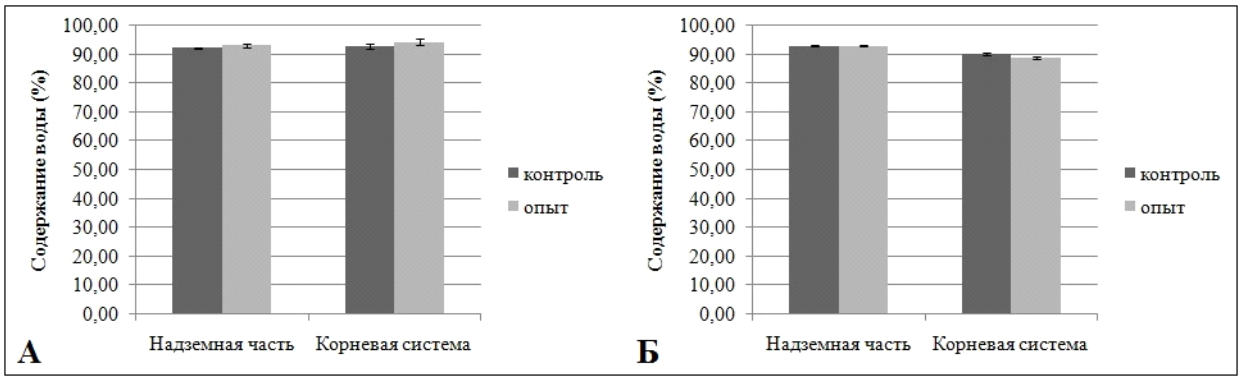


Рис. 5. Процентное содержание воды в растениях кукурузы: а – 15-е сутки вегетации; б – 21-е сутки вегетации

Актиномицеты оказывали влияние на развитие ассимиляционного аппарата растения, о чем свидетельствовало увеличение площади листьев опытных растений (рис. 6).

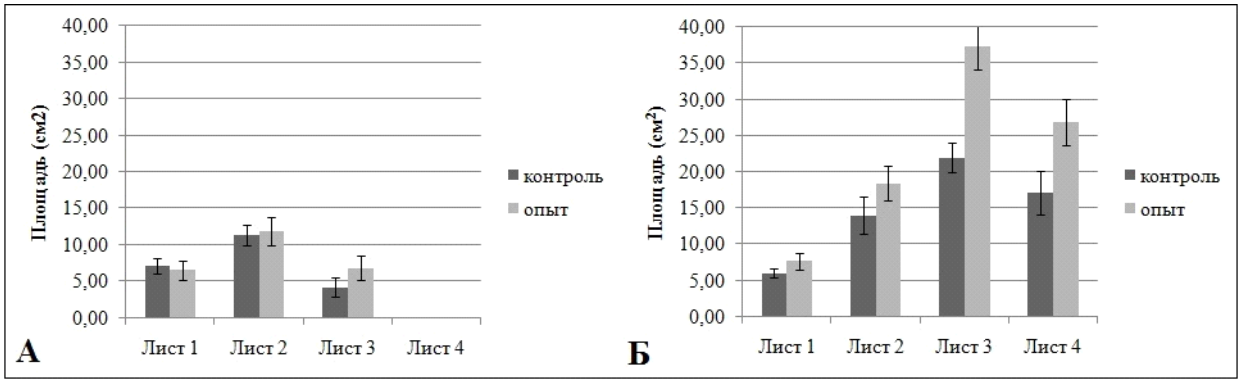


Рис. 6. Площадь листьев растений кукурузы: а – 15-е сутки вегетации; б – 21-е сутки вегетации

Показано, что под влиянием грибов-антагонистов содержание хлорофилла в расчете на сырую массу было больше, чем у растений, не подвергшихся обработке (рис. 7). Под действием данного гриба происходило изменение соотношения форм хлорофиллов (рис. 8–9).

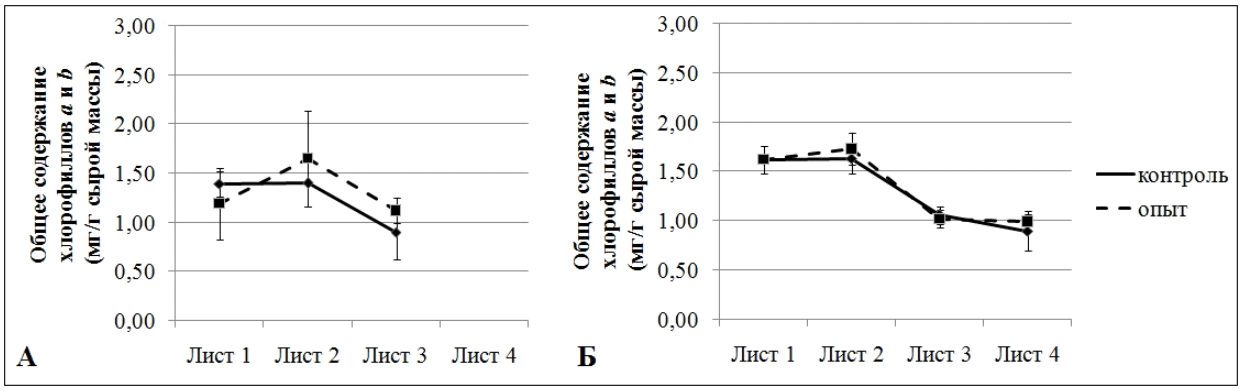


Рис. 7. Общее содержание хлорофиллов a и b в растениях кукурузы: а – 15-е сутки вегетации; б – 21-е сутки вегетации

При этом под действием *Trichoderma* наблюдалось изменение соотношения хлорофиллов *a* и *b* в листьях C_4-растений в сторону незначительного увеличения содержания хлорофилла *b*. Увеличение содержания хлорофилла *b* в результате взаимодействия с грибами рода *Trichoderma* характерно и для растений с C_3-типом метаболизма. Данный эффект указывает на большую активность фотосистемы II у растений, обработанных микромицетами.

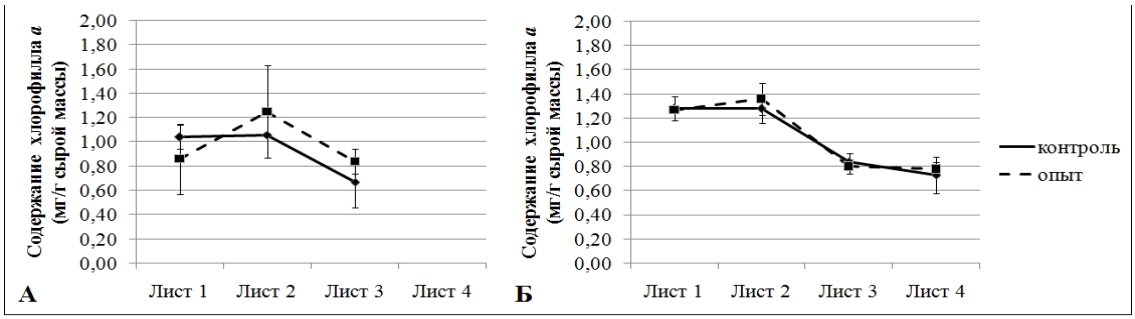


Рис. 8. Содержание хлорофилла а в растениях кукурузы: а – 15-е сутки вегетации; б – 21-е сутки вегетации

Одной из основных характеристик комплексов ФС II является квантовый выход фотохимического превращения энергии, осуществляемого ФС II. Этот показатель определяется как соотношение количества квантов, используемых в разделении зарядов в ФС II, к общему количеству квантов, поглощенных антенной этой фотосистемы.

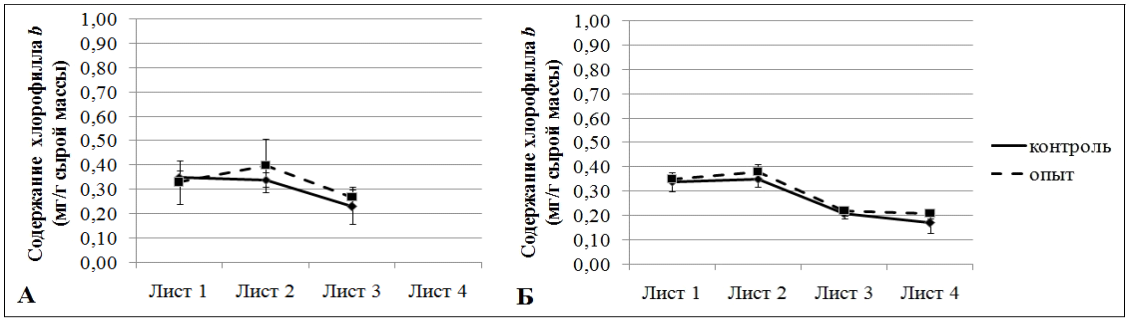


Рис. 9. Содержание хлорофилла b в растениях кукурузы: а – 15-е сутки вегетации; б – 21-е сутки вегетации

Установлено, что предпосевная обработка семян спорами грибы рода *Trichoderma* не нарушала скорость электронного транспорта, хотя результаты проведенных исследований не выявили достоверных различий по величине квантового выхода и скоростью электронного транспорта между растениями контрольного и опытного вариантов (рис. 10–11).

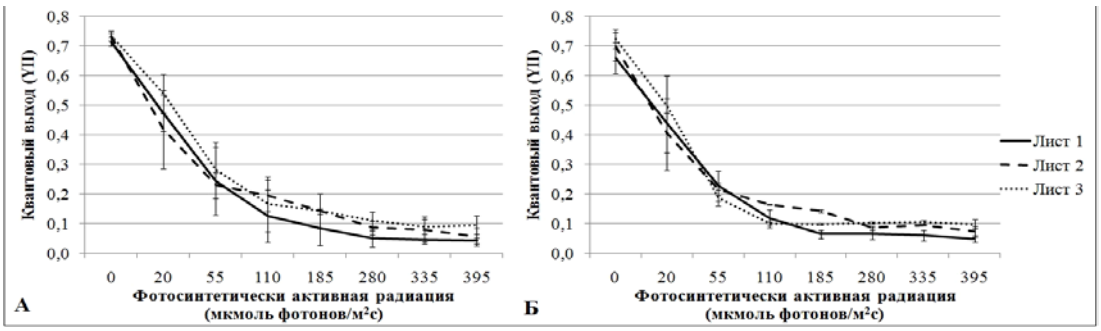


Рис. 10. Квантовый выход фотосистемы II у растений кукурузы на 15-е сутки вегетации: а – контроль; б – опыт

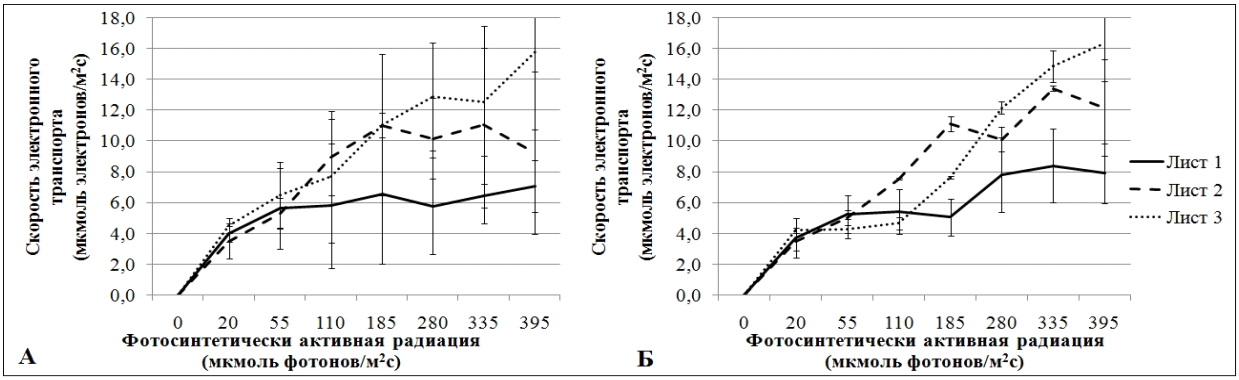


Рис. 11. Скорость фотосинтетического электронного транспорта у растений кукурузы на 15-е сутки вегетации: а – контроль; б – опыт

Выводы

1. Инокуляция семян растений кукурузы спорами гриба штамма *Trichoderma asperellum* МГ-97 приводила к увеличению энергии прорастания семян, накоплению сырой и сухой биомассы растений, площади листьев. Наибольший стимулирующий эффект действия микромицетов был отмечен в развитии корневой системы.

2. Под действием грибов рода *Trichoderma* в листьях кукурузы увеличивалось общее содержание хлорофиллов; соотношение форм хлорофиллов *a* и *b* изменялось в сторону незначительного увеличения хлорофилла *b* на 15-е сутки вегетации.

3. Не было установлено достоверного влияния грибов рода *Trichoderma* на квантовый выход фотосистемы II и скорость фотосинтетического электронного транспорта у растений.

Литература

1. *Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В.* Большой практикум по фотосинтезу: учеб. пособие. для студ. вузов. – М.: Академия, 2003. – С. 46–51.
2. *Голованова Т.И., Аксентьева А.А.* Физиолого-морфологические параметры растений при действии спор гриба рода *Trichoderma* // Вестн. КрасГАУ. – 2003. – № 3. – С. 134–139.
3. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – С. 45.
4. Эффективность действия *Trichoderma asperellum G. Samuels* штамм МГ-97 на развитие фузариоза на сеянцах *Larix sibirica L.* / *Т.И. Громовых* [и др.] // Микология и фитопатология. – 2002 – Т. 36. – Вып. 4. – С. 70–75.
5. *Кацы Е.И.* Молекулярная генетика ассоциативного взаимодействия бактерий и растений: состояние и перспективы исследований. – М.: Наука, 2007. – С. 5–63.
6. *Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю.* Экологическая физиология растений. – М.: Логос, 2001. – С. 223.
7. *Sheridan L.W., Lorito M.* Exploting the interactions between fungal antagonists, pathogens and the plant for biocontrol // Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management. – 2007. – P. 107–130.
8. *Shoresh M.G., Harman E.* The relationship between increased growth and resistance induced in plants by root colonizing microbes // Plant Signaling & Behavior. – 2008. – P. 737–739.
9. *Walz H.* IMAGING-PAM M-series Chlorophyll Fluorometer, Instrument Description and Information for Users. – 2009. – P. 7–25.
10. *Wintermans J.F.* Spectrophotometric characteristics of chlorophyll *a* and *b* and their pheophytins in ethanol // Biochem. Biophys. Acta. – 1965. – P. 448–453.

УДК 574.57

В.А. Заделёнов, И.Г. Исаева (Еникеева), В.О. Клеуш, Ю.К. Чугунова

ГИДРОФАУНА НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. КУРЕЙКИ (БАССЕЙН р. ЕНИСЕЙ)

В ходе исследований определены структурно-функциональные характеристики зоопланктона и зообентоса нижнего течения р. Курейки, приведен состав ихтиофауны, а также эндопаразиты рыб. Показано воздействие существующей Курейской ГЭС на зоопланктонное и донное население нижнего бьефа.

***Ключевые слова**: река Курейка, зоопланктон, зообентос, ихтиофауна, паразиты рыб.*

V.A. Zadelyonov, I.G. Isayeva (Yenikeeva), V.O. Kleush, Yu.K. Chugunova

HYDROFAUNA OF THE KUREYKA RIVER LOWER CURRENT (THE YENISEI RIVER BASIN)

The zooplankton and zoobenthos structural and functional characteristics in the river Kureyka lower current are defined during the research, the ichthyofauna composition and fish endoparasites are given. The impact of the existing Kureiskaya HES on the downstream zooplankton and benthic population is shown.

Key words: river Kureyka, zooplankton, zoobenthos, ichthyofauna, fish parasites.

Введение. Абсолютное большинство гидрологических, ихтиологических и водохозяйственных исследований по проблемам гидростроительства связано непосредственно с проблемами формирования водохранилищ. Естественно, что для водохранилищ всех типов хорошо изучен процесс формирования биоты, в том числе и ихтиоценозов [6, 13].

Актуальность исследования гидрофауны нижнего течения р. Курейки определяется необходимостью сохранения биологического разнообразия из-за предполагаемого строительства Нижне-Курейской ГЭС и связанных с этим изменений структурно-функциональных характеристик водных сообществ в бассейне Енисея. Кроме того, необходимо отметить, что р. Курейка – крупный приток нижнего течения Енисея, но информации о гидробионтах бассейна реки (за исключением нескольких кратких сообщений или тезисов) практически нет.

Цель исследований. Определить структурно-функциональные характеристики зоопланктона и зообентоса нижнего течения р. Курейки.

Материалы и методы исследований. Материалы для подготовки настоящей публикации собраны в июле-сентябре 2008 г. в следующем количестве: пробы зоопланктона – 67 шт., зообентоса – 38 шт., исследовано 450 экз. рыб. Паразитологический материал собран при проведении ихтиологических исследований р. Курейки и оз. Мундуйского (рис. 1). Визуально и с использованием бинокулярного микроскопа МБС-10 просмотрены жабры, желудочно-кишечные тракты рыб, полость тела, печень и мускулатура. Приготовлены временные, а в последующем и постоянные препараты паразитов.

Отбор, фиксация, камеральная обработка материалов производились в соответствии с общепринятыми методиками [2, 5, 7, 8, 10, 12].

Результаты исследований и их обсуждение. В нижнем бьефе Курейской ГЭС реку можно условно разделить на два больших участка, различающихся по гидрологическим условиям. Первый (выше устья р. Большая Кожарка) характеризуется сравнительно высокой скоростью течения и преобладанием каменистых и каменисто-галечных грунтов. Второй участок (ниже устья) имеет более равнинный характер и отличается доминированием илисто-песчаных грунтов, что отражается на характере, распределении и составе водных сообществ, их продуктивности.

Зоопланктон. Полноценное развитие речного планктона возможно при скорости течения не более 0,5–0,8 м/с [4]. Поэтому на быстротекущих участках основного русла Енисея и его притоков встречающиеся единичные организмы зоопланктона не играют значительной роли в формировании кормовой базы рыб.

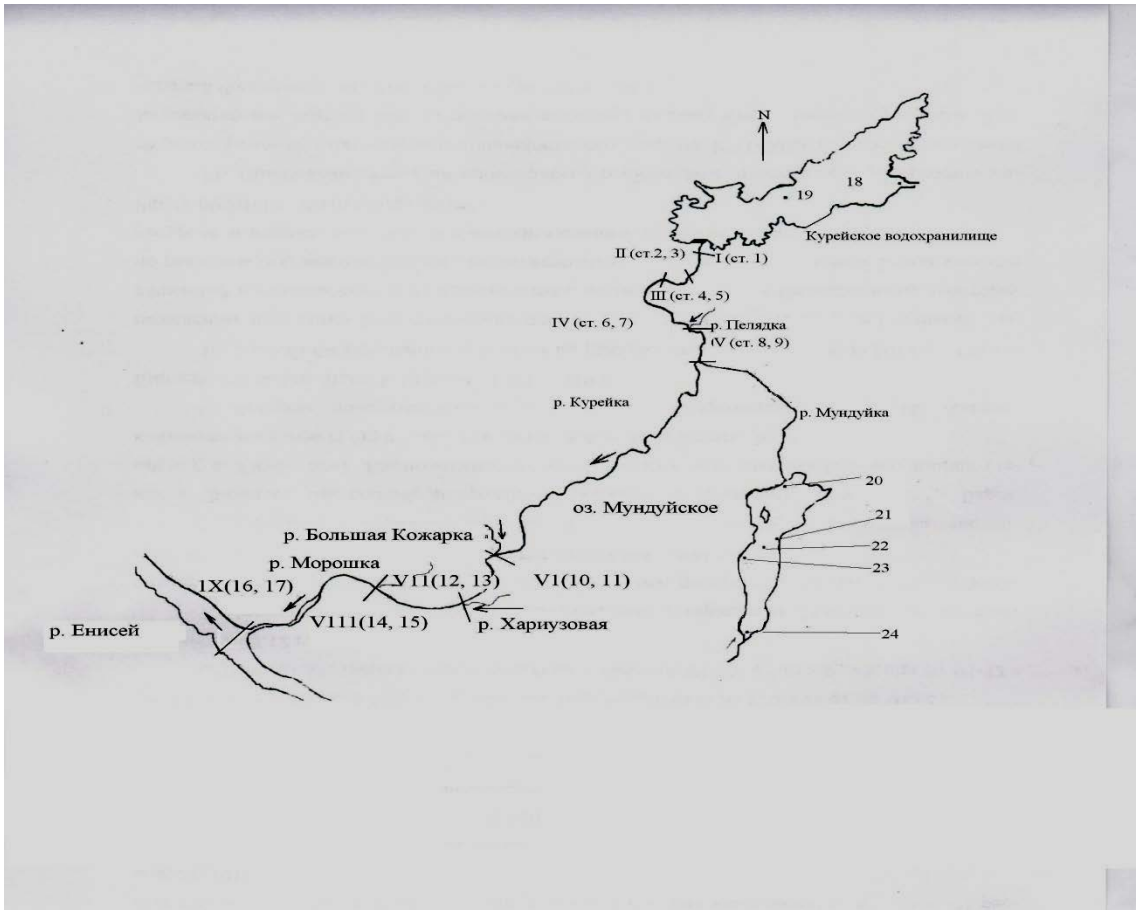


Рис. 1. Карта-схема станций отбора гидробиологических проб (арабскими цифрами обозначены разрезы, римскими – номера станций)

Река Курейка ниже плотины Курейской ГЭС представляет водоток с относительно низкой температурой воды и скоростью течения более 1 м/с, что обуславливает крайне низкие количественные и качественные показатели зоопланктона.

В качестве особенностей современного видового состава следует отметить присутствие некоторых типично бореальных видов, таких, как *Holopedium gibberum* Zaddach. На плесах и в устьевых участках притоков (вынос из придаточной системы) обнаружены зарослевые формы (*Chydorus sphaericus* (O.F. Muller), *Acroperus elongates* (Sars), *Sida cristallina* (O.F. Muller), *Limnosida frontosa* Sars).

Среди видов, обнаруженных в Курейском водохранилище, общими для р. Курейки и ее притоков являются *Asplanchna herricki* Guerne, *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Mesocyclops leuckarti* (Claus), *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg), *Daphnia longiremis* Sars, *Bosmina l. obtusirostris* Sars, *B.c. kessleri Uljanin, Holopedium gibberum*.

Общими для озера Мундуйского (самое крупное озеро бассейна р. Курейки в её нижнем течении) и участка реки ниже впадения р. Мундуйки (через которую осуществляется связь оз. Мундуйского с р. Курейкой) являются *K. longispina, A. herricki, M. leuckarti, A. elongatus, Ceriodaphia quadrangula* (O.F. Muller), *B.c. kessleri, L. frontosa.*

В целом видовое разнообразие невелико, на отдельных станциях зарегистрировано от 0 до 6 таксонов зоопланктона. Всего в пробах р. Курейки и устьевых областей ее притоков обнаружено 13 видов зоопланктона. Менее всего были представлены коловратки, они обнаружены в пробах только двух станций – устьевые области р. Б. Кожарки и р. Мундуйки. Веслоногие раки были представлены видами *E. graciloides* и *M. leuckarti*, первый встречался более чем в 70 % проб. Максимальное разнообразие показано для группы Ветвистоусые раки, в ней зарегистрированы представители четырех семейств – Chydoridae, Daphniidae, Sididae, Holopedidae. *Daphnia longiremis* и *Bosmina kessleri* обнаружены более чем в 50 % проб и являются доминантами по численности.

По нашим данным, количественные показатели зоопланктона реки Курейки закономерно снижаются от плотины Курейской ГЭС к устью (рис. 1). Отмечено, что на каждом разрезе в пределах первого гидрологического участка (до устья р. Б. Кожарка) плотность зоопланктона основного русла реки на станциях, находящихся в зоне влияния вод Курейского водохранилища, выше, чем на станциях в устьевых участках притоков. Ниже устья р. Б. Кожарка (второй участок), где воздействие стока снижается, биомасса зоопланктона в устьях притоков выше, чем у противоположного берега.

Максимальные показатели биомассы зоопланктона зарегистрированы на разрезе в 15 км ниже плотины Курейской ГЭС (90 мг/м^3). Немногочисленные мелководные песчаные заводи позволяют аккумулировать сток организмов с водохранилища и, вероятно, развиваться собственному зоопланктону.

Повышенных значений биомассы зоопланктона в устье р. Мундуйки вследствие предполагаемого выноса организмов планктона из озера Мундуйского не отмечалось. Это объясняется высокой степенью зарастания высшей водной растительностью участка озера Мундуйского в истоке р. Мундуйки.

Известно, что одна из основных ролей прибрежно-водных растений в самоочищении водоемов заключается в функции механической фильтрации. Эффективность действия фильтрационного барьера зависит от ряда факторов, таких, как густота фитоценоза (количество побегов на единицу площади), наличие у растений водных корней и степени их развития, общая площадь поверхности растений и др. [11]. В зоне зарослей наблюдается уменьшение скорости течения, оседание взвешенных частиц и, как следствие, увеличение прозрачности воды и снижение биостока.

Минимальные из возможных показателей мезозоопланктона обнаружены в пробах устьевой части р. Курейки, находящихся в зоне влияния вод Енисея. Представители основных групп отсутствовали, наблюдались единичные экземпляры Ostracoda.

Общая биомасса зоопланктона р. Курейки до заполнения Курейского водохранилища составляла около 3 мг/м^3 по руслу реки. В 2008 г. на исследованном участке бассейна реки количественные показатели организмов планктона возросли до 17 мг/м^3.

Курейское водохранилище исследовано в центральной части (ст. 19) и крупнейшем заливе Деген (ст. 18), образованном на месте устьевой части одноименного притока Курейки. Максимальная численность отмечена для залива – 6,76 тыс. экз/м^3, а наибольшая биомасса (для центральной области) – 600 мг/м^3 . На всех станциях доминировал комплекс *Eudiaptomus gracilis – Daphnia longiremis – Bosmina kessleri*. Очевидно преобладание крупных форм, являющихся излюбленным кормом для рыб-планктофагов, связано с отсутствием последних в составе ихтиоценоза. В среднем по водохранилищу общая численность зоопланктона в верхнем, наиболее продуктивном 8-метровом слое, составила 5,44 тыс. экз/м^3, а общая биомасса – 500 мг/м^3.

Озеро Мундуйское изучалось на пяти станциях, равномерно располагавшихся на всем его протяжении. Формирование сообщества обусловлено наличием низких температур, небольших глубин (до 1,5 м) и сильной зарастаемости рдестами и осоками. Количественные показатели зоопланктона невысоки и составляют в среднем по всей акватории 0,354 тыс. экз/м^3 и 3,34 мг/м^3. Наибольшая численность отмечена на ст. 20 (исток р. Мундуйки) за счет доминирования мелкой коловратки *Conochilus unicornis*. Данные гидробиологические показатели характеризуют состояние озера как олиготрофное.

В целом по исследованному участку реки Курейки (включая притоки) усредненные количественные показатели зоопланктона составили по численности 0,262 тыс. экз/м^3, биомассе – 77,8 мг/м^3.

Зообентос. Исследованные станции характеризовались вариабельностью условий обитания зообентоса, поскольку отличались скоростью течения, глубиной, температурным режимом, характером грунта, степенью зарастаемости и составом макрофитов. Как следствие, качественное и количественное развитие донной фауны носило крайне неоднородный характер во временном и в пространственном аспектах.

В составе зообентоса р. Курейки и ее притоков отмечено 11 групп организмов: олигохеты, нематоды, пиявки, водяные клещи, гидры, моллюски, бокоплавы, ручейники, поденки, веснянки, хирономиды и другие двукрылые. Наибольшим видовым разнообразием отличаются хирономиды – 21 вид.

На первом гидрологическом участке доминируют хирономиды (61 %), по биомассе – бокоплавы и хирономиды (43 и 37 % соответственно). На втором участке многочисленны бокоплавы и хирономиды (50 и 38 %), по биомассе преобладают бокоплавы и моллюски (78 % в сумме).

На заиленных песках в массе развивались хирономиды (91 % – по численности и 83 % – по биомассе). Единично отмечены нематоды, олигохеты и личинки типулид (двукрылые). На камнях многочисленны мелкие поденки и хирономиды (71 % от общей численности). По биомассе доминировали поденки и олигохеты (в сумме 69 %), субдоминанты – хирономиды и мелкие ручейники длиной 3–7 мм. Единично отмечены гидры. На песчаных грунтах обитали веснянки, поденки и хирономиды. Доминировали по численности хирономиды (92 % от общей), по биомассе – веснянки и хирономиды (66 % в сумме). На галечно-песчаных грун-

тах по численности и биомассе доминировали бокоплавы, составляя 46 и 44 % соответственно. Наибольшая биомасса зафиксирована на илистых грунтах – 1,2 г/м^2, численность – на галечно-песчаных грунтах – 0,55 тыс. экз/м^2.

Рассматривая продуктивность донных биоценозов бассейна Курейки ниже плотины Курейской ГЭС на первом и втором участках, можно отметить преобладание биомассы и численности бентоса вдоль правого берега (в 1,8 и 5,0 раз выше левого соответственно).

Численность и биомасса зообентоса на обследованном участке приведена на рис. 2–3.

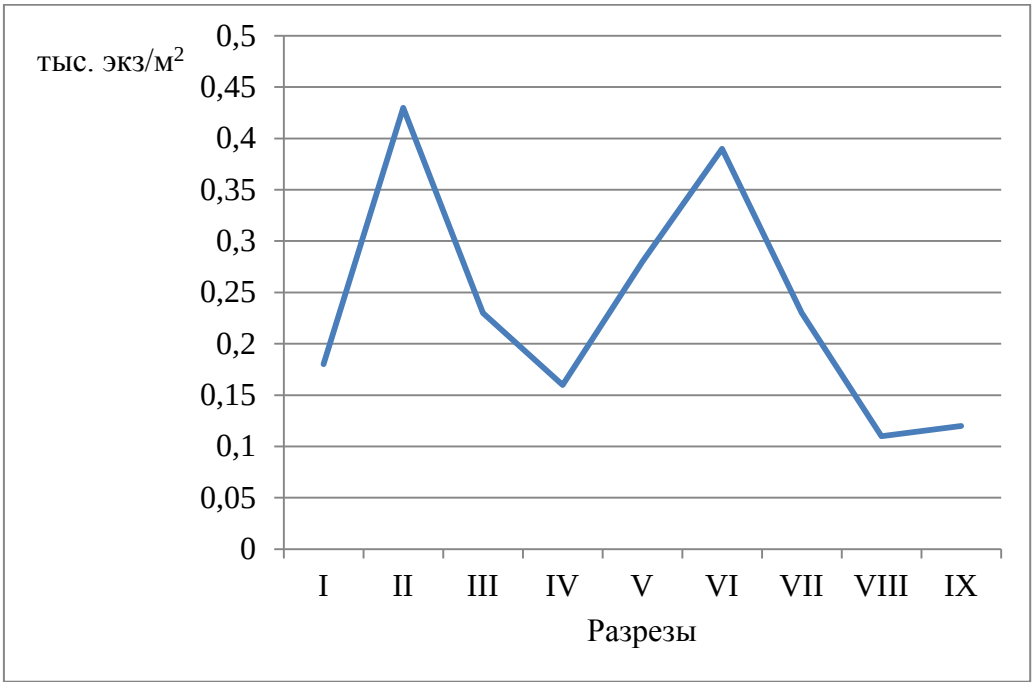


Рис. 2. Численность (тыс. экз/м^2) зообентоса в нижнем бьефе Курейской ГЭС (сентябрь 2008 г.)

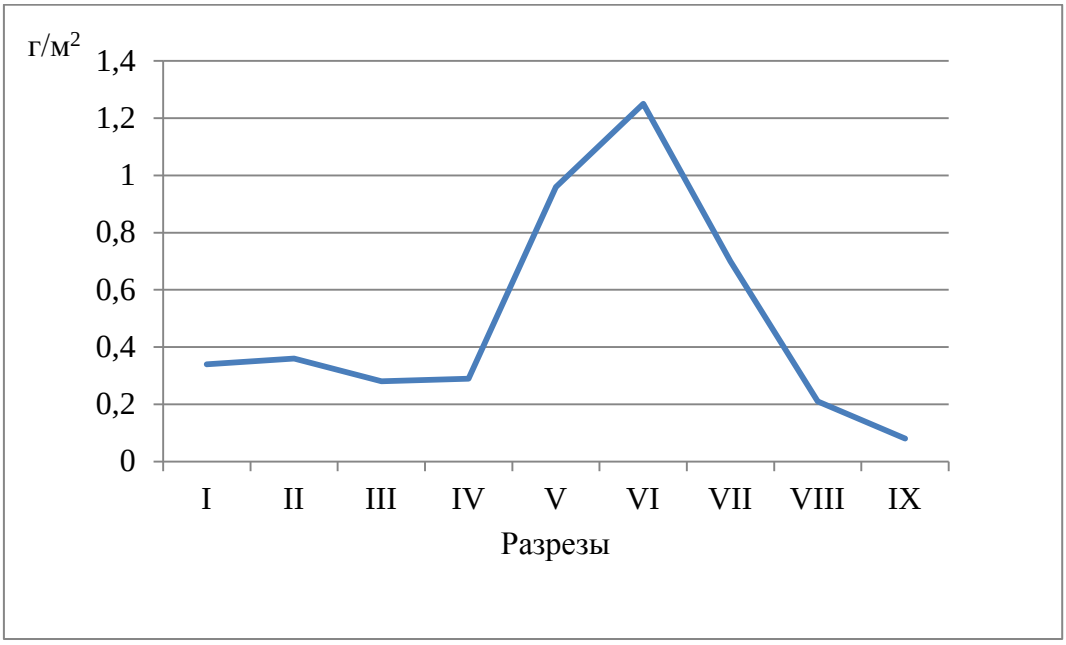


Рис. 3. Биомасса (г/м^2) зообентоса в нижнем бьефе Курейской ГЭС (сентябрь 2008 г.)

В донных сообществах оз. Мундуйского отмечено 11 групп беспозвоночных животных – олигохеты, нематоды, пиявки, водяные клещи, планарии, моллюски, бокоплавы, ручейники, поденки, вислокрылки, хи-

рономиды и другие двукрылые. По численности и биомассе преобладают хирономиды (39 и 49 % соответственно).

В центральной части, а также у южного и западного берегов озера, грунты представлены илами, на которых в массе развивается высшая водная растительность (в основном рдесты). Продуктивность илов наибольшая. Здесь многочисленны хирономиды (0,68) и моллюски (0,28 тыс. экз/м^2). По биомассе доминируют хирономиды (52), субдоминанты-моллюски (20 %). Средняя численность и биомасса организмов биотопа илов составляют соответственно 1,67 тыс. экз/м^2 и 9,92 г/м^2. На заиленных каменистых грунтах северного берега в равных долях развивались личинки поденок, хирономид и других двукрылых насекомых. По биомассе преобладали олигохеты – 75 % от общей. На каменистых грунтах по численности преобладали олигохеты, по биомассе – пиявки и олигохеты (61 и 38 % соответственно). В целом по озеру численность и биомасса зообентоса составили соответственно 1,18 тыс. экз/м^2 и 6,34 г/м^2.

Ихтиофауна. По разным источникам, количество видов рыб в бассейне р. Курейки колеблется от 20 до 43. Состав ихтиофауны нижнего участка р. Курейки близок к таковому р. Енисея и представлен следующими семействами: осетровые, лососевые, сиговые, хариусовые, корюшковые, щуковые, карповые, окуневые, налимовые, балиториевые, вьюновые, керчаковые. В уловах 2008 г. в бассейне р. Курейки отмечен 21 вид, в том числе сибирский осетр – *Acipenser baerii,* стерлядь – *Acipenser ruthenus,* таймень – *Hucho taimen,* ленок – *Brachymystax lenok,* нельма – *Stenodus leucichthys nelma,* сиг-пыжьян – *Coregonus lavaretus pidschian,* омуль (арктический) – *Coregonus autumnalis,* пелядь – *Coregonus peled,* чир – *Coregonus nasus,* тугун – *Coregonus tugun,* ряпушка – *Coregonus sardinella,* хариус сибирский – *Thymus arcticus,* щука – *Esox lucius,* елец сибирский – *Leuciscus leuciscus baicalensis,* плотва сибирская – *Rutilus rutilus lacustris,* окунь – *Perca fluviatilis,* ёрш – *Gymnocephalus cernuus,* налим – *Lota lota,* гольян речной – *Phoxcinus phoxcinus,* пескарь сибирский – *Gobio gobio cynocephalus,* подкаменщик сибирский – *Cottus sibiricus.*

В генезисо-географическом отношении ихтиофауну бассейна р. Курейки представляют рыбы четырех фаунистических комплексов: арктический пресноводный, бореальный пресноводный равнинный, бореальный пресноводный предгорный, третичный равнинный пресноводный. Наиболее богато представлен арктический пресноводный комплекс, к которому относятся 8 видов (нельма, сиг-пыжьян, омуль, пелядь, чир, тугун, ряпушка, налим). Бореальный равнинный насчитывает 5 видов (щука, плотва сибирская, елец сибирский, окунь, ерш). По 4 вида содержат бореальный предгорный комплекс (таймень, ленок, хариус сибирский, речной гольян) и третичный равнинный пресноводный (сибирский осетр, стерлядь, пескарь сибирский, подкаменщик сибирский).

Паразиты рыб. Паразитологический материал был собран при проведении ихтиологических исследований бассейна р. Курейки, поэтому состав паразитофауны далеко неполный и представлены только массовые формы паразитов.

Миксоспоридии *Henneguya zschokkei* (Gurley, 1894) обнаружены в мускулатуре ряпушки сибирской и омуля, моногенеи *Discocotyle sagittata* (Leuckart, 1842) встречались на жаберных лепестках ряпушки сибирской. Цестоды *Diphillobothrium dendriticum* (Nitzsch, 1824) отмечены для трех видов хозяев: омуля, ряпушки сибирской и хариуса сибирского, а *D. ditremum* (Creplin, 1825) обнаружен только у ряпушки сибирской. Плероцеркоиды *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) обнаружены в печени щуки и налима, взрослые особи – в кишечнике щуки, которая является дефинитивным хозяином этого вида. Трематоды *Azygia lucii* (Müller, 1776) отмечены в кишечнике щуки, а нематода *Philonema sibirica* (Bauer, 1946) в полости тела сига-пыжьяна.

Обнаруженные виды паразитов относятся к голарктическим и палеарктическим формам, широко распространены в р. Енисее и водоемах его бассейна [1, 3, 9, 14].

По своему патогенному потенциалу эпизоотическое значение могут иметь миксоспоридии *H. zschokkei*, вызывающие заболевание «бугорковая» или «язвенная болезнь сиговых рыб», цестоды *T. nodulosus* (заболевание триенофороз), *D. dendriticum*, *D. ditremum* (дифиллоботриоз). Крупные размеры и высокая численность нематод *Ph. sibirica* определяют степень их воздействия на организм сиговых рыб.

С эпидемиологической точки зрения опасность представляет лентец чаечный (*D. dendriticum*), который способен поражать организм человека. Формирование очагов дифиллоботриоза, вызываемого лентецом чаечным, происходит при распространении инвазионного начала рыбоядными птицами (в основном серебристой чайкой).

Выводы

1. Всего в пробах из р. Курейки и ее притоков обнаружено 13 видов организмов зоопланктона: 2 вида коловраток, 2 вида веслоногих и 9 видов ветвистоусых раков. В целом по исследованному участку реки Ку-

рейки (включая притоки) усредненные показатели в 2008 г. составили по численности 0,262 тыс. экз/м^3, по биомассе – 77,8 мг/м^3.

2. В составе зообентоса р. Курейки и ее притоков отмечено 11 групп организмов: олигохеты, нематоды, пиявки, водяные клещи, гидры, моллюски, бокоплавы, ручейники, поденки, веснянки, хирономиды и другие двукрылые. В целом наибольшая биомасса в 2008 г. зафиксирована на илистых грунтах – 1,2 г/м^2, численность – на галечно-песчаных грунтах – 0,55 тыс. экз/м^2, усредненные показатели в 2008 г. составили по численности 0,24 тыс. экз/м^2, по биомассе – 0,50 г/м^2.

3. В уловах 2008 г. в бассейне р. Курейки отмечен 21 вид, в том числе сибирский осетр, стерлядь, таймень, ленок, нельма, сиг-пыжьян, омуль (арктический), пелядь, чир, тугун, ряпушка сибирская, хариус сибирский, щука, елец сибирский, плотва сибирская, окунь, ёрш, налим, гольян речной, пескарь сибирский, подкаменщик сибирский.

4. В результате исследований 2008 г. на р. Курейке обнаружено 8 видов паразитов из 5 систематических групп: миксоспоридии, моногенеи, цестоды, трематоды, нематоды. Среди них по количеству видов (4) доминируют цестоды.

Литература

1. *Бауер О.Н.* Паразиты рыб реки Енисей // Изв. ВНИОРХ. – Л., 1948. – Т. 27. – С. 97–156.
2. *Быховская-Павловская И.Е.* Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. – 120 с.
3. *Герман Ю.К., Вышегородцев А.А.* Оценка эпидемиологической ситуации в водоемах бассейна Енисея // Вестн. Краснояр. гос. ун-та. – 2004. – Вып. 7. – С. 77–81.
4. *Грезе В.Н.* Кормовые ресурсы рыб реки Енисея и их использование// Изв. ВНИОРХ. – М.: Пищепромиздат, 1957. – Т. 41. – 235 с.
5. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.
6. *Негоновская И.Т.* Проектная, фактическая и потенциальная рыбопродуктивность водохранилищ // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – Л.: ГосНИОРХ, 1986. – Т. 242. – С. 4–28.
7. *Плохинский Н.А.* Математические методы в биологии. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 265 с.
8. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
9. *Пронин Н.М., Пронина С.В., Руднева Н.А.* Рыбы и ихтиопатологическая ситуация в нижнем течении Ангары // Биоразнообразие Байкальской Сибири. – Новосибирск: Наука, 1999. – С. 99–120.
10. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 239 с.
11. *Садчиков А.П., Кудряшов М.А.* Экология прибрежно-водной растительности. – М.: РЭФИА, 2004. – 220 с.
12. *Салазкин А.А., Иванова М.Б., Огородникова В.А.* Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 34 с.
13. Биология Усть-Илимского водохранилища /*А.Г. Скрябин, С.С. Воробьева, Т.П. Бакин*. – Новосибирск: Наука, 1987. – 242 с.
14. *Спасский А.А., Ройтман В.А.* Фауна трематод, цестод и скребней рыб верховьев Енисея // Вопр. ихтиологии. – 1960. – Вып. 15. – С. 183–192.

УДК 574.017

Н.В. Кригер, М.А. Козлов, Е.С. Баранов

БИОИНДИКАЦИЯ УРБОЭКОСИСТЕМ ПО МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ХВОЙНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В статье приведены результаты биоиндикации урбоэкосистем по морфофизиологическим признакам хвойных древесных растений, произрастающих в условиях разной степени загрязнения воздушной среды.

***Ключевые слова**: загрязнение, хвоя, урбоэкосистема, биоиндикация.*

N.V. Kriger, M.A. Kozlov, Ye.S. Baranov

URBAN ECOSYSTEM BIOINDICATION ACCORDING TO THE MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CONIFEROUS WOOD PLANTS

The results of the urban ecosystem bioindication on morphological and physiological characteristics of coniferous wood plants growing in different air pollution degree conditions are given in the article.

Key words: pollution, needles, urban ecosystem, bioindication.

Введение. Загрязнение атмосферы химическими веществами является наиболее опасным фактором для жизни человека. От состояния атмосферы зависит здоровье и жизнь людей, поскольку не отвечающая гигиеническим нормативам воздушная среда приводит к развитию у людей ряда патологий, связанных с органами дыхания и других систем организма [1]. Особенно высок уровень заболеваемости в городах Красноярского края, на территории которых действуют промышленные предприятия, крупные автомагистрали, железные дороги. Все это указывает на неблагополучное состояние атмосферы как в регионе, так и в краевом центре [2].

Известно, что на загрязнение среды наиболее сильно реагируют хвойные древесные растения. Характерными признаками неблагополучия окружающей среды и особенно газового состава атмосферы служат появление разного рода хлорозов и некрозов, уменьшение размеров ряда органов (например, длины хвои). Хвойные растения удобны тем, что могут служить биоиндикаторами круглогодично. В лесоведении давно разработана оценка состояния окружающей среды по комплексу признаков хвойных, при которой используются не только морфологические показатели, которые весьма изменчивы, но и ряд биологических изменений. Использование хвойных растений дает возможность проводить биоиндикацию на огромных территориях. Однако их использование также подходит для малых территорий. Например, для выявления влияния автодороги на прилегающую зону или определения состояния окружающей среды в городских экосистемах разного ранга и характера [3, 4].

Объекты исследований. Объектом исследований служили урбоэкосистемы, в пределах которых в качестве предмета исследования изучались хвойные древесные растения.

Цель исследований. Провести оценку урбоэкосистем по морфофизиологическим признакам хвойных древесных растений.

Результаты исследований и их обсуждение. В городе Красноярске ведущая роль в формировании загрязнения окружающей среды принадлежит выбросам КрАЗа, ТЭЦ, ЦБК, химкомбинату «Енисей», БХЗ, предприятиям тяжелого машиностроения, черной и цветной металлургии и автотранспорту. Исходя из этого, была проанализирована хвоя, взятая в наиболее индустриальных и наиболее чистых районах города.

Результаты морфологического исследования хвоинок сосны обыкновенной представлены на рис. 1. Длина хвои варьировала от 3,7 (район КрАЗа) до 8,7 см (контроль). Критерий Фишера, используемый для сравнительной оценки уровня варьирования длин хвоинок разных районов, показал достоверность различий выборок. Можно предложить, что характер антропогенной нагрузки влияет на уровень варьирования длин хвоинок.

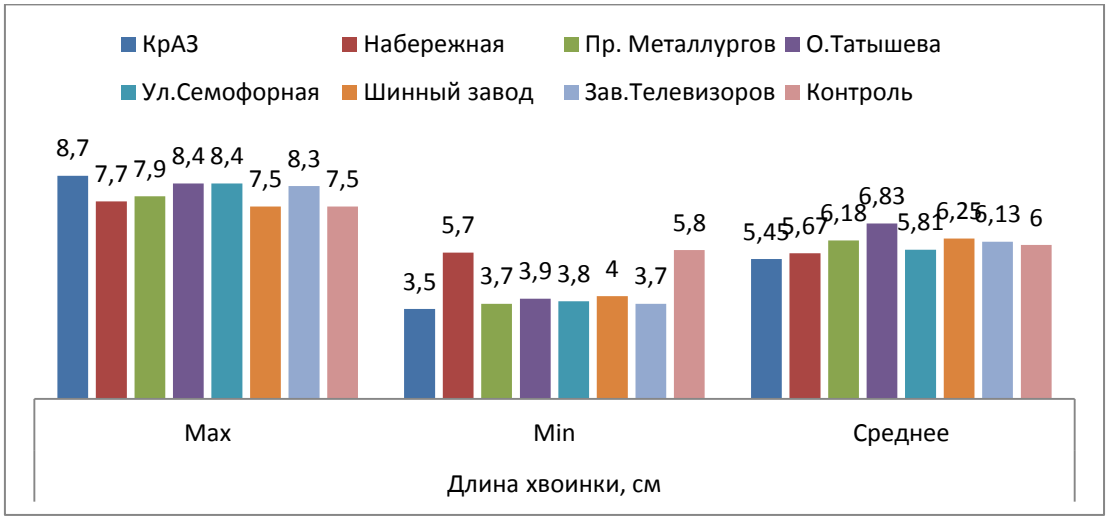


Рис. 1. Изменение среднего значения длины хвои в зависимости от района исследований

Под влиянием специфических экологических условий вблизи промышленных предприятий у растений может измениться внешний вид. Иногда при состоянии экологического неблагополучия появляются некрозы. Цвет повреждений бывает самым разным: красновато-бурым, желто-коричневым, буровато-сизым. Некрозы – это омертвение в живом организме отдельных органов, их частей, тканей или клеток. Они обычно появляются весной, после образования хвои.

Некротические реакции у деревьев, находящихся на продуваемых местах, выражены сильнее, чем в случае густого насаждения. Все виды некрозов мы отнесли к 3 классам. Результаты исследований представлены на рис. 2.

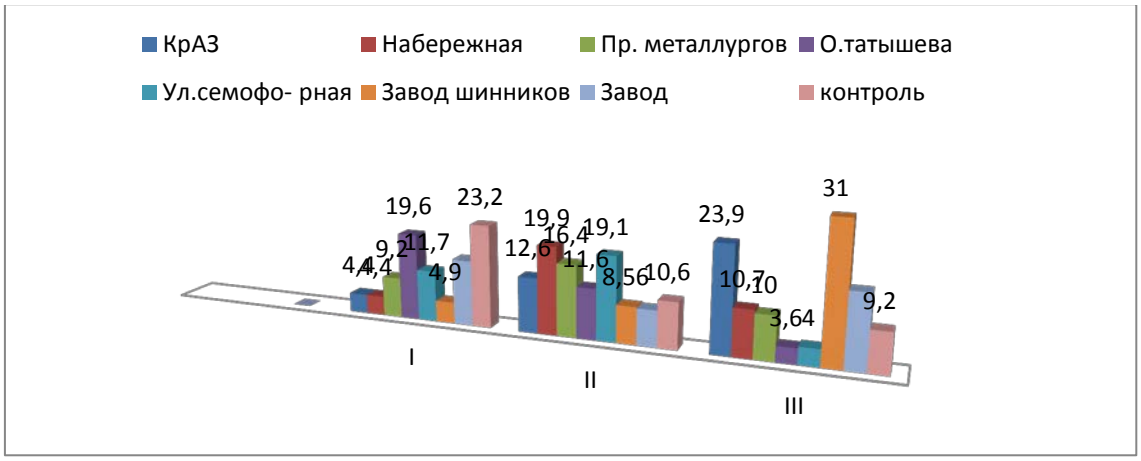


Рис. 2. Класс повреждений хвои разными видами некрозов, %

Состояние хвои без изменений преобладает в контроле (23,2 %) и на о. Татышева (19,6 %), хвоинки с классом повреждения II (с небольшим числом пятен) представлены в трех районах: набережная, проп. Металлургов, ул. Семофорная. Много пятен по всей длине характерно для хвои следующих районов: КрАЗа, Шинного завода, завода телевизоров. Хвоя с классом повреждения III в контрольной точке не встречается, что может говорить о чистоте атмосферного воздуха.

Результаты исследований подтвердили гипотезу о неблагополучном экологическом состоянии урбоэкосистем промышленных районов. Еще недавно не вызывавший опасений природный объект (о. Татышева) сейчас подвержен возрастающему промышленному загрязнению, что отражается на состоянии хвои сосны обыкновенной. Жилищно-бытовую зону можно отнести к категории «условно среднепораженные». Район КрАЗа и Шинного завода расположен в зоне повышенной антропогенной нагрузки и относятся к категории «условно сильнопораженные».

Заключение. В процессе исследований выявлено, что хвойные древесные растения городских урбоэкосистем испытывают на себе большое воздействие окружающей среды, что подтверждается оценкой морфофизиологических признаков.

В незагрязненных урбоэкосистемах (плодово-ягодная станция) основная масса хвои сосны здорова, не имеет повреждений, и лишь малая часть хвоинок имеет светло-зеленые пятна и некротические (участки, где разрушен хлорофилл) точки микроскопических размеров, равномерно рассеянные по всей поверхности. В загрязненной атмосфере появляются повреждения и повышается содержание серы в коре.

Наибольшему воздействию подвержены растения в районах с большой антропогенной нагрузкой: КрАЗа, Телевизорного и Шинного заводов, находящихся вблизи промышленных предприятий и крупных автомагистралях.

По результатам проведенных исследований можно заключить, что состояние искусственных насаждений хвойных на контрольном и фоновом участках различны. Пробная площадь за пределами зоны поражения аэропромышленными выбросами отличается по степени дефолиации и окраски кроны.

Литература

1. Влияние загрязнителей воздуха на растительность. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 181 с.
2. *Крушлинский В.И.* Город и природа Сибири: архитектурно-планировочные аспекты. – Красноярск: КГУ, 1986. – 232 с.
3. *Мэннинг У.Дж., Федер У.А.* Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. – М.: Гидрометеоиздат, 1985. – 255 с.
4. Значение неравномерности размещения деревьев в культурах сосны / *И.В. Шутов, Л.Н. Товкач, Н.М. Минакова* [и др.] // Лесное хозяйство. – 2001. – № 4. – С. 18–20.

УДК 595.78

Л.Е. Сасова, Л.А. Федина

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ГУСЕНИЦ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA, DIURNA) В УССУРИЙСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

В долине р. Комаровка Уссурийского заповедника в Южном Приморье изучена многолетняя динамика видового состава дневных чешуекрылых (Lepidoptera, Diurna), а также и их связи с кормовыми растениями из 21 ботанического семейства. Выявлено 49 фоновых видов бабочек. Анализ трофических и топических связей гусениц и имаго выявил преобладание олигофагов (71 %) и хортобионтов (51 %).

***Ключевые слова**: Diurna, фоновые виды, кормовые растения, Уссурийский заповедник.*

L.E. Sasova, L.A. Fedina

TROPHIC RELATIONS OF RHOPALOCERA LEPIDOPTEROUS CATERPILLARS (LEPIDOPTERA, DIURNA) IN THE USSURISKIY NATURE RESERVE

The dynamics of the day lepidopterous (Lepidoptera, Diurna) species composition, as well as their connection with the fodder plants from 21 Botanical families are studied in the Komarovka river valley of Ussuriskiy nature reserve in the Southern Primorye territory. 49 background butterfly species are revealed. The analysis of the caterpillar and imago trophic and topical relations showed the dominance of oligophages (71 %) and chortobionts (51 %).

Key words: Diurna, background species, fodder plants, Ussuriskiy nature reserve.

Введение. В число приоритетных задач заповедника входят организация и проведение научных исследований, направленных на изучение природных комплексов и долговременное слежение за динамикой природных процессов. Изучение взаимосвязи животного и растительного мира занимает особое место среди поставленных задач.

Взаимоотношения насекомых с различными животными и растениями играют большую роль в биоценозе и выступают в качестве биотических факторов среды. Для большинства насекомых-фитофагов, в том числе и булавоусых чешуекрылых, растения служат пищей, убежищем от врагов, укрытием от неблагоприятных метеорологических условий или местом развития. Чем разнообразней растительные группировки, тем большее видовое разнообразие и количество встречается в данном местообитании.

Наиболее полные сведения о булавоусых чешуекрылых Уссурийского заповедника содержатся в работах [7–9, 10,11], в которых отмечено 168 видов дневных бабочек из 100 родов и 7 семейств, что составляет 69 % фауны Южного Приморья. Но биология и экология этих насекомых изучена ещё недостаточно полно. В настоящей работе рассматриваются сравнительные данные о видовом составе фоновых видов имаго Diurna заповедника, их гусениц и кормовых растениях в районе слияния р. Каменки (одного из основных притоков) р. Комаровки (Супутинка) на протяжении 70 лет, а также динамика численности наиболее массовых видов.

Цель исследований. Основной целью наших исследований является изучение населения булавоусых чешуекрылых, а также анализ трофических связей их гусениц на территории заповедника.

Задачи исследований: выявить видовой состав фоновых видов и дать количественную характеристику Diurna и их кормовым растениям.

Материалы и методы исследований. Наши исследования проводились в течение 1978–2005 гг. в заповеднике в долине р. Каменки в радиусе 3 км и по правому берегу р. Комаровки в окрестностях бывшей базы заповедника. Пищевые связи выявляли посредством сбора гусениц с растений в период их питания с их последующим воспитанием до стадии имаго. Для выявления фоновых видов использовали метод количественных учётов имаго [6]. Многочисленные виды вместе с обычными отнесены к фоновым, т.е. обилие которых за период учёта составляло не менее 1 особи за 1 ч учёта. Для характеристики биологических особенностей Diurna, кроме опубликованных автором и соавторами работ [2, 3,11], были использованы литературные сведения [5,7–9, 14–17]. Номенклатура булавоусых чешуекрылых приводится в основном по справочнику [5] и по каталогу чешуекрылых (Lepidoptera) России [4]. Для более детального изучения кормовых растений гусениц мы использовали материалы заложенных контрольных учётных площадок размером 10х10 м в кедрово-ильмовом лесу с клёном мелколистным. В составе древостоя участвуют десять древесных пород, основными из которых являются *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc., *Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg, *Fraxinus mandshurica* Rupr. *Acer mono* Maxim., *Phellodendron amurense* Rupr. В подросте наиболее обилен ясень маньчжурский, а кедр был отмечен только во всходах. В разнообразном подлеске наиболее заметное участие принимают *Philadelphus tenuifolius* Rupr. et Maxim., *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim., *Corylus mandshurica* Maxim., *Ribes mandshuricum* (Maxim.) Kom. *Euonymus sacrosancta* Koidz. [12]. Архивные материалы и литературные данные за 1933–1936 гг. и 1977 г. позволили провести сравнительную характеристику. Названия растений приводятся по последним флористическим данным [1,13].

Результаты исследований и их обсуждение. На территории заповедника «Уссурийский» за последние годы обнаружено 168 видов булавоусых чешуекрылых. Из них в данном местообитании на протяжении 70 лет в фоновый состав вошло 49 видов (29 %) (табл.). Доминирующее положение среди них занимали Achillides maackii Men., Amuriana schrenckii Men., L-album Esp. Начиная с 70-х годов, добавились такие виды, как Pieris dulcimea Butl, Pieris melete Men. Polygonia c-album L.

Фоновый состав Diurna **и трофические связи их гусениц**

№ п/п	Вид	Год				Кормовое растение	Обилие кормового растения			
							Год			
		1933-1936	1978-1980	1998-1999	2003-2005		1933-1936	1978-1980	1998-1999	2005-2003
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Сем. Hesperiidae Pyrgus maculatus Brem.et Grey.	+				*Spiraea salicifolia* L.	Sp		Sp	Sp
2	Ochlodes sylvanus Esp.			+	+	*Milium effusum* L.	Sol		Sp	Sp
						Carex dispalata Boott	Sol	Sol	Cop[1]	Sp
						C. ussuriensis Kom.	Sp	Sp	Cop[1]	Cop[1]
3	Сем. Papilionidae Achillides maackii Men.	+	+	+	+	*Phellodendron amurense* Rupr.	Sp	Sp	Sp	Sp

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	Luehdorfia puzilio Ersh.			+	+	*Asarum sieboldii* Miq	Sol	Sol	Sp	Sp
5	Driopa stubbendorfii Men.			+	+	*Corydalis ambigua* Cham. et Schlecht.	Sp	Sp	Cop[1]	Cop[2]
						C. remota Fisch. ex Maxim.	Sp	Sp	Cop[1]	Cop[2]
6	Сем. Pieridae Aporia crataegi L.	+	+	+		*Crataegus maximowiczii* C.K. Schneid.	Sp	Sp	Sp	Sp
						Malus mandshurica (Maxim.) Kom.	Sp	Sp	Sp	Sp
						Padus avium Miil.	Cop[1]	Cop[1]	Sp	Sp
7	A. hippia Brem.	+				*Caulophyllum robustum* Maxim.	Sp	Sp	Sp	Sp
						Berberis amurensis Maxim.	Sp	Sp	Sp	Sol
8	Pieris brassicae L.			+		*Brassica juncea* (L.) Czern.	Sp	Sp	Sp	Sol
9	P. dulcinea Butl.		+	+	+	*Arabis hirsuta* (L.) Scop.	Sp	Sp	Sp	Sol
						Cardamine leucantha (Tausch) O.E. Schulz	Sol	Sol	Sp	Sp
10	P. melete Men.		+	+	+	*Cardamine leucantha* (Tausch) O.E. Schulz	Sol	Sol	Sp	Sp
11	Colias polyographus Motsch		+			*Trifoliums, Vicia spp., Glycine soja* Siebbold et Zucc.	Sp	Sp	Sp	Sp
12	Сем. Satyridae Ninguta schrenckii Men.		+			*Carex dispalata* Boott	Sol	Sol	Sp	Sp
						C. ussuriensis Kom.	Sp	Sp	Sp	Sp
13	Lopinga achine Scop.		+	+	+	Poa *angustifolia* L.	Sp	Cop[1]	Cop[1]	Sol
						Carex *arnellii* Christ	Sp	Cop[1]	Cop[1]	Sol
14	Ypthima argus Butl.			+	+	*Milium effusum* L.	Sol		Sp	
15	Erebia wanga Brem.			+	+	*Neomolinia mandshurica* (Maxim.) Honda	Cop[1]	Cop[1]	Sp	Cop[1]
16	Coenonympha hero L.			+	+	*Carex ussuriensis* Kom.	Sol	Sol	Cop[1]	Sp
17	Aphanthopus hyperantus L.			+	+	*Milium effusum* L.	Sol	Cop[1]	Sp	Cop[1]
18	Minois dryas Scop.			+	+	*Poa angustifolia* L.	Sol	Cop[1]	Sp	Sp
						Carex ussuriensis Kom.	Sol	Sol	Cop[1]	Sp
						C. dispalata Boott	Sol	Sol	Sp	Sp
19	Melanargia halimede Men.			+		*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth	Cop[1]	Sol	Sp	Cop[1]
20	M. epimede Stg.		+	+	+	*Agrostis clavata* Trin.	Sol	Sp	Sp	Sol
21	Сем. Nymphalidae Amuriana schrenckii Men.	+	+	+	+	*Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg.	Cop[1]	Cop[1]	Cop[1]	Cop[1]

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	Apatura ilia Den et Schiff.		+	+		*Populus maximowiczii* A. Henry	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Sp
						Salix abscondita Laksch. Sarg	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Sp
23	A. iris L.		+			*Populus maximowiczii* A. Henry	Sp	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Ulmus japonica (Rehd.) Sarg.	Sp	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Salix abscondita Laksch. Sarg	Sp	Cop^1	Cop^1	Sp
24	Athymodes nycteis Men.	+				*Ulmus japonica* (Rehd.)	Sp	Cop^1	Cop^1	Cop^1
25	Ladoga sydyi Kind. in Led.	+	+			*Lonicera maackii* (Rupr.) Herd.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
26	L. camilla L.	+		+		*Lonicera maackii* (Rupr.) Herd.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
27	L. amphissa Men.	+		+		*Lonicera maackii* (Rupr.) Herd.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
28	L. helmanni Kind. in Led.	+		+	+	*Lonicera maackii* (Rupr.) Herd.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						L. praeflorens Batal.	Cop^1	Cop^1	Sp	Sp
29	Neptis rivularis Scop.	+				*Spiraea salicifolia* L.	Sp	Cop^1	Cop^1	Sp
30	N. philyroides Staud.	+		+	+	*Corylus mandshurica* Maxim.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
31	N. thisbe Men.		+			*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.	Cop^1	Cop^1	Sp	Cop^1
32	Aldania raddei Brem.			+	+	*Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
33	Polygonia c-album L.		+	+	+	*Urtica angustifolia* Fisch. ex Hornem.	Cop^1	Cop^1	Sp	Sp
						Ulmus japonica (Rehd.) Sarg.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
34	Nymphalis L-album Esp.	+	+	+	+	*Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Populus maximowiczii A. Henry	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Salix abscondita Laksch. Sarg	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Betula platyphylla Sukacz	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^2
						Corylus mandshurica Maxim.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^2
35	N. xanthomelas Esp.	+	+			*Salix abscondita* Laksch. Sarg	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Populus maximowiczii A. Henry	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
36	N. antiopa L.		+			*Salix abscondita* Laksch. Sarg	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Populus maximowiczii	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
						Betula platyphylla Sukacz	Cop^2	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Alnus hirsuta (Spach) Fisch. ex Rupr.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Ulmus japonica (Rehd.) Sarg.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Sp
						Acer mono Maxim.	Cop^1	Cop^1	Sp	Sp
						Urtica angustifolia Fisch. ex Hornem.	Cop^1	Cop^1	Sp	Cop^1
37	Jnachis io L.		+	+	+	*Urtica angustifolia* Fisch. ex Hornem.	Sp	Sp	Sp	Sp
						Humulus lupulus L.		Sol	Sol	Sol
38	Araschnia levana L.			+	+	*Urtica angustifolia* Fisch. ex Hornem.	Sp	Cop^1	Cop^1	
						Humulus lupulus L.		Sol	Sol	Sol
39	A. burejana Brem.			+	+	*Urtica angustifolia* Fisch. ex Hornem.	Sp	Sp	Sp	Sp
40	Euphydryas intermedia Men.	+				*Lonicera maackii* (Rupr.) Herd.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Veronica daurica Stev.	Sp	Cop^1	Cop^1	Cop^1
41	Melitaea diamina Lang.	+	+			*Veronica daurica* Stev.	Sp	Sol	Sol	Sol
						Plantago depressa	Cop^1	Cop^1	Sol	Sp
						Willd.				
						Valeriana fauriei Briq.		Sp	Cop^1	Cop^1
						Fallopia pauciflora (Maxim.) Kitag.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
						Ligustrina amurensis Rupr.	Cop^1	Cop^1	Cop^1	Cop^1
42	Argynnis paphia L.			+	+	*Viola acuminata* Ledeb	Sol	Sol	Sp	Sp
43	Neobrenthis ino Rott.			+	+	*Viola acuminata* Ledeb	Sp	Sp	Sp	Cop^1
						Filipendula palmata (Pall.) Maxim.	Sp	Sol	Sp	Sp
44	Сем. Lycaenidae Artopoetes pryeri Murr.	+				*Ligustrina amurensis* Rupr.	Cop^1	Cop^1	Cop^2	Cop^2
45	Neozephyrus japonicus Murr.	+				*Alnus hirsuta* (Spach) Fisch. ex Rupr.	Sp	Cop^1	Cop^2	Cop^1
46	Chrysozephyrus smaragdinus Brem.	+				*Prunus salicina* Lindl.	Sp	Sol	Sol	Sol
47	Fixsenia herzi Fixsen.	+				*Pyrus ussuriensis* Maxim.	Sp	Sp	Sp	Sp
						Malus mandshurica (Maxim.) Kom.	Sp	Cop^1	Cop^1	Sp
48	Celastrina ladonides de,Orza.			+	+	*Lespedeza bicolor* Turcz.	Sp	Sp	Sol	Sol
				+	+	*Vicia amoena* Fisch.	Sol	Sol	Sol	
49	Maslowskia filipjevi Riley.	+		+	+	*Prinsepia sinensis* (Oliv.) Oliv. ex Bean		Sol	Sp	Sp

Примечание. Знак + обозначает фоновый вид.

В настоящее время флора Уссурийского заповедника представлена 881 видом сосудистых растений, относящихся к 490 родам из 109 семейств.

Самыми крупными для заповедной флоры по числу видов являются семейства Asteraceae – 89, Poaceae – 71, Cyperaceae – 56, Rosaceae – 51, Ranunculaceae – 41, Fabaceae – 36, Polygonaceae – 27, Lamiaceae – 25, Apiaceae – 24, Caryophyllaceae – 22, Brassicaceae – 21, содержащие 52,6 % всего состава флоры, что характерно для неморальных флор юга российского Дальнего Востока (РДВ).

Первое место в заповедной флоре из наиболее крупных родов, насчитывающих 10 и более видов, занимает род *Carex*, состоящий из 49 видов. Семейство Poaceae – Мятликовые – одно из самых многочисленных во флоре заповедника и представлено 71 видом высших сосудистых растений. Семейство Rosaceae – Розовые – на заповедной территории представлено 51 видом. Семейство Urticaceae – Крапивовые – в заповеднике обозначено 7 видами.

На контрольных учётных площадках обнаружены кормовые растения из 21 ботанического семейства, которыми питаются гусеницы фоновых видов дневных бабочек. По широте пищевой специализации эти виды Diurna можно разделить на 3 группы – олигофаги, монофаги и полифаги. По количеству лидирующее место в группе булавоусых занимают олигофаги, включающие 35 видов (71 %). К этой группе относятся представители всех 6 семейств. Доминируют бабочки из семейств Nymphalidae (16 видов) и Satyridae (9 видов). Если первые развиваются в основном на розовых и жимолостевых, то вторые предпочитают травянистые растения из семейства мятликовых и осоковых.

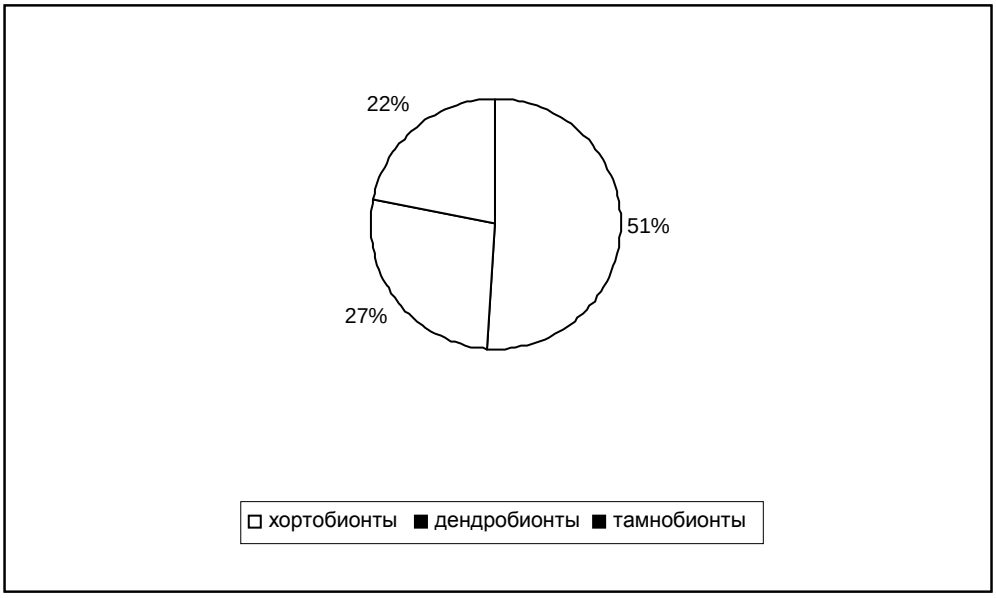
Олигофаги по ботаническим семействам распределяются следующим образом: 5 видов – Rosaceae, 5 – Poaceae, 4 – Cyperaceae, 4 – Caprifoliaceae, 3 – Solicaceae, 3 – Brassicaceae, 3 – Urticaceae, 2 – Fabacecae, 2 – Violaceae, 1 – Papaveraceae, 1 – Ulmaceae, 1 – Cannabaceae, 1 вид – Scrophulariaceae.

Всех олигофагов можно разделить на узких (18 видов), развивающихся на растениях из одного или двух ботанических родов, и широких (17 видов), связанных уже с 1–2 ботаническими семействами. В число первых включены Pyrgus maculatus Brem et Grey (*Spiraea*), Driopa stubbendorfii Men (*Corydalis*), Pieris dulcinea Butl. (*Arabis, Cardamine)*, Pieris melete Min (*Arabis, Cardamine*), Ninguta schrenckii Men (*Carex*), Erebia wanga (*Neomolinia*), Melanargia halimede Men. (*Calamagrostis*), Melanargia epimede (*Agrostis*), Amuriana schrenckii Men (*Ulmus*), Apatura ilia Ltn et schiff. (*Populus, Salix*), Apatura iris L. (*Populus, Salix*), Nymphalis xanthomelas esp, (*Populus, Salix*), Ladoga Camilla (*Lonicera*), Ladoga amphissa Men (*Lonicera*), Ladoga helmanni Kind in Led (*Lonicera*), Neptis rivularis Scop. (*Spiraea*), Chrysozephyrus smaragdinus Brem. (Prunus), Fixsenia herzi Fixsen. (*Pyrus, Malus*). К широким олигофагам относятся Aporia crataegi L. (*Crataegus, Malus, Padus)*, Pieris brassicae L. (*Brassica, Lepidium),* Colias polyographus Motsch. (*Trifolium, Glycine, Vicia*), Lopinga achine Scop. (*Poa,Carex*), Ypthima argus Butl. (*Poa*, *Echinochloa, Digitaria, Elytrigia, Miscanthus*), Aphanthopus hyperantus L. (*Poa, Calamagrostis, Elytrigia, Carex*), Minois dryas Scop. (*Calamagrostis, Avena, Carex*), Coenonympha hero L. (*Poa, Calamagrostis Elymus, Hordeum, Carex*), Ladoga sydyi Kind. in Led. (*Spiraea, Lonicera*), Polygonia c-album L. (*Ulmus Urtica*), Jnachis io L. (*Humulus, Urtica*), Araschnia levana L. (*Humulus, Urtica*), A. burejana Brem. (*Urtica*), Euphydryas intermedia Men. (*Lonicera, Veronica*), Argynnis paphia L. (*Viola Rubus*), Neobrenthis ino Rott. (*Filipendula, Sanguisorba, Viola*) Celastrina ladonides de Orza (*Lespedeza, Vicia Melilotus*).

К группе монофагов относятся 10 видов (21 %). По ботаническим семействам распределение Dierna (монофагов) выглядит следующим образом: Rutaceae – 1 вид (Achillides maackii Men.), Aristolochiaceae – 1 (Luehdorfia puzilio Ersh.), Urticaceae – 2 (Athymodes nycteis Men., Aldania raddei Brem.), Betulaceae – 2 (Neptis philyroides Staud. Neozephyrus japonicus Murr.), Fagaceae – 1 (Neptis thisbe Men.), Oleaceae – 1 Artopoetes pryeri Murr.), Rosaceae – 2 вида (Maslowskia filipjevi Riley, Aporia hippie Brem.).

Третья группа – полифаги – включает всего 4 вида (8 %): Ochlodes sulvanus Esp. (Poaceae, Cyperaceae), Nymphalis L-album Esp (Ulmaceae, Solicaceae, Betulaceae Rosaceae), Nymphalis antiopa L. (Solicaceae, Betulaceae, Ulmaceae, Urticaceae), Melitaea diamina Land. (Polygonaceae, Valerianaceae). Отдельные виды из групп олигофагов и полифагов представлены в европейской части России. Они характеризуются обширными ареалами распространения и являются транспалеарктами или голарактами, например, Aporia crataegi L., Nymphalis L-album, N. antiopa, Araschnia levana и др.

Гусеницы Diurna живут в основном открыто и являются филлофагами, предпочитая активно питаться листьями растений. Среди них по связям с основными жизненными формами растений преобладают хортобионты, составляющие 25 видов (51 % от всех известных фоновых видов за 70 лет). Дендробионтов намного меньше (27 %) (рис.). Группа тамнобионтов, развивающаяся на древесно-кустарниковых растениях, составляет 11 видов (22 %). Предположительно такое сложившееся равновесие между хортобионтами и дендротамнобионтами объясняется частично нарушенным лесным биоценозом (строительство базы заповедника, а затем её ликвидация). В связи с этим образовалась открытая территория, не занятая лесом, площадью около 2 га.



Соотношение фоновых видов гусениц Diurna по связям с основными жизненными формами кормовых растений

Хортофилия в большей степени характерна для представителей семейств Satyridae (9 видов) и Nymphalidae (8 видов). На долю имаго сатирид приходится 10 % от общего видового разнообразия Diurnal в заповеднике, но они стали лидерами по связям с основными жизненными формами растений в данном местообитании. Гусеницы бархатниц держатся на почве и на обратной стороне листа, предпочитая активно питаться ночью. Взрослые гусеницы часто держатся у основания кормовых растений. Основными кормовыми растениями служат мятликовые и осоковые. Эти семейства, как сказано выше, входят в число наиболее крупных представителей флоры заповедника. На учётных площадках этих растений встречалось или довольно много, или они произрастали рассеянно в небольшом количестве по всей территории (табл.). Вторыми хортофилами по количеству видов оказались представители семейства Nymphalidae, насчитывающие 37 % и являющиеся одним из самых многочисленных семейств дневных бабочек.

Гусеницы большинства нимфалид живут открыто, питаясь листьями как травянистых, так и древесно-кустарниковых растений. Часто в младшем возрасте, или только что отродившиеся личинки, живут группами в своеобразных гнёздах, что позволяет им легче перенести пониженные ночные температуры воздуха. Нередко такие группы гусениц мы находили на крапивовых, фиалковых. Позднее нам приходилось находить одиночных более крупных гусениц родов Nymphalis, Euphydryas, Argynnis, которые в последнием возрасте ведут одиночный образ жизни, избегая, вероятно, таким образом пищевую конкуренцию. Дендрофилия в большей степени характерна для семейства Nymphalidae (7 видов) и Lycaenidae (4 вида), гусеницы которых питаются листьми растений древесных пород. По приуроченности к жизненным формам среди тамнобионтов, развивающихся на древесно-кустарниковых растениях, доминирующее положение занимают булавоусые чешуекрылые из семейства Nymphalidae (8 видов). Прежде всего, это представители родов Ladoga, Neptis, Nymfalis.

Выводы

1. Таким образом, на протяжении более 70 лет (1933–2005 гг.) на территории заповедника «Уссурийский» обнаружено 168 видов булавоусых чешуекрылых. Из них в долине р. Комаровка-Каменка в фоновый состав вошли 49 видов (29 %). Доминирующее положение среди них занимают Nymphalis L-album, Amuriana schrenckii, Achillides maackii. Все три вида являются многочисленными лесными гелиомезофилами, дендрофагами, но по широте пищевой специализации они различны, если Achillides maackii – монофаг, Amuriana schrenckii – олигофаг, то Nymphalis L-album – полифаг. Эти виды-филлофаги и их кормовыми растениями являются представители семейств Rutaceae, Ulmaceae, Betulaceae, Rosaceae, Salicaceae, которые произрастают в данном местообитании в достаточном количестве.

2. Анализ трофических связей гусениц фоновых видов Diurna показал, что для исследуемой группы в большей мере характерна олигофагия, которая установлена для 35 видов. Большинство из них приурочено к питанию на Poaceae, Cyperaceae, Caprifoliaceae, Rosaceae.

3. По связям с основными жизненными формами растений среди фоновых видов Diurna доминировали хортобионты – 51 %, дендробионты – 27, тамнобионты – 22 %. Такое соотношение возникло вследствие нарушенного лесного биоценоза.

Авторы выражают искреннюю благодарность ведущему инженеру заповедника Нине Гавриловне Петренко за помощь в обработке материала.

Литература

1. *Безделева Т.А., Федина Л.А.* Сосудистые растения // Флора, растительность и микобиота заповедника «Уссурийский». – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С.79–134.
2. *Глущенко Ю.Н., Сасова Л.Е.* Людорфия Пуцило-Luechdorfia puziloi Erch. (Lepidoptera, Papilionidae) на Дальнем Востоке России // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. – Владивосток: Дальнаука, 1994. – Вып. 5. – С. 27–33.
3. *Дубатолов В.В., Сасова Л.Е.* Maslowskia oreas (Lepidoptera, Lycaenidae) в России: описание самки, данные по распространению и фенологии // Зоолог. журн. – 1998. – Т. 776. – № 1. – С. 867–869.
4. Каталог чешуекрылых (Lepidoptera России) /под ред. *С.Ю. Синева.* – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 424 с.
5. *Коршунов Ю.П., Горбунов П.Ю.* Дневные бабочки азиатской части России. – Екатеринбург, 1995. – 202 с.
6. *Кузякин А.П., Мазин Л.Н.* Количественные учёты булавоусых для биогеографических целей // IX съезд Всесоюзного энтомологического о-ва: тез. докл. – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 268.
7. *Куренцов А.И.* Бабочки – вредители деревьев и кустарников Уссурийского края // Тр. Горно-Таёжной станции АН СССР. – Владивосток, 1939. – Вып. 3. – С. 107–210.
8. *Куренцов А.И.* Дневные бабочки Приморского края. – М., 1949. – 119 с.
9. *Куренцов А.И.* Булавоусые чешуекрылые Дальнего Востока СССР. – Л.: Наука, 1970а. – 164 с.
10. *Мартыненко А.Б., Сасова Л.Е.* Население дневных чешуекрылых (Lepidoptera, Diurna) государственного природного заповедника «Уссурийский» имени В.Л. Комарова / отв. ред. *Е.С. Равкин.* – Владивосток, 2010. – 212 с.
11. *Сасова Л.Е.* Нимфалиды (Nymphalidae, Rhopalocera, Lepidoptera) Уссурийского заповедника и сопредельной территории // Природоохранные территории и акватории Дальнего Востока и проблемы сохранения биологического разнообразия. – Владивосток: Дальнаука, 1994. – С. 105–107.
12. *Федина Л.А.* Состояние травянистого покрова некоторых типов лесов в Уссурийском заповеднике в связи с выпасом пятнистого оленя // Ритмы и катастрофы в растительном покрове российского Дальнего Востока: мат-лы междунар. науч. конф. – Владивосток, 2005. – С. 175–182 .
13. *Федина Л.А.* Флористические находки в заповеднике «Уссурийский» ДВО РАН // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 12. – С. 37–40.
14. Jhe life histories of butterflies in Japan (Papilionidae, Pieridae, Danaidae) / *H. Fukuda, E. Hama, A. Takahashi* [et al.]. – Osaka, 1982a. – Vol. 1. – 222 p.
15. Jhe life histories of butterflies in Japan. (Satyridae, Hesperiidae) / *H. Fukuda, E. Hama, T. Kuzuya* [et al.]. – Osaka, 1984. – Vol. 4. – 373 p.
16. *Graeser L.* Betrage zur Kennthis der Lepidopteren-Fauna des Amurgebietes // Berl. Entomol. Zeischr. – 1888f. – Teil 32. – Bd.1. – P. 33–153.
17. *Graeser L.* Betrage zur Kennthis der Lepidopteren-Fauna des Amurgebietes//Berl. Entomol. Zeischr. – 1888f. – Teil 32. – Bd.2. – P. 309–414.

УДК 630*181.28:581.132.1

Л.Н. Скрипальщикова, В.В. Стасова, М.А. Пляшечник

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В статье рассмотрены морфометрические и биохимические особенности хвои сосны обыкновенной, продуцирующей в пригородных территориях, под влиянием промышленных выбросов г. Красноярска в сравнении с фоном. Получены биометрические характеристики хвои, определено содержание в ней фотосинтетических пигментов. Оценены показатели флуктуирующей асимметрии хвои (ФА). Выявлена начальная стадия антропогенной дигрессии сосновых насаждений в зоне влияния промышленности г. Красноярска.

***Ключевые слова**: сосна обыкновенная, флуктуирующая асимметрии хвои, тяжелые металлы, хлорофилл, каротиноиды.*

L.N. Skripaltshikova, V.V. Stasova,
M.A. Plyashechnik

ECOLOGICAL STATE ASSESSMENT OF PINE IN KRASNOYARSK FOREST-STEPPE URBANIZED TERRITORIES

The needle morphometric and biochemical peculiarities of pine generating in the suburban territories, under the influence of Krasnoyarsk industrial emissions in comparison with the background are considered in the article. The needle biometric characteristics are received, the content of photosynthetic pigments in it is determined. The indices of needle fluctuating asymmetry (FA) are assessed. The anthropogenic degradation initial stage of pine plantations in the zone of Krasnoyarsk industry influence is revealed.

Key words: pine, needle fluctuating asymmetry, heavy metals, chlorophyll, carotenoids.

Введение. На территории г. Красноярска функционируют крупные промышленные предприятия, выбросы вредных веществ которых вызывают загрязнение почвы на значительных площадях по основному воздушному переносу. Среди стационарных объектов наиболее значительными источниками загрязнения как городской среды, так и пригорода, являются предприятия теплоэнергетики и Алюминиевый завод. В окружающую среду поступают более двадцати канцерогенных веществ, концентрации которых во много раз превышают предельно допустимые [5].

Сосна обыкновенная является одной из основных лесообразующих пород в Сибири. В пригородной зоне Красноярска сосновые насаждения занимают 105020 га [21], и большая их часть попадает под промышленное загрязнение.

В экспертных оценках экологического состояния территорий и отклика на стресс, вызванный масштабами техногенного загрязнения, широко используются морфологические показатели листового аппарата древесных растений и его физиолого-биохимические характеристики. Одним из методов морфологического подхода в оценке качества среды и экологического состояния биотических компонентов является оценка уровня флуктуирующей асимметрии (ФА) билатеральных морфологических признаков растений и животных. Стабильность развития, т.е. способность организма функционировать без отклонений от нормы, является чувствительным показателем состояния природных популяций. В свою очередь оценка ФА представляет собой корректный способ формализации степени этих отклонений. При выборе конкретного показателя, характеризующего ФА, не существует никаких ограничений – могут быть использованы как качественные, так и количественные показатели, включая меристические [7]. Под давлением стрессовых факторов происходит ослабление гомеостатических механизмов, что на морфологическом уровне выражается в повышении асимметрии листового аппарата [3].

Снижение содержания хлорофилла часто используют в качестве индикаторной реакции повреждения растения, происходящего под воздействием загрязняющих веществ. Хроническое воздействие даже небольших доз приводит к потере хлорофилла и снижению фотосинтеза [10]. Принципиальная возможность использования содержания фотосинтетических пигментов для целей индикации суммарного загрязнения окружающей среды показана в работах О.А. Неверовой [12, 13].

Цель исследований. Оценить экологическое состояние и устойчивость развития сосны обыкновенной, произрастающей в пригородах Красноярска в разных экологических условиях, на основе измерения флуктуирующей асимметрии хвои и содержания в ней основных фотосинтетических пигментов.

В процессе исследований определяли содержание валовых форм тяжелых металлов, хлорофиллов *а*, *б*, каротиноидов в образцах хвои.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились на мониторинговых пробных площадях в нарушенных насаждениях Березовского и Есаульского боров, продуцирующих по основному переносу техногенных выбросов предприятий г. Красноярска и в условиях фона в Академгородке. Сосняки однородны по составу и возрасту, разнотравного типа, III класса бонитета, V класса возраста, средняя высота 23–26 м, диаметр 38–43 см. По лесопатологическому обследованию в зоне загрязнения произрастают сосняки ослабленные и сильно ослабленные [23], в условиях фона в Академгородке насаждения характеризуются как здоровые.

На каждой пробной площади в конце вегетационного периода осуществлялся сбор образцов хвои из нижней части кроны с пяти модельных деревьев. Индекс флуктуирующей асимметрии (ИФА) вычислялся по формуле [25, 26, 28]:

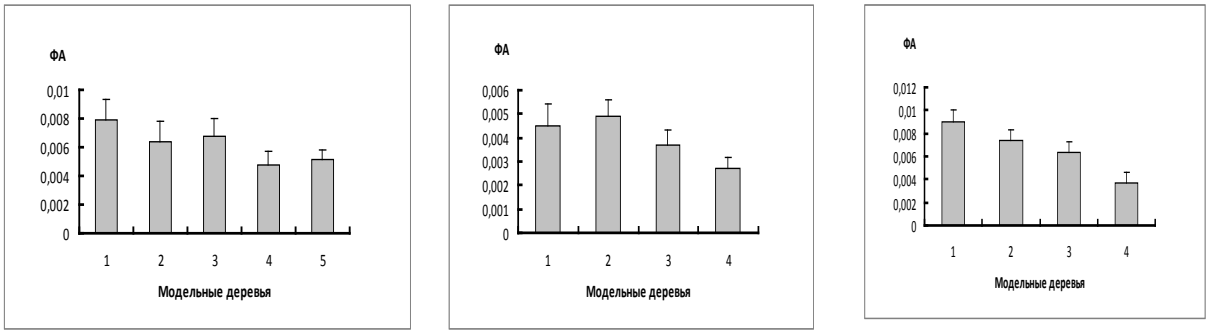
$$ИФА = 2 * (WL – WR) / (WL + WR),$$

где WL – длина одной хвоинки в паре;
WR – длина другой хвоинки в паре.

Анализ образцов хвои на содержание тяжелых металлов проводился на спектрометре «СПЕКТРОСКАН – МАКС G». Содержание хлорофиллов а, б, каротиноидов в образцах хвои сосны обыкновенной определялось фотометрическим способом после экстракции этанолом [4, 27]. Результаты исследований обрабатывались статистически [9, 16].

Результаты исследований и их обсуждение. Биологический мониторинг позволяет выявлять наличие синергических эффектов в среде и наиболее точно прогнозировать ее изменения. Наиболее важный и результативный элемент биологического мониторинга – растения, и особенно хвойные, отличающиеся высокой чувствительностью к повышенным концентрациям токсических веществ в окружающей среде [2, 12]. В фитоиндикационных методах наиболее простыми и доступными являются морфо- и биометрические. При использовании этих методов можно измерять длину хвои и возраст как наиболее чувствительные показатели, реагирующие на любые изменения среды обитания [24]. Известно, что длина хвои сосны может заметно варьировать в зависимости от индивидуальных особенностей произрастания того или иного дерева, а продолжительность жизни хвои сосны является надежным критерием для определения жизненного состояния конкретного дерева [1, 14].

В пригородных сосняках г. Красноярска максимальный возраст хвои 5 лет установлен в фоновых условиях, в "грязных" объектах возраст хвои снижается до 3 лет. На всех "грязных" объектах отмечены хлорозы и некрозы – до 90 % в Берёзовском бору и немного меньше в Есаульском, а также отсутствие таковых на фоновом объекте. Показатели ФА хвои на модельных деревьях в сосняке Академгородка варьируют от 0,005 до 0,008. В Есаульском бору в зоне прямого влияния выбросов алюминиевого производства отмечено уменьшение ФА в сравнении с фоном. В пределах пробной площади величина ФА меняется с 0,003 по 0,005. В Берёзовском бору, продуцирующем под многолетним воздействием выбросов тепловых станций, КраЗа и заводов правобережья города, на пробной площади ФА хвои изменяется от 0,004 до 0,009 и это максимальное значение ФА (рис. 1).



а *б* *в*

Рис. 1. Показатели флуктуирующей асимметрии хвои сосны обыкновенной: а – в фоновых условиях (сосновое насаждение Академгородка); б – в Есаульском бору; в – в Березовском бору

Полученные нами результаты сходны с результатами выявленных отклонений у хвои сосен из района г. Новокузнецка. В исследованиях значительной зависимости индекса флуктуирующей асимметрии от возраста не выявлено, однако отмечены более высокие показатели асимметрии [19]. Значительное увеличение ФА в окрестностях медно-никелевого комбината Мончегорска, как отмечают авторы, может являться неспецифической реакцией сосны на стрессовое воздействие. По мере удаления от источников загрязнения величина ФА уменьшается и наибольшая разница (0,2) в длине парной хвои (асимметрия) выявлена на площадке в 9 км от медно-никелевого комбината [8].

В отличие от северных лесов с низкой биологической продуктивностью и высоким уровнем многолетнего техногенного воздействия промышленности на Кольском полуострове, в наших исследованиях у сосен, растущих в лесостепных условиях, наибольшая разница в длине парной хвои (асимметрии) составляет только 0,05. Это в 4 раза меньше, чем для хвои сосны обыкновенной в зоне мощного влияния металлургического производства на Европейском Севере.

На основе результатов спектрометрии в хвое сосны обыкновенной были определены следующие микроэлементы: никель, хром, цинк, стронций (табл.).

Содержание тяжелых металлов в хвое сосны обыкновенной, мг/кг абс. сух. массы

Объект исследований	Микроэлемент			
	Ni	Cr	Zn	Sr
Сосновое насаждение (Академгородок) – фон	3,45±0,32	5,66±2,17	55,63±0,42	90,85±2,89
Берёзовский бор	3,79±0,39	6,69±2,67	65,84±0,55	146,32±3,67
Есаульский бор	6,65±0,35	7,88±2,51	69,21±0,5	106,7±3,44

Из данных таблицы видно, что заметная вариабельность наблюдается только в содержании цинка. Незначительные различия в содержании определенных элементов, вероятно, можно объяснить возросшим за последнее десятилетие влиянием токсичных выбросов автотранспорта. Известно, что при очень высоком содержании цинка в почвах обычным симптомом цинкового токсикоза является хлороз листьев [6]. А возникновение хлорозов и некрозов у хвойных деревьев при воздействии двуокиси серы наблюдается преимущественно после завершения роста ассимиляционных органов. Примечательно, что основные повреждения хвои сосны возникают в конце зимы – начале весны, при переходе к положительным температурам. В этот период происходят массовое побурение и опад хвои. Основные причины отмирания хвои связаны с нарушением восков на поверхности хвоинок и нерегулируемыми потерями хвоинками воды [1].

Высокое содержание тяжелых металлов в Есаульском и Берёзовском борах в хвое сосны обыкновенной объясняется их поступлением с потоком промышленных выбросов ветрами господствующего направления, а также их поглощением из почв, которые в этом районе характеризуются с 1995 года катастрофическим загрязнением тяжелыми металлами [23]. Адсорбируясь на поверхности растительных организмов, тяжелые металлы способны проникать внутрь клеток, вызывая изменение их физико-химических характеристик и физиологического состояния [22].

О характере влияния промышленных выбросов на древесную растительность могут свидетельствовать данные накопления в листьях фторидов и других элементов. В процессе многолетнего мониторинга за экологическим состоянием пригородных сосняков г. Красноярска установлено, что в хвое как опушечных сосен, так и в массивах Березовском и Есаульском, концентрации фтора варьируют от 7,7 до 21,3 мг/кг сух. массы. В среднем в хвое может содержаться в 5–11 раз больше фтора техногенного происхождения по сравнению с фоновыми насаждениями [23].

В работе А.С. Рожкова и Т.А. Михайловой [15] указывается, что под воздействием токсикантов в хвое первоначально происходит либо некоторое повышение содержания зеленых пигментов, либо незначительное понижение. Затем при интенсивном развитии некрозов (до 40 %) количество хлорофилла в сохранившейся зеленой хвое поддерживается на относительно высоком уровне и составляет 70–75 % от контрольного или выравнивается с последним. Разрушение пигментов, приводящее к хлорозу хвои, происходит не постепенно, а лишь при накоплении в ней токсиканта до критической величины. Эта величина, как и резистент-

ность в целом, неодинакова не только для хвои разного возраста, но и для одновозрастной, и даже для апикальной и базальной частей отдельных хвоинок.

Установлено, что у сосны в исследованных пригородных лесах Красноярска содержание пигментов в хвое второго года изменялось в зависимости от условий произрастания (рис. 2). Суммарное содержание зеленых пигментов (хлорофиллы *а* и *б*) было наибольшим в условиях фона (Академгородок) и наименьшим – в зоне непосредственного влияния промышленности города (в Березовском бору). При этом изменялось также и соотношение хлорофиллов, уменьшаясь под действием токсичных аэрозолей (рис. 3). Содержание желтых пигментов (каротиноидов) существенно ниже содержания хлорофилла и также подвержено влиянию загрязнителей (рис. 2). Это может являться результатом ингибирования их синтеза, с одной стороны, и действием высоких концентраций фтористых соединений и тяжелых металлов – с другой. Содержание хлорофилла *а* существенно уменьшалось на загрязнённых участках в сравнении с контролем, тогда как содержание хлорофилла *б* менялось в меньшей степени (рис. 3). Изменение содержания пигментов в хвое сосен приводит к нарушению фотосинтеза и продукционных процессов в целом, что может являться одной из причин уменьшения годичных приростов древесины у сосны из Березовского и Есаульского боров, расположенных в лесостепи [17, 20]. В таежных условиях под влиянием аналогичного токсичного загрязнения изменения пигментного комплекса сосны обыкновенной более выражены и имеют свои особенности [11].

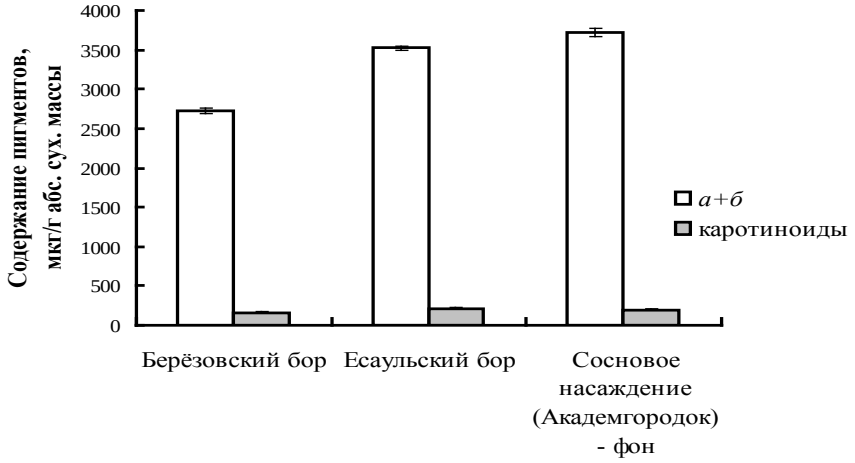


Рис. 2. Изменчивость содержания суммы хлорофиллов и каротиноидов в хвое сосны обыкновенной

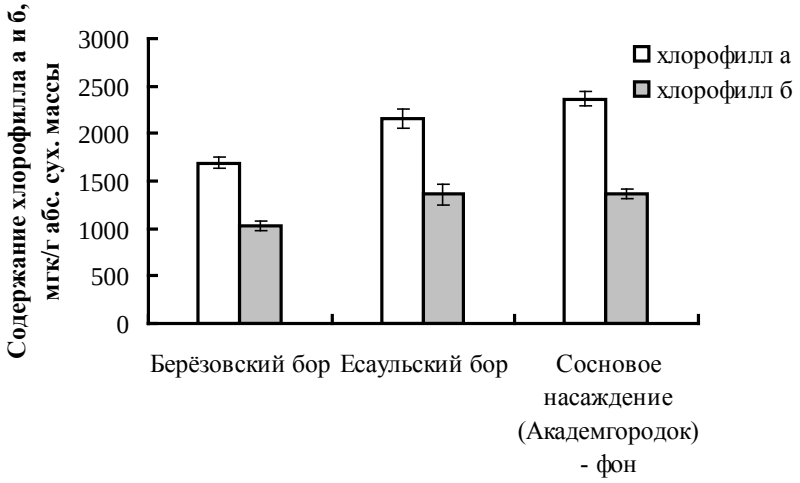


Рис. 3. Изменчивость содержания хлорофилла а и б в хвое сосны обыкновенной

Соотношение хлорофилла *а/б* невысокое (меньше 2) во всех местообитаниях, но в фоновых условиях выше, чем при загрязнении (рис. 4). Соотношение хлорофилл/каротиноиды в целом изменяется незначительно, так как при снижении содержания хлорофилла под влиянием загрязнения снижается и количество

каротиноидов (рис. 2, 4). Уменьшение соотношения пигментов в Берёзовском и Есаульском борах свидетельствует об адаптивных перестройках фотосинтезирующего аппарата сосны.

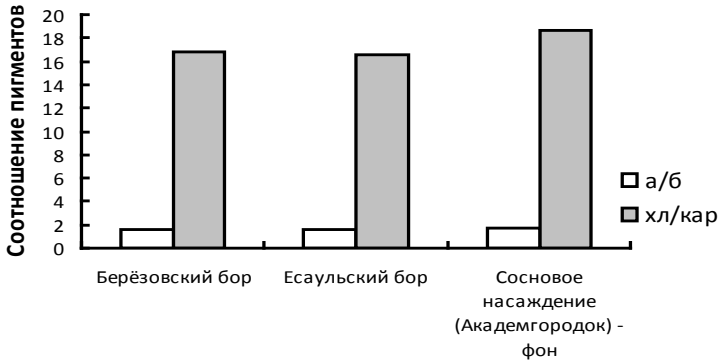


Рис. 4. Изменчивость соотношения хлорофиллов (а/б) и соотношения хлорофилла к каротиноидам (хл/кар.) в хвое сосны обыкновенной

Разная форма и цвет хвои связаны с прямым контактом живых тканей с химическими веществами разного происхождения и механическими ингредиентами (пыль, зола, сажа). Пыль нарушает температурный и водный режим растений, поглощение световой энергии и газообмен [18]. Вещества, входящие в состав техногенных аэрозолей, проникая через устьица, оказывают прямое токсическое воздействие на мезофилл. Вследствие такого взаимодействия происходит нарушение целостности клеток и тканей, что приводит к появлению различных морфологических изменений (хлорозы, некрозы). В данном случае было выявлено, что только в условиях фона отсутствуют хлорозы и некрозы, тогда как в Берёзовском, Есаульском борах на всей исследуемой хвое сосны обыкновенной присутствовали точечные и кончиковые хлорозы и некрозы.

Выводы

В исследуемых нарушенных многолетним техногенным прессом Берёзовском и Есаульском борах, расположенных по направлению господствующих ветров, понижено содержание хлорофилла и каротиноидов в хвое по сравнению с фоновыми условиями. Последнее свидетельствует о том, что в этих насаждениях под воздействием высоких техногенных нагрузок происходят отрицательные изменения на физиологическом уровне.

Данные ФА характеризуют качество среды в районах исследований как крайне неудовлетворительное и подтверждают ранее полученные результаты зонирования пригородной зоны г. Красноярска по дистанционным и наземным данным [18, 23]. Таким образом, выявлены нарушения равновесия на функциональном и структурном уровнях. Экологическое состояние обследованных насаждений можно отнести к начальной стадии антропогенной дигрессии, которая проявляется для сосновых насаждений в возрасте спелости.

Авторы выражают глубокую признательность инженеру отдела физико-химической биологии и биотехнологии древесных растений ИЛ СО РАН М.Н. Антоновой за техническую помощь во время проведения исследований.

Литература

1. *Алексеев В.А.* Атмосферное загрязнение и деградация лесов // Лесной комплекс Сибири. – Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1990. – С. 45–48.
2. *Артамонов В.И.* Растения и чистота природной среды. – М.: Наука, 1986. – 157 с.
3. *Василевская Н.В., Тумарова Ю.М.* Оценка стабильности развития популяций *Pinus sylvestris* L. в условиях аэротехногенного загрязнения //Биогеография Карелии: тр. Карельского научного центра РАН. – Петрозаводск, 2005. – Вып. 7. – С. 21–25.

4. *Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М.* Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание: учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1975. – 392 с.
5. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2010 году». – Красноярск, 2011. – 232 с.
6. *Данилов В.П.* Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества: справочник. – Л., 1990.
7. *Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г.* Здоровье среды: практика оценки. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 320 с.
8. *Кизеев А.Н.* Изменения морфологических и физиолого-биохимических показателей хвои сосны обыкновенной в условиях аэротехногенного загрязнения // Молодой ученый. – 2011. – Т. 1. – № 3. – С. 120–128.
9. *Лакин Г.Ф*. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 293 с.
10. *Мальхотра С.С., Хан А.А.* Биохимическое и физиологическое действие приоритетных загрязняющих веществ. Загрязнение воздуха и жизнь растений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – С. 144–190.
11. *Михайлова Т.А., Бережная Н.С., Игнатьева О.В.* Элементный состав хвои и морфофизиологические параметры сосны обыкновенной в условиях техногенного загрязнения / отв. ред. *А.С. Плешанов*. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2006. – 134 с.
12. *Неверова О.А.* Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды // Биосфера. – 2012. – Т. 4. – № 1. – С. 82–92.
13. *Неверова О.А.* Экологическая оценка состояния древесных растений и загрязнения окружающей среды промышленного города (на примере г. Кемерово): автореф. дис. … д-ра биол. наук. – М., 2004. – 37 с.
14. *Правдин Л.Ф*. Сосна обыкновенная. – М., 1964. – 160 с.
15. *Рожков А.С., Михайлова Т.А.* Действие фторсодержащих эмиссий на хвойные деревья. – Новосибирск: Наука, 1989. – 159 с.
16. *Свалов Н.Н.* Вариационная статистика. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 176 с.
17. Влияние комплекса техногенных и рекреационных нагрузок на развитие тканей ствола сосны обыкновенной в Красноярской лесостепи / *Л.Н. Скрипальщикова, В.В. Стасова, В.Д. Перевозникова* [и др.] // Изв. РАН. – 2009. – № 5. – С. 1–8.
18. Экологический мониторинг техногенных ландшафтов на основе наземных и дистанционных данных /*Л.Н. Скрипальщикова, В.И. Харук, О.Н. Зубарева* [и др.] // География и природные ресурсы. – 2002. – № 3. – С. 31–34.
19. *Соболева О.М., Кондратенко Е.П., Пинчук Л.Г.* Комплексная оценка состояния ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной в г. Новокузнецке // Вестн. Алтай. гос. аграр. ун-та. – 2009. – № 7. – С. 33–36.
20. Строение и развитие проводящих и запасающих тканей в стволах сосны обыкновенной в антропогенно нарушенных экосистемах /*В.В. Стасова, Л.Н. Скрипальщикова, А.И. Татаринцев* [и др.] // Вестн. МГУЛ. – 2009. – № 1. – С. 39–44.
21. *Чередникова Ю.С., Молокова Н.И., Перевозникова В.Д.* Особенности типологической структуры лесов зеленой зоны г. Красноярска // Ботанические исследования в Сибири. – Красноярск, 1999. – С. 176–180.
22. *Чернышенко О.В.* Поглотительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города. – М.: МГУЛ, 2002. – 120 с.
23. Экологическое состояние пригородных лесов Красноярска. – Новосибирск: Гео, 2009. – 179 с.
24. *Ярмишко В.Т*. Особенности роста и формирования наземной фитомассы сосны // Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова. – Л., 1990. – С. 55–64.
25. *Kozlov M.V., Niemela P.* Difference in needle length – a new and objective indicator of pollution impact on Scots pine (*Pinus sylvestris*) // Water, Air and Soil Pollution. – 1999. – Vol. 116. – P. 365–370.
26. *Kozlov M.V., Zvereva E.L., Niemela P*. Shoot fluctuating asymmetry – a new and objective stress index in Norway spruce (*Picea abies*) // Can. J. For. Res. – 2001. – Vol. 31. – P. 1289–1291.
27. Methods in comparative plant ecology. A laboratory manual. Eds. G.A.F. Hendry and L.P. Grime. Chapman and Hall. – 1993. – P. 148–152.
28. *Palmer A.R., Strobeck C*. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns // Ann. Rev. Ecol. Syst. – 1986. – Vol. 17. – P. 391–421.

УДК 502.171. 57.044

Г.А. Сорокина, Е.В. Злобина,
Л.Г. Бондарева, М.А. Субботин

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИСТИИ ТЕЛОРЕЗОВИДНОЙ *(PISTIA STRATIOTES)* И РЯСКИ МАЛОЙ *(LEMNA MINOR)* ДЛЯ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ВОДНОЙ СРЕДЫ

В статье рассмотрены возможности использования пистии телорезовидной (Pistia stratiotes) и ряски малой (Lemna minor) для фиторемедиации водной среды от тяжелых металлов. По выводам авторов, использовать пистию телорезовидную для биоремедиации водной среды целесообразно при концентрации ионов меди от 0,125 мг, ионов цинка от 4 мг, ионов никеля от 5 мг на 1 г веса растения и ниже. В случае с никелем также стоит учитывать гендерную специфику действия этого тяжелого металла на растение.

***Ключевые слова**: пистия телорезовидня (Pistia stratiotes), ряска малая (Lemna minor), фиторемедиация водной среды, тяжелые металлы.*

G.A. Sorokina, Ye.V. Zlobina,
L.G. Bondareva, M.A. Subbotin

THE USE POSSIBILITY ASSESSMENT OF WATER LETTUCE (*PISTIA STRATIOTES*) AND SMALL DUCKWEED (*LEMNA MINOR*) FOR THE AQUATIC ENVIRONMENT PHYTOREMEDIATION

The use possibility of water lettuce (Pistia Stratiotes) and small duckweed (Lemna Minor) for the aquatic environment phytoremediation from heavy metals is considered in the article. According to the authors' conclusions it is reasonable to use water lettuce for aquatic environment bioremediation at the concentration of copper ions from 0,125 mg, zinc ions from 4 mg, nickel ions from 5 mg on 1 g of plant weight and below. In case with nickel the gender action specificity of this heavy metal on the plant should be also taken into consideration.

Key words: water lettuce (Pistia stratiotes), small duckweed (Lemna minor), aquatic environment phytoremediation, heavy metals.

Введение. В настоящее время особое значение приобретает проблема очистки сточных вод и вод естественных и искусственных водоемов от большого количества загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов [1]. Существуют три основных группы методов очистки вод: физические, химические и биологические [2]. Именно последняя группа методов, названная биоремедиацией, в последнее время используется все шире, благодаря относительной дешевизне и простоте выполнения.

Биоремедиация – это одна из способностей природы к самоочищению при воздействии антропогенных загрязнителей. Чаще данный термин используется в значении комплекса методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов – растений, грибов, насекомых, червей и других организмов [3]. В особую группу выделяют очищение вод с помощью зеленых растений – фиторемедиацию, так как высшие растения, в отличие от микроорганизмов, способны накапливать соли тяжелых металлов, долго оставаясь живыми, при этом легче утилизировать их отмершие остатки с накопленными ядовитыми веществами [4]. В настоящее время уже разработаны и активно применяются на практике методики использования нескольких растений-гидробионтов, но важно расширить перечень используемых растений для очистки водоемов, в том числе и от тяжелых металлов [5].

Цель исследований. Изучение способности к фиторемедиации и установление возможности использования пистии телорезовидной (*Pistia stratiotes*), ряски малой (*Lemna minor*) в качестве биосорбента соединений некоторых тяжелых металлов в водной среде.

Объекты и методы исследований. В качестве тест-объекта использовались пистия телорезовидная (*Pistia stratiotes*) и ряска малая (*Lemna minor*). Пистию телорезовидную культивировали на отстоянной водопроводной воде с добавлением среды Штейнберга (2 масс. %) при естественном освещении и комнатной температуре. Ряску малую выращивали при круглосуточном освещении (3500–4000 люкс) и постоянной температуре 22°С, которые обеспечивались климатостатом В2. Средой для культивирования ряски служила чистая среда Штейнберга (100 %).

При изучении адаптации пистии к действию ионов тяжелых металлов в 3 емкости объемом 640 мл к дистиллированной воде добавлялась среда Штейнберга в количестве 2 масс. %. Затем добавляли раствор металла в различных концентрациях в расчете на 1 г веса предварительно взвешенного растения. Для эксперимента отбирались крупные и средние экземпляры с диаметром розетки 6–12 см и массой 4,0–13,0 г. В опытах с медью (соль $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) первоначально использовались концентрации металла – 0,5; 0,25 и

0,125 мг/г сырого веса. После выявления летальности первых двух концентраций для растений в дальнейшем использовались концентрации 0,125; 0,0625 и 0,031 мг/г сырого веса растения. В экспериментах с цинком использовался раствор соли $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ с концентрациями ионов цинка 8, 4 и 2 мг/г веса растения. В исследованиях адаптации пистии к воздействию никеля использовался раствор соли $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ в концентрациях, составлявших 5; 2,5 и 1,25 мг ионов никеля в расчете на 1 г веса растения. Для каждой концентрации металла эксперимент проводился в трех повторностях.

Элементный анализ водной среды проводился в Институте химии и химической технологии СО РАН методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП МС) на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7500a (Agilent Technologies, США). Пробы разбавлялись в 125 раз раствором HNO_3 (0,3 масс. %) в деионизированной воде.

Для экспериментов по фиторемедиации был произведен отбор растений, сходных по морфологическим параметрам (диаметр розетки листьев 2,5–3,6 см, стадия 2–3 листьев, отсутствие ярко выраженных некрозов и хлорозов, в случае с ряской брались здоровые 3-листецовые розетки). Растения по 2 экземпляра помещались в емкости объемом 200 мл с добавленной питательной средой и растворами солей меди, никеля и цинка в концентрациях 5 $ПДК_{вр}$. Для водной среды использовалась вода р. Енисей и дистиллированная вода. Среда и вода смешивались в соотношении, аналогичном соотношению в экспериментах по адаптации растений к внесенным солям тяжелых металлов.

Результаты исследований и их обсуждение. *Медь.* В ходе дальнейших экспериментов проводилось изучение адаптации пистии телорезовидной к действию ионов меди при максимально возможной дозе металла в расчете на вес растения (табл. 1). Заметные морфологические изменения фиксируются уже при концентрациях ионов меди от 0,0625 мг/г веса растения (0,45–0,77 мг/л). При увеличении концентрации ионов металла окраска листовых пластинок меняется с однородно зеленой через желто-зеленую к бурой. Летальной дозой ионов меди для пистии является 0,25 мг/г веса растения (1,83–2,39 мг/л), т.е. 1,8–2,4 $ПДК_в$ [6]. При добавлении меньших концентраций ионов меди растения выживают, со временем восстанавливают тургор оставшихся листовых пластинок, происходит генерация новых листьев и корней, причем довольно активная.

Таблица 1

Морфологические изменения пистии телорезовидной под воздействием ионов меди

Концентрация, мг/г (мг/л)	Время, сут.	Потеря тургора	Некрозы, % от площади листа	Отмирание листьев, % от общего числа	Отмирание корней, % от общего числа	Хлорозы, % от площади листа	Окраска
0,031 (0,250-0,370)	1	-	0-5	0	5-10	0-10	Зеленая
	2	-	0-5	0	5-10	0-10	Зеленая
	6	-	0-5	0; +10*	5-10; +50*	0-5	Зеленая
0,0625 (0,450-0,770)	1	-	15-20	0	30-50	20-30	Зелено-желтая
	2	-	15-20	0-10	60-80	20-40	Зелено-желтая
	6	-	10-20	0-10; +10*	60-80; +20*	20-30	Зелено-желтая
0,125 (0,920-1,520)	1	+	20-30	50-70	40-60	40-60	Зелено-желтая
	2	+	40-50	80	70-90	50-70	Желто-зеленая
	6	-	30-50	80; +10*	100; +10*	50-70	Желто-зеленая
0,250 (1,830-2,390)	1	+	50-60	90-100	90-100	90-100	Желто-зеленая
	2	+	70-80	100	100	100	Бледно-зеленая
	6	+	100	100	100	100	Буро-желтая
0,500 (3,660-6,160)	1	+	100	100	100	100	Бледно-зеленая, с белым мучнистым налетом
	2	+	100	100	100	100	Желтая, с белым мучнистым налетом
	6	+	100	100	100	100	Буро-желтая, с белым мучнистым налетом

** Процент новых генераций корней и листовых пластинок.*

Для растений, подвергшихся воздействию высоких концентраций ионов меди (0,25 мг/г веса растения и выше), характерны бледно-желто-зеленая окраска, которая впоследствии переходит в бурую, бурые пятна и мучнистый налет, некрозы в виде размягчившихся тканей листа. Иногда наблюдаются жилки голубо-зеленого цвета с нижней стороны листа. Максимальный токсический эффект наблюдается через 2–3 сут. после начала эксперимента; через 5–6 сут. начинают появляться новые генерации листьев и корней, новые некрозы не регистрируются.

Гибель взрослых растений наступает при концентрации ионов меди более 1,5 мг/л. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что пистия адаптируется в водоеме с содержанием меди ~ 0,125 мг/г сырого веса растений, при этом наблюдается хорошая способность к накоплению металла растениями и, следовательно, очистки водоема от солей меди.

Цинк. В ходе изучения адаптации пистии телорезовидной к действию ионов цинка (табл. 2) выявлено, что летальной дозой ионов цинка для пистии является 8 мг/г веса растения.

Таблица 2

Морфологические изменения пистии телорезовидной под воздействием ионов цинка

Концентрация, мг/г (мг/л)	Время, сут.	Потеря тургора	Некрозы, % от площади листа	Отмирание листьев, % от общего числа	Отмирание корней, % от общего числа	Хлорозы, % от площади листа	Окраска
2,00 (16,25-21,56)	1	-	0-20	0-10	5-10	0-30	Зеленая
	2	-	5-40	0-30	5-30	10-40	Зелено-желтая
	6	-	10-40	0-30	10-30; +5*	10-40	Зелено-желтая
4,00 (28,13-45,63)	1	-	30-50	30-50	30-50	50-60	Желто-зеленая
	2	+	60-70	60-70	50-80	60-70	Желто-зеленая, с бурыми пятнами
	6	+	60-80	60-70	60-80	60-80	Желто-зеленая, с бурыми пятнами
8,00 (57,50-92,50)	1	+	60-80	90-100	90-100	90-100	Желто-зеленая
	2	+	90-100	100	100	90-100	Желто-зеленая, с бурыми пятнами
	6	+	100	100	100	100	Желто-зеленая, с бурыми пятнами

**Процент новых генераций корней и листовых пластинок.*

Для растений характерна бурая окраска, некрозы в виде сухих участков тканей листа, хорошо заметные волоски на поверхности листа, потеря несмачиваемости листовых пластинок. При меньших концентрациях растения выживают, со временем восстанавливают тургор оставшихся листовых пластинок, происходит генерация новых листьев и корней, причем довольно активная.

Использовать взрослые экземпляры пистии телорезовидной для очистки воды от соединений цинка целесообразно при концентрации ионов цинка от 4 мг/г и ниже (45 мг/л), что является 45-кратным превышением $ПДК_в$ [6] для этого металла.

Никель. В ходе изучения устойчивости пистии телорезовидной к действию ионов никеля превышение ПДК Ni^{2+} (для питьевой воды 0,02 мг/л [6]) составило до 950, 450 и 130 раз соответственно (табл. 3). Основной токсический эффект никеля проявляется в первые 2–3 сут. после помещения растений в раствор соли металла. При воздействии ионов никеля в концентрации 5 мг/г растения приобретают бледно-желто-зеленую окраску, выражен межжилковый хлороз; площадь листовых пластинок, пораженных некрозами, составляет до 15 %.

При уменьшении концентрации никеля токсический эффект становится менее выраженным, окраска листовых пластинок делается более насыщенной, площадь некрозов уменьшается. При концентрации 1,25 мг/г веса растения регистрируемые морфологические показатели практически не отличаются от нормы.

В отличие от других металлов не было зарегистрировано отмирание листьев или корней, но проявилась иная специфическая реакция: наиболее токсичен никель оказался для молодых генераций (новые листья и «детки»), которые при концентрации 5 мг/г погибли, а при 2,5 мг/г выжили, но потеряли тургор. При этом наблюдалась значительная деформация листовых пластинок молодых генераций.

Полученные результаты показывают, что взрослые экземпляры пистии телорезовидной сохраняют жизнеспособность при действии ионов никеля в концентрациях, превышающих ПДК$_в$ [6] в 125 раз. Использование данного растения в целях биоремедиации целесообразно при расчете содержания никеля в воде, подлежащей очистке, от 5 мг/г сырого веса растения и ниже, так как при этом большая часть растений выживет и сохранит способность к выполнению своих функций. Однако при этом стоит учитывать гендерную специфику влияния никеля на растение.

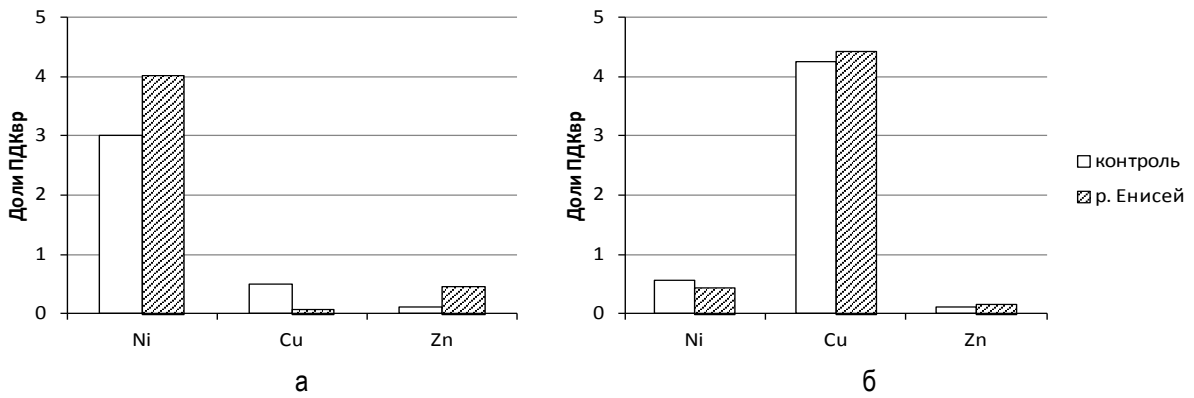
Таблица 3

Морфологические изменения пистии телорезовидной под воздействием ионов никеля

Концентрация, мг/г (мг/л)	Время, сут.	Потеря тургора	Некрозы, % от площади листа	Отмирание листьев, % от общего числа	Отмирание корней, % от общего числа	Хлорозы, % от площади листа	Окраска
1,25 (2,63-3,25)	1	-	0	0	0	0	Зеленая
	2	-	0-5	0	0	0-5	Зеленая
	6	-	0-5	0	0	0-5	Зеленая
2,50 (5,00-9,00)	1	-	0-5	0	0	0-5	Зеленая
	2	-	0-10	0	0	5-10	Желто-зеленая
	6	-	10-15	0	0-5	5-15	Желто-зеленая
5,00 (10,00-19,00)	1	-	0-5	0	0	0-5	Зеленая
	2	-	5-10	0	0	5-15	Бледно-желто-зеленая
	6	+	10-15	0-10	0-5	15-20	Бледно-желто-зеленая

В ходе дальнейших экспериментов изучалась способность пистии телорезовидной и ряски малой к накоплению ионов меди, никеля и цинка, которая определялась по содержанию металлов в водной экспериментальной среде. Пистия телорезовидная наиболее интенсивно поглощает из водной среды медь и цинк, при этом поглощение меди из воды реки Енисей прошло более интенсивно по сравнению с системой с дистиллированной водой (рис., *а*). Остаточное содержание меди, так же как и цинка, меньше ПДК, установленного для рыбохозяйственных водоемов [7].

В случае с никелем в воде осталось значительное количество внесенного металла – 4 ПДК в воде реки Енисей и 3 ПДК в дистиллированной воде. Вероятно, это связано с тем, что молодые экземпляры данного вида растений, обладающие высокой чувствительностью к действию ионов никеля, в ходе опыта быстро погибли.



Доли ПДК$_{вр}$ для никеля, меди и цинка в водной среде после суточной экспозиции в дистиллированной воде и воде р. Енисей с добавлением среды Штейнберга (2 масс. %): а – пистия телорезовидная; б – ряска малая

При изучении способности ряски малой накапливать ионы тяжелых металлов в биомассе было показано, что содержание ионов никеля после суточной экспозиции в дистиллированной воде с концентрацией 0,05 мг/л (5ПДК$_{вр}$) в 388 раз превысило содержание никеля в контрольных экземплярах (рис., *б*). В то время как при экспозиции на воде реки Енисей содержание никеля в биомассе ряски существенно не изменилось. При сравнении морфологических параметров ряски выявлено незначительное воздействие ионов никеля как на дистиллированной воде, так и при экспозиции на воде реки Енисей. Таким образом, ряска малая может хорошо поглощать ионы никеля из водной среды.

При изучении воздействия ионов меди в отличие от воды р. Енисей выявлено влияние на морфологические показатели ряски малой с концентрацией меди 0,005 мг/л. Наблюдалось полное рассоединение розеток на отдельные листецы, опадение корней. Но содержание ионов меди в биомассе ряски при экспозиции на воде реки Енисей было выше более чем в 3 раза по сравнению с экспозицией в дистиллированной воде. Таким образом, накопление меди в ряске малой на природной воде происходит интенсивнее и в меньшей степени оказывает токсическое действие на морфологию растения при суточной экспозиции. Это, вероятно, связано с процессами, обусловленными протеканием процессов маскирования, в результате которых образуются менее токсичные формы соединений меди по сравнению с исходными соединениями.

Токсическое действие цинка (0,05 мг/л) на морфологические параметры ряски в дистиллированной воде проявилось сильнее, чем на воде реки Енисей. При этом содержание цинка в биомассе ряски на природной воде резко снизилось по сравнению с контролем (в 120 раз). То есть наблюдался процесс диффузии исходного содержания цинка из образцов ряски в водную среду.

Выводы

По результатам проведенных экспериментов можно заключить, что пистия телорезовидная хорошо адаптируется в загрязненных медью и никелем водных объектах. При этом использование растений для фиторемедиации эффективно при концентрации ионов меди от 0,125 мг, ионов цинка от 4 мг и ионов никеля от 5 мг на 1 г веса растения и ниже. В случае с никелем стоит учитывать гендерную специфику действия этого тяжелого металла на растение.

Растения пистии телорезовидной и ряски малой интенсивно накапливают тяжелые металлы из водной среды. В целом можно сделать положительное заключение о возможности использования пистии телорезовидной и ряски малой для фиторемедиации водной среды от ионов меди, цинка и никеля.

Литература

1. ISO 8288-1986 Water quality; Determination of cobalt, nickel, copper, zinc, cadmium and lead; Flame atomic absorption spectrometric methods. Publ.date: 01. 01.1986. Geneva: International Organization for Standardization, 1986. – 11 p.
2. *Калыгин В.Г.* Промышленная экология: курс лекций. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 240 с.
3. *Келль Л.С., Середа М.В.* Биологические методы борьбы с цветением воды в биопрудах // Экология производства. – 2010. – № 8. – С. 60–65.
4. *Душенков В., Раскин И.* Фиторемедиация: зеленая революция в экологии // Химия и жизнь – XXI век. – 1999. – № 11/12. – С. 48–49.
5. *Жиров В.К.* О новых исследованиях взаимодействия загрязняющих веществ с макрофитами в связи с изучением их фиторемедиационного потенциала // Вода: технология и экология. – 2009. – № 1. – С. 72–74.
6. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Взамен ГН 2.1.5.585а-96, ГН 2.1.5.689-98, СП 2.1.5.761-99, ГН 2.1.5.963а-00, ГН 2.1.5.1093-02; дата введ. 15.06.2003. – М.: Минздрав Росссии, 2003. – 112 с.
7. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 // Российская газета. – 2010. – № 5125.

УДК 581.524/527:574(571.6) *В.М. Урусов, Л.И. Варченко*

ОБ ЭВОЛЮЦИИ БИОТЫ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ

В статье рассмотрено видообразование и возникновение эндемичных форм ниже видового ранга на российском Дальнем Востоке, связанное с зонами перехода океан-континент, лес-степь, субальпы-горные тундры, в которых химизм воздуха и почвы, солнечная радиация имеют особенности, поощряющие мутагенез. В результате в супралиторальных экосистемах и крупнотравных сообществах эндемов не менее 20 %, в субальпах от 14 %, в смешанных лесах дубравного генезиса 1,5–2 %. Причём часть эндемов супралиторали и ближайшей к ней береговой зоны обладает особенно ценными лекарственными, декоративными и пищевыми свойствами.

***Ключевые слова**: супралитораль, субальпы, эндемизм, возраст эндемов, особый химизм, ионы морского происхождения в воздухе и почве.*

V.M. Urusov, L.I. Varchenko

ABOUT BIOTA EVOLUTION IN THE FAR EAST SEA COASTAL ZONE

The speciation and the emergence of endemic forms below the species rank in the Russian Far East, associated with the transition zones ocean-continent, forest-steppe, sub-Alps-mountain tundra, where the air and soil chemism, solar radiation have peculiarities that encourage mutagenesis are considered in the article. As a result, in supralittoral ecosystems and large grass communities there are endems not less than 20 %, in sub-Alps from 14 %, in mixed oak genesis forests 1,5–2 %. Moreover, the part of endems in the supralittoral and the nearest coastal zone have a particularly valuable medicinal, ornamental and nutritional properties.

Key words: supralittoral, sub-Alps, endemism, endem age, special chemis, ions of marine origin in the air and soil.

Введение. Особый интерес представляет изучение микро- и макроэволюционных процессов на берегах дальневосточных морей с широким разнообразием сосудистых растений, таких, как карликовый вечнозелёный рододендрон родства *Rhododendron sichotense*, эндемичные крупноцветковые тимьяны и эдельвейсы у оз. Ханка, оз. Благодатное в береговой зоне Сихотэ-Алинского государственного заповедника в Приморье, на известняках в бассейне р. Партизанская (район Находки), крупноплодные *Lonicera edulis* ssp. *kamtschatica* на п-ове Большой Нос (охотоморская сторона), у подножия вулкана Атсонупури на о. Итуруп и в северном углу Озерновского залива на северо-востоке Камчатки, крупноплодные формы *Rosa rugosa* на о. Фуругельма (юг Приморья), *Vaccinium yatabei* в пихтарнике-черничнике на южном склоне вулкана Атсонупури на высоте 250–400 м над ур.м. (Итуруп), крупношишечные формы кедрового стланика в Сахалинской и Магаданской областях и др. Это разнообразие перетекает в эндемичные расы (var.), подвиды (ssp.), например, можжевельников [17], и виды (sp.) не только у сосудистых растений. Общеизвестный меланизм у животных тоже выражен именно здесь. Зонирование морского влияния позволило установить сложность и результативность эволюционных преобразований именно в ближайшей к морю первой подзоне [10 и др.]. Во вторую очередь интересны экзотические экосистемы и виды, в особенности макротермные, приуроченные не столько к прибрежной зоне, в которой выделены 3 подзоны, сколько к следующей зоне – береговой, отстоящей от моря на 20–30 и даже 300 км и ограниченной в Приморье ледниковым рубежом океанического влияния (рис. 1). Именно к береговой зоне относятся важнейшие рефугиумы биологического разнообразия (БР) и наиболее богатые локальные флоры.

Первая подзона прибрежной зоны – подзона эдафических, экосистемных и динамических мозаик – наиболее приближена к береговой черте (даже на первые десятки метров) и находится под наиболее сложным влиянием акватории как на микроклимат, эдатопы и экотопы, так и динамику береговой линии и эволюцию биоты.

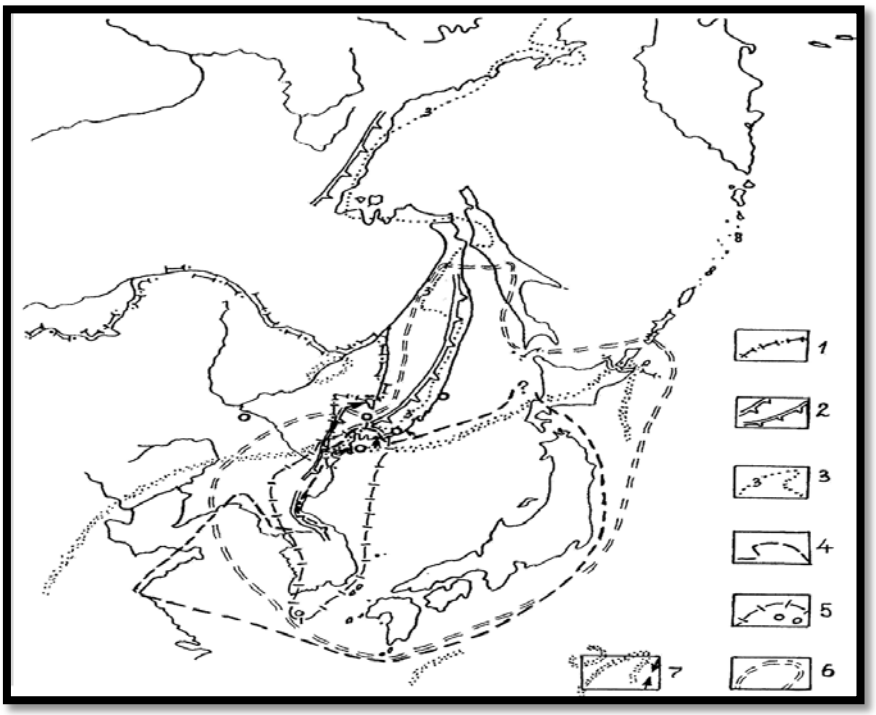


Рис. 1. Океаничность климата и ареалы лесообразователей, тяготеющих к ней. Границы и рубежи: России (1); океанического влияния в ледниковое время (2); коэффициента континентальности климата, равного 3 или меньше [15] (3). Ареалы и изоляты Pinus densiflora (4), Abies holophylla (5), Taxus cuspidata (6), Quercus dentata (7)

Это не только современная полоса заплеска, но и её реликты, отстоящие от сегодняшней береговой черты иногда на 10–40 км, сложившиеся при более высоком (даже на 4 м) стоянии уровня Мирового океана 3,5 тыс. л.н. в суббореале и около 6 тыс. л.н. в атлантике. Экосистемы зоны заплеска в её широком понимании физиономически определяются не только супралиторальными видами, но и видами реликтовых береговых степей и предстепья Дальнего Востока России (ДВР). А поэтому к колосняку, осоке большеголовой, мертензии, хоризису, *Rosa maximowicziana*, *R. rugosa*, *R. rugosa* x *R. davurica*, эндемам супралиторали, включая виды родов *Oxytropis*, *Artemisia*, *Dendranthema*, *Leontopodium*, *Thymus,* добавляются злаково-разнотравно-полынно-тимьяновые фрагменты реликтовых степей, видимо, с *Celastrus orbiculata*, *Fraxinus sieboldiana*, *F. densata*, *F. stenopterus*. И всё же оригинальность биоты 1-й подзоны связана в основном с полосой шириной в 0,5–1,5 км, где и выпадает основная доля хлоридно-натриевых осадков и избирательно отмирает подрост [4, 5].

Цель исследований. Изучение видообразования и возникновения эндемичных форм на Дальнем Востоке.

Материалы и методы исследований. Материалы и методы относятся к сфере генэкологических исследований, выполненных авторами в береговой полосе и отчасти на верхней границе растительности в горах Приморья и Сахалина. Обращено внимание на частоту встречаемости и распределение форм с опушением листьев и побегов, белоцветковых форм на побережье и в высокогорьях. Причём, белоцветковый субальпийский *Rhododendron bobrovii* Д.Л. Врищ [21] выделен из круга близких *Rh. sichotense* рододендронов как раз по массовости его произрастания у верхней границы растительности: если бы это были отдельные образцы на тысячи кустов типичного *Rh. sichotense,* то можно было бы говорить об альбиносной форме. Однако перед нами массовый особенно низкий кустик с белыми цветками, субальпиец, частично поглощённый ценопопуляциями ультрабореального сихотинского рододендрона. Найдены многие критические признаки, разделяющие данные виды.

Ценность биоты 1-й подзоны прибрежной зоны для науки и практики в особых свойствах её таксонов и форм, т.е. полиморфизме, в лабильности, толерантности, урожайности, в возможности привлечь её для изучения микро- и макроэволюционных процессов, гибридизации, установления «адресов» возникновения таксономически ранжируемых новообразований, причём не только эндемичных, но и принадлежащих модифи-

кационной изменчивости давно известных видов. Например, на морской террасе у оз. Благодатное в Тернейском районе Приморья карликовые особи *Rhododendron sichotense* в изобилии, однако особи с таким наследственно закреплённым свойством пока не выявлены – возраст данного конкретного экотопа вряд ли выше первой тысячи лет.

С этой проблемой столкнулись как первоисследователи природно-ресурсного потенциала ДВР, который в те отдалённые времена был гораздо обширней географически, так и непосредственно природопользователи. И проблема не только в прямом влиянии морей, их ледовитости, направлении ветров, горных барьеров на их пути, но и, например, разнообразии эволюционных факторов, определяющих формирование и уцелевание БР, и в хозяйственной отдаче видов и экосистем, необходимых режимах их эксплуатации и охраны. Это относится и к арборифлоре и к флоре конкретных урочищ, и к наземной и морской фауне, и к природопользованию в целых долинах впадающих в море рек, если длина рек до 100 км (Восточное Приморье). Например, экранируемая от выноса воздушных масс с Японского моря средневысокогорным хр. Партизанский долина р. Партизанская, почти перпендикулярная летнему муссону, практически до устья перспективна для сельскохозяйственных культур и садоводства при сдерживающем влиянии наводнений.

Результаты исследований и их обсуждение. И.С. Майоровым с соавторами [10] макрозона берегов юга ДВР рассматривается как экотон прибрежных и береговых акваторий и территорий, в котором достаточно чётко выражено в т.ч. четвертичное видообразование. Причём на суше выделены 2 зоны (прибрежная современных и береговая убежищ БР и, возможно, реликтовых океанических влияний). В прибрежной зоне 3 подзоны – современных влияний моря, узкая; реликтовых влияний моря, связанная с его высоким стоянием в тёплые эпохи голоцена; выноса морских туманов. А береговая зона вбирает в себя убежища макротермных видов [8, 22] и простирается даже до главных рубежей океанического влияния.

В последнем стадиале, ледниковье, этими рубежами были Восточно-Маньчжурские горы, главный водораздел Сихотэ-Алиня и хр. Джугджур. Восточноазиатская флористическая область акад. А.Л. Тахтаджяна скукоживалась, а её северная граница смещалась с 52° с.ш. на юг до 44° (рис. 2). В этом и более раннем погружении суши основная причина широкого распространения совмещённой таёжно-широколиственной растительности в регионе [15, 16].

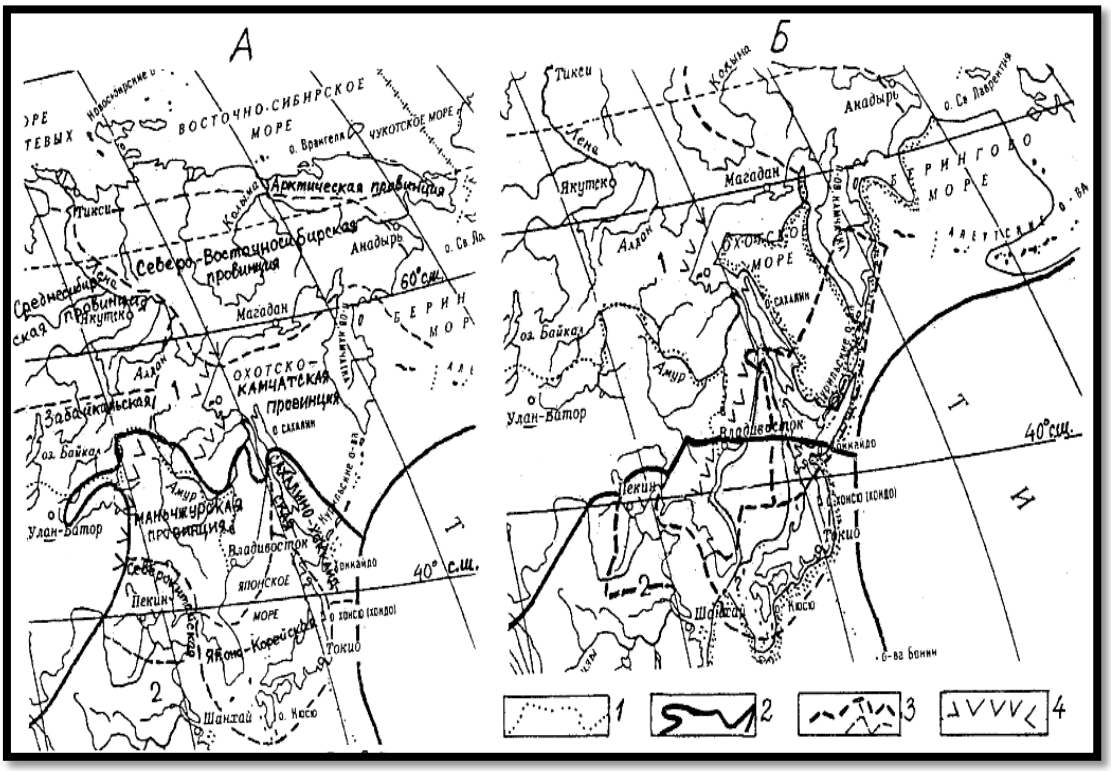


Рис. 2. Современные (а) и позднеплейстоценовые (ледниковые) с учётом регрессии моря и субконтинентализации (б) флористические области, провинции и рубежи океанического влияния. Границы: 1 – России; 2 – флористических областей; 3 – флористических провинций; 4 – рубежи океанического влияния

В текущем межстадиале рубежи (за исключением Джугджура) сместились на запад, к Большому Хингану и Буреинским горам [13 и др.], т.е. в вюрме – 12–16 тыс. л.н. – океаническое влияние в Восточном Сихотэ-Алине распространялось на полосу не шире 100–150 км от современной береговой черты и только на западе Уссурийского, Октябрьского, Пограничного районов Приморья проникало в глубину материка до примерно 200–250 км. С довюрмской полосой океанического влияния в Сихотэ-Алине и Восточно-Маньчжурских горах и сейчас увязаны находки видов сахалинского генезиса, в частности, изолятов пихты сахалинской *Abies* x *sachalinensis*, зонально-ландшафтных сахалинских пихтарников на юго-востоке Хабаровского края [17], макротермных экзотов северокорейских и субтропических восточно-китайских лесов [18, 19].

Эндемиками здесь являются не менее 40 видов сосудистых растений, не менее 25 видов из них эндемичны для Восточного Сихотэ-Алиня [18, с. 32]: *Festuca vorobievii, Silene olgae, Rosa maximowicziana, Potentilla tranzschellii, Oxytropis mandshurica, O. ruthenica, Peucedanum* (*Kitagawia*) *litorale*, несколько видов *Thymus*, возможно, апомиктных по генезису [12], *Anaphalis pterocaulon, Heteropappus saxomarinus, H. villosus, Dendranthema coreanum.* Всего на морских берегах юга ДВР из более чем 200 видов сосудистых растений преимущественно степного и дубравного генезиса, встречающихся в зоне заплеска, облигатными и близкими к ним являются почти 100. Среди них немало полиплоидов [14], которые мы относим к особенно лабильным и вовсе не всегда геологически молодым. Самыми молодыми на супралиторалях ДВР являются *Juniperus conferta* (Сахалин, видимо, сформирован в эоплейстоцене или к рубежу плейстоцена, потому что похолодания позднего плейстоцена позволили ему расселиться по внешней гряде дюн как Западного, так и Восточного Сахалина, вдоль всего побережья Японского моря в Японии и Корее и пройти на берег Жёлтого моря в КНДР) [20, с. 291], *J.* x *coreana* = *J. conferta* x *J. sibirica* (голоценовый гибрид на береговых валах Сахалина и Кореи), *Rosa rugosa* x *R. davurica*, *R. marretii* x *R. davurica* (берега севера Сихотэ-Алиня, голоцен), подвиды можжевельников [17], возраст которых от раннечетвертичного до среднепозднечетвертичного (плейстоценового). Причём если эндемы высокогорий имеют преимущественно меловой и олигоценовый возраст, неоэндемы Камчатки и Курил – эоплейстоценовый, то подвиды современной и реликтовой береговой зоны сформированы около 500–400 тыс. л.н. [15, 16, 17] (рис. 3).

Чаще всего особенно молоды гибриды. Некоторые таксоны обязаны своим происхождением погружению окраины Азии, например, *Dendranthema coreanum*, *Sabina davurica* ssp. *maritima*, может быть, немалое для Северной Пацифики в целом число *Artemisia, Leontopodium, Saussurea*. Погружение в сумме составило 1000–1500 м и завершилось к рубежу плейстоцена [16].

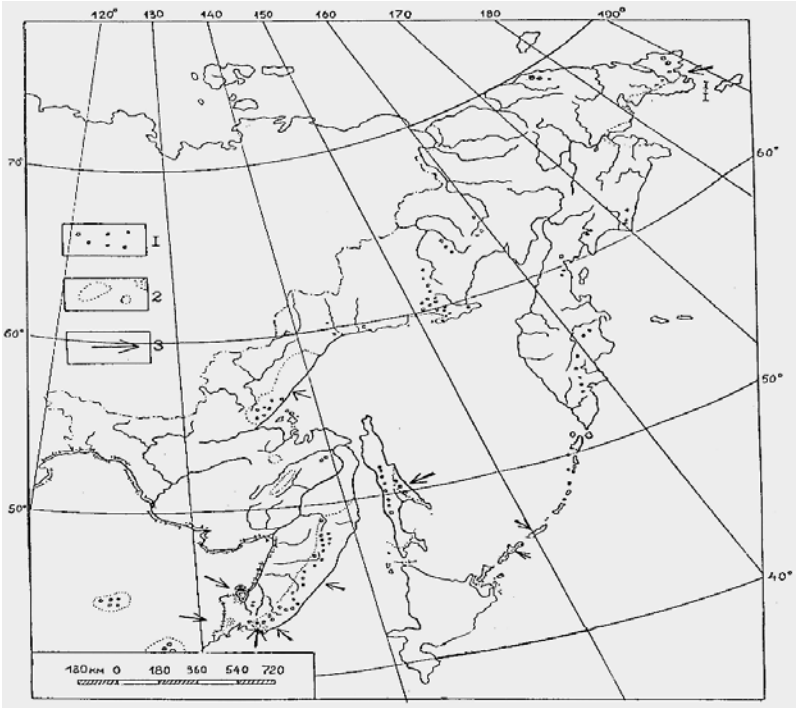


Рис. 3. Основные районы распределения на Дальнем Востоке эндемичных родов (I) и видов (2) сосудистых растений. Зоны, перспективные на открытие новых эндемичных видов (3)

Отметим и вот что: в оказавшихся из-за тектонического погружения у уровня моря популяциях *Sabina sargentii* (юг Сахалина, о-в Кунашир, Итуруп, Монерон (РФ), часть Хоккайдо (Япония)) как бы произошло возвращение к большей требовательности к теплу, а отчасти в ходе эволюции большинством сабин преодолённой однодомности, что позволяет предположить продолжительную дивергенцию береговых и высокогорных популяций данного вида. В этом есть хозяйственный смысл. И по крайней мере для альпинариев средних широт однодомная форма сабины перспективна.

В чём же причина ускоренных мутагенеза и микро- и макроэволюционных процессов именно в этой подзоне береговой зоны? Во-первых, это разнообразие и широчайшая амплитуда климатических факторов; во-вторых, это особый и разнообразный во времени и пространстве химизм воздуха и почвы; в-третьих, радиационный фактор; в-четвёртых, постоянное наличие свободного для поселения новообразований пёстрого по составу и структуре набора эдатопов, сопоставимое с имеющимся на верхней границе леса, где также особенно многочисленны мутации, например, у *Abies sibirica* [6] и почти также выражены свободные участки для поселения новых форм; в-пятых, как и на верхней границе растительности прогорающие участки здесь чередуются с уцелевающими, в той или иной степени изолированными и не преобладают, а сами пожары редки и относительно слабее действуют на биоту (потому что здесь, как правило, меньше сухих растений и ветоши); в-шестых, здесь более высоко разнообразие эдатопов и экотопов; в-седьмых, всегда в наличии разнообразие физических и химических барьеров, изолирующих как экотопы, так и участки берега в некоторой степени аналогично имеющему место на верхнем пределе растительности. Вот почему Д.Л. Врищ [1], описав в своё время как самостоятельный вид *Lilium sachalinensis* с берегов Сахалина и Курил (зона приморских дюн), считает вероятной наследственную закреплённость карликовости у высокогорного изолята *L. pensylvanicum* на горе Снежная в Чугуевском районе Приморья [21, с. 56]. И здесь же удалось найти совсем древний субальпиец *Rhododendron bobrovii* – вечнозелёный карликовый вид с цветочными почками, равномерно распределёнными по всей ветви. Он наследует автохтонный высокогорной флоре той эпохи, когда Сихотэ-Алинь был выше на 1–1,5 км [2].

Теперь мы понимаем, что эндемизм определяется интенсивностью мутагенеза (или частотой мутаций за определённый временной интервал на определённое количество организмов данного вида) и мощностью популяционных волн, реализующихся как во времени, так и в пространстве, например, увеличивая долю новообразований. Если насыщенность эндемичными видами экосистем супралиторали и высокогорий выше в разы общего эндемизма флоры Приморья (около 6 %), то можно говорить о бесспорно лидирующем становлении новых узкоареальных форм как раз в зонах перехода океан-континент и субальпы-высокогорная тундра в том числе и потому, что высокий эндемизм крупнотравной зоны не более чем наложение условий высокогорья на изначально лесную растительность, в силу особых причин сдвинутую в микротермную зону, однако при достаточных влажности и тепле корнеобитаемого слоя почвы зимой [19 и др.].

Итак, на супралиторали новообразования формируются за 300–400 тыс. лет на уровне подвидов и полувидов, за 1 млн лет – молодых видов и хороших гибридных видов. Эндемы крупнотравья Курил и Сахалина, а также Камчатки и Японии, сложились примерно за 2,5 млн лет при единстве суши Азии от Командор до Японии. Иное дело эндемы верхнего предела растительности, возраст которых может быть олигоценовым, а при уцелевании на древнем кольце обрамления Японского моря (*Sabina sargentii*) – меловым. Это эндемы, маркирующие древний периметр конкретных морфоструктур центрального типа – МЦТ [9, 20 и др.]. Они, как правило, старше эндемов отдельных горных стран внутри МЦТ 3-го порядка и характерных преимущественно внутренним зонам МЦТ ландшафтных лесообразователей, к которым на юге ДВР относятся, прежде всего, *Abies holophylla*, *Pinus koraiensis* (низкогорья), *A. nephrolepis*, *Picea komarovii* (среднегорная тайга) (рис. 4–5).

И всё же вполне вероятно, что в зонах перехода главным фактором эволюции является стрессирование физиологии генеративных процессов на уровне ценопопуляций видов в особых, а именно крайних, периферийных условиях среды. Напомним, что «наиболее распространено, вероятно, смещение ниш у относительно генерализованных видов к периферии пространства ресурсов у границ ареала, подтверждением чему служат частые случаи интенсивного формообразования в периферических изолятах» [23, с. 171–172]. А предоставляющие ресурсы для «центробежно направленного действия отбора» [20] зоны не ограничиваются контактом континента и океана: физические (излучения разных типов, понижения и повышения температуры и влажности в т.ч. с высокой скоростью + стрессирование физиологии), физико-химические за счёт действия особых минералов и субстратов, химические (полихлорбифенилы, азотистая кислота и другие канцерогены), биологические, включая вирусы, мутагены действуют очень активно и в высокогорьях и в береговых условиях, к ним приближённых вследствие контакта с надолго замерзающими морями, солоноватыми и пресными обширными водоёмами. Если общий фон мутаций определяется динамизмом солнечной активности и радиации, то учащение мутаций в зонах перехода, таких явлений, как выраженный именно здесь меланизм у животных, стланиковость, сизый налёт, интенсивная опушенность поверхности всех частей организма иногда даже вместе у растений, вызываются другими факторами – химическими мутагенами, стрессируемой физиологией репродуктивного процесса. По крайней мере, планетарной динамикой мутаций и особым разнообразием эдатопов это не объяснить.

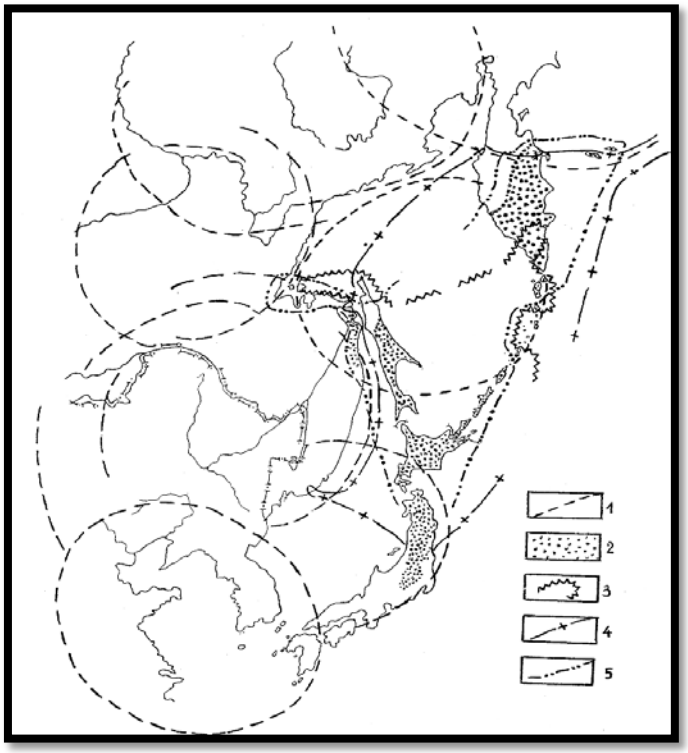


Рис. 4. Крупнотравные сообщества ДВР и ареалы некоторых связанных с ними видов: 1 – контуры основных МЦТ; 2 – зона распространения крупнотравных лугов; 3 – ареалы Lysichiton kamtschatcense; 4 – Filipendula camtschatica; 5 – Heracleum dulce

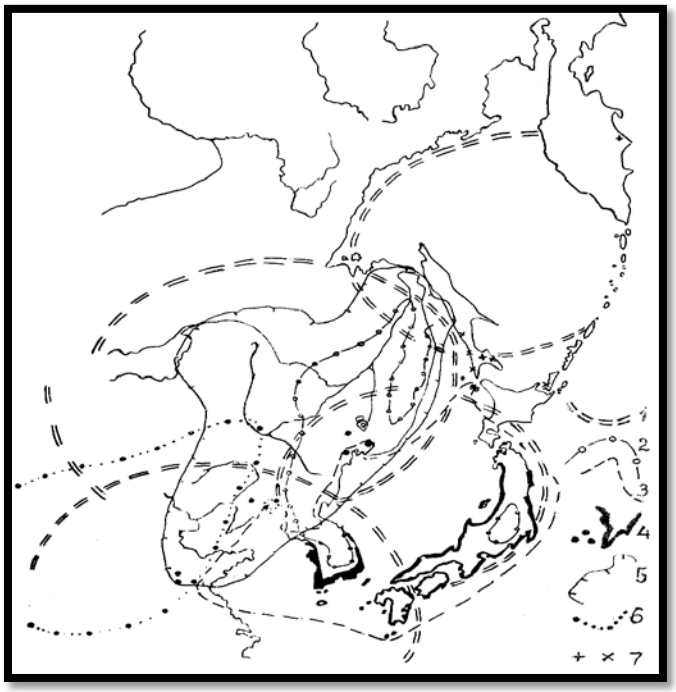


Рис. 5. Морфоструктуры центрального типа способствуют формированию берегового и высокогорного эндемизма в своих пределах, гибридизации в зонах сближения и контактов контуров морфоструктур и выживанию характерных видов БР в их центральных зонах: 1 – контуры МЦТ 3-го порядка А.П. Кулакова; 2 – ареалы и изоляты Pinus koraiensis; 3 – P. Densiflora; 4 – P. Thunbergiana; 5 – Quercus mongolica; 6 – Pinus tabulaeformis; 7 – изоляты Abies gracilis (не путать с A. x sachalinensis) и гибридные популяции Quercus mongolica x Q. crispula

В.Ф. Максимова [11] вслед за А.Н. Качуром [4, 5 и др.] по характеристикам древостоев берегов Среднего Сихотэ-Алиня выделяет прибрежную (0–5 км), переходную (5–25 км), континентальную (25–50 км) зоны. Причём «формообразующее влияние моря на древесную растительность – кустарниковая форма роста установлена для узкой полосы шириной 70–100 м». Ионов морского происхождения – хлора и натрия на удалении 2 км от моря выпадает в 2–8 раз больше, чем в следующей полосе [4, 5 и др.], вызывая снижение продуктивности и жизненности даже у дуба монгольского. Вплоть до отмирания надземной части его возобновления (вот и причина «кустарниковой формы роста» дуба у моря, вернее, одна из причин), а так как подрост других пород хлоридно-натриевые и хлоридно-кальциевые осадки, по крайней мере, в отдельные годы полностью уничтожают, то не обязательно человек является «автором» береговых дубняков. Именно поэтому наиболее крупными вкладчиками в эндемизм флоры ДВР являются даже не высокогорья на верхнем пределе растительности, а берега окраинных морей, а это супралиторально-луговой и отчасти лесной и лугово-пойменный комплексы эндемов А.Е. Кожевникова [7], которые мы бы назвали супралиторально-степными эндемами, а также аркто-монтанный комплекс эндемов этого же автора и комплекс эндемов крупнотравья [18 и др.]. В альпийском поясе средних широт Евразии видообразованию способствует понижение верхнего предела леса в связи с падением тепла или ростом абсолютных высот гор, что и сформировало ,в частности, альпийскую луговую зону и её эндемизм. Но на ДВР похолоданиям позднего плейстоцена предшествовало такое тектоническое погружение суши, что и в стадиалы верхняя граница растительности оставалась прогрессивной. И микроэволюция здесь замедлялась по сравнению с высокогорьями Кавказа, Алтая, Саян. Зато у моря осыхание шельфа в связи с понижением уровня Мирового океана на 120–130 м (вюрм!) обусловило экотон экотопов с новыми микроклиматами, стимулируя адаптивную эволюцию [19].

При общем уровне эндемизма около 6 % (у А.Е. Кожевникова 10,8 %) эндемов супралиторального комплекса и береговых скал около 20 % от общего объёма данного флороценотипа (для гольцев Сихотэ-Алиня И.Б. Вышиным [3] выявлен 14 %-й эндемизм), крупнотравного флороценотипа до 25 % [18, с. 36] при 10 %-м эндемизме флоры крупнотравных лугов, а также 6–10 % эндемов на известняковом хребте Лозовый (древний коралловый риф в Партизанском и Надеждинском административных районах Приморья) и 1–2 % эндемизме в экосистемах чернопихтарников и кедровников ДВР. Следовательно, в занимающих не более чем 1 % суши в зонах перехода мутагенез результативней в разы, а мутации случаются на порядки чаще. Добавим к этому наличие свободных для заселения субстратов.

Выводы

1. Эндемизм сосудистых растений ДВР на супралиторали и в целом в скально-береговой зоне примерно вдвое выше высокогорного и предполагаемого нами для древних известняковых рифов низкогорий, например, известняковых хребтов юга Приморья. Это логично увязать с большим разнообразием биохимических воздействий на генеративную сферу и жёсткостью мутагенеза и популяционных волн именно здесь.

2. Приходится согласиться с выводами ученых Н.С. Пробатовой и В.П. Селедца, что повышенный уровень плоидности является важным, если не важнейшим фактором формирования эндемов в береговой зоне региона и не обязательно молодых эндемов.

3. Высокий (даже высочайший – до 25 %) эндемизм среди сосудистых растений крупнотравного флороценотипа и крупнотравных лугов как особого типа растительного покрова, кроме ДВР свойственный границе леса в некоторых горных странах Азии (от 10 %), доказывает уникальность набора факторов-движителей эволюции, сложившихся к квартеру в пределах крупнотравной области региона.

4. Формирование эндемичных подвидов именно в современных, раннечетвертичных и позднеплейстоценовых экосистемах супралиторали и во вторую очередь на верхнем пределе растительности открывает возможность выявления здесь материала и облегчает построение моделей генерирования перспективных растительных форм и сортов.

5. Совпадающие черты эволюции до уровней подвида и вида микротермных форм, например, у овсяниц, кипарисовых, можжевеловых, тисовых, лилий, клёнов, рододендронов, жимолостей, вейгел, дендрантем, тимьянов ДВР в зонах контакта континент-океан, лес-степь, лес-субальпы подтверждают общность действующих факторов мутагенеза у моря и высоко в горах.

Литература

1. *Врищ Д.Л.* Лилии Дальнего Востока и Сибири. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1972. – 110 с.

2. *Врищ Д.Л.* Виды *Rhododendron* L. в центральной части Сихотэ-Алиня // Современные проблемы дендрологии: мат-лы. междун. конф. – М., 2009. – С. 548–551.
3. *Вышин И.Б.* Сосудистые растения высокогорий Сихотэ-Алиня. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. – 116 с.
4. *Качур А.Н.* Некоторые данные о химическом составе атмосферных осадков Приморской части Среднего Сихотэ-Алиня // Природа и человек. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1973. – С. 149–153.
5. *Качур А.Н.* Некоторые особенности химического состава осадков в связи с техногенезом // Геохимия зоны гипергенезиса и техническая деятельность человека. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 28–48.
6. *Квитко О.В.* Цитогенетическая и кариологическая характеристика пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.): автореф. дис. … канд. биол. наук. – Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 2009. – 19 с.
7. *Кожевников А.Е.* Эндемичный элемент во флоре российского Дальнего Востока // Комаровские чтения БПИ ДВО РАН. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – Вып. 54. – С. 8–81.
8. Красная книга Приморского края. Растения. – Владивосток: Дальпресс, 2008. – 688 с.
9. *Кулаков А.П.* Морфоструктура востока Азии. – М.: Наука, 1986. – 175 с.
10. *Майоров И.С., Урусов В.М., Варченко Л.И.* К уникальности береговых экосистем залива Петра Великого // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 2. – С. 57–66.
11. *Максимова В.Ф.* Фитоиндикация в системе океан-континент // Теоретические и прикладные аспекты биогеографии. – М.: Наука, 1982. – С. 149–162.
12. *Недолужко В.А.* Систематика, география и эволюция деревянистых растений (на примере арборифлоры российского Дальнего Востока): дис. … д-ра биол. наук. – Владивосток: БПИ ДВО РАН, 1995. – 62 с.
13. *Никольская В.В.* Морфоструктура бассейна Амура. – М.: Наука, 1972. – 296 с.
14. *Пробатова Н.С., Селедец В.П., Соколовская А.П.* Галофильные растения морских побережий советского Дальнего Востока: числа хромосом и экология // Комаровские чтения БПИ ДВНЦ АН СССР. – Владивосток, 1984. – Вып. 31. – С. 89–116.
15. *Скрыльник Г.П., Скрыльник Т.А.* Характеристика континентальности Дальнего Востока // География и палеогеография климоморфогенеза. – Владивосток: ТИГ ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 46–51.
16. *Тахтаджян А.Л.* Флористические области Земли. – Л.: Наука, 1978. – 247 с.
17. *Урусов В.М.* Новые внутривидовые таксоны можжевельников из Приморья // Бюл. ГБС АН СССР. – 1981. – Вып. 122. – С. 52–56.
18. *Урусов В.М.* Структура разнообразия и происхождение флоры и растительности Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО РАН, 1993. – 129 с.
19. *Урусов В.М.* География и палеогеография видообразования на Дальнем Востоке (сосудистые растения). – Владивосток: ДВО РАН, 1998. – 167 с.
20. *Урусов В.М., Лобанова И.И., Варченко Л.И.* Хвойные российского Дальнего Востока – ценные объекты изучения, охраны, разведения и использования. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 440 с.
21. Владивосток – юг Приморья: вековая и современная динамика растительности /*В.М. Урусов, Л.И. Варченко, Д.Л. Врищ* [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 420 с.
22. *Урусов В.М., Варченко Л.И.* Южноприморские леса с северокорейскими флористическими элементами: география, происхождение, судьба // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 12. – С. 66–73.
23. *Шенброт Г.И.* Организация сообществ как фактор, определяющий направление и темпы эволюции видов // Макроэволюция: мат-лы 1-й всесоюз. конф. по проблемам эволюции. – М.: Наука, 1984. – С. 170–172.

УДК 581.5

А.Р. Ханчукаев, М.У. Умаров, М.А. Тайсумов,
М.А. Астамирова, Я.С. Усаева, Ш.А. Кушалиева,
Р.А. Идрисова, Х.З. Мантаев

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФЛОРЫ ТЕРСКОГО ХРЕБТА

В статье исследованы таксономические структуры флоры Терского хребта, определен процент участия высших споровых, голосеменных и семенных растений. Выделены крупные семейства и рода.

***Ключевые слова**: флористический спектр, таксономическая структура, космополиты.*

FLORA TAXONOMIC STRUCTURE OF THE TEREK RIDGE

A.R. Khanchukyev, M.U. Umarov, M.A. Taysumov,
M.A. Astamirova, Ya.S. Usayeva, Sh.A. Kushaliyeva,
R.A. Idrisova, H.Z. Mantayev

The flora taxonomic structures of Terek Ridge are defined, the participation percentage of higher spore, gymnosperms and seed plant is determined. Large families and genera are singled out.

Key words: floral range, taxonomic structure, cosmopolitans.

Введение. Одной из важнейших характеристик любой флоры являются ее систематический (таксономический) состав, т.е. принадлежность реальных, существующих в регионе видов растений к тем или иным определенным родам и семействам. Сочетание таксонов в разных флорах позволяет наряду с характеристикой каждой из них в отдельности составить представление о сходстве и различиях между ними [1].

Цель исследований. Изучить таксономическую структуру Терского хребта.

Методика и результаты исследований. Основу флоры Терского хребта составляют покрытосеменные растения. На долю семенных растений приходится 740 видов (98,78 % от общего их числа, среди которых 1 вид (0,13 %) голосеменные, 134 (17,93%) однодольные и 606 (80,85 %) двудольные.

Хвощи и папоротники представлены в небольшом количестве – 8 видов, или 1,07 %. Хвощи, папоротники и голосеменные не играют какой-либо значительной роли в формировании растительного покрова Терского хребта. Основные пропорции флоры и флористический спектр хребта показывают, что данная флора может быть отнесена к умеренным флорам Голарктики.

Голосеменные во флоре Терского хребта представлены лишь одним видом, а однодольные и двудольные почти соответствуют кавказской флоре. Соотношение видов однодольных и двудольных составляет 1:4,5, что свидетельствуют о четкой тенденции возрастания роли двудольных. В соотношении числа родов эта тенденция проявляется еще сильнее (1:6), а числа семейств несколько слабее (1:4,2). Очевидно видовое разнообразие в этих группах может достигаться, главным образом, за счет полиморфизма в отдельных семействах и родах.

Среднее количество видов в семействе во флоре Терского хребта составляет 8,2 (8,0 – однодольных и 8,3 – двудольных). Видового богатства, превышающего средний уровень, достигают лишь 16 семейств, содержащих в сумме 547 видов (73,35 % от всей флоры). На долю остальных 79 семейств приходится 201 вид (26, 9%), из которых 32 семейства представлены одним видом. Ведущие 10 семейств включают 458 видов, т.е. 61 % видов всей флоры хребта (табл. 1).

Таблица 1

Ведущие семейства флоры Терского хребта

Семейство	Число видов	Процент от общего числа видов
1	2	3
Asteraceae	99	13,25
Poaceae	73	9,77
Fabaceae	54	7,22
Brassicaceae	52	6,96

Окончание табл. 1

1	2	3
Lamiaceae	41	5,48
Rosaceae	39	5,22
Caryophyllaceae	27	3,61
Boraginaceae	26	3,24
Apiaceae	24	3,21
Scrophulariaceae	23	3,07
Итого	458	61

Во флоре Европейских стран [2] участие ведущих 10 семейств колеблется в пределах 55–60 %, во флорах Турции – 66 %, во флоре Ирано-Туранской области – 62,71 %. По А.А. Гроссгейму, 10 крупнейших семейств Кавказа составляют 62,1 % от общего числа видов его флоры [3,4].

Таблица 2

Ведущие семейства флоры Кавказа (по А.А. Гроссгейму)

Семейство	Число видов	Процент от общего числа видов
Asteraceae	744	13,4
Rosaceae	542	9,4
Fabaceae	420	7,3
Brassicaceae	323	5,6
Apiaceae	300	5,2
Caryophyllaceae	283	4,9
Liliaceae	258	4,5
Rosaceae	237	4,1
Lamiaceae	232	4,0
Scrophulariaceae	211	3,7

Несколько выше этот показатель (63 %) для флоры Северного Кавказа [5] (табл. 3).

Таблица 3

Ведущие семейства флоры Северного Кавказа [5]

Семейство	Число видов	Процент от общего числа
Asteraceae	572	14,84
Rosaceae	386	10,01
Fabaceae	326	8,46
Brassicaceae	191	4,96
Apiaceae	183	4,75
Rosaceae	180	4,67
Lamiaceae	177	4,59
Scrophulariaceae	161	4,18
Cyperaceae	139	3,61
Ranunculaceae	113	2,93
Итого	2428	63

Для региональных видов флоры Северного Кавказа показатель участия ведущих семейств колеблется в пределах 58–63 %. Как видно, этот показатель малоизменчив, с тенденцией увеличения с запада на

восток, что характеризует северокавказскую флору как переходную от бореальной к дренесредиземноморской.

Порядок расположения семейств в флористическом спектре Терского хребта указывает на присутствие признаков как бореальных, так и древнесредиземноморских флор. Бореальные черты проявляются, прежде всего, в том, что *Poaceae* играет ведущую роль после *Asteraceae* во флоре Северного Кавказа.

Роль семейства *Fabaceae* в наших исследованиях соответствует спектрам флоры Северного Кавказа, где оно, как правило, занимает 3–4 место, причем его роль увеличивается с запада на восток.

Семейство *Brassicaceae* в большинстве древнесредиземноморских флор занимает 3–4 места, в исследуемой территории – 4 место. Как и во северокавказских флорах, его роль возрастает, как правило, с запада на восток.

О древнесредиземноморском влиянии свидетельствует большая роль во флоре Терского хребта семейства *Lamiaceae* – 5 место, во флоре Северного Кавказа – 7 место, Кавказа – 9 место. Роль семейства *Scrophulariaceae* во флоре Терского хребта незначительна – 10 место в спектре. Невелика роль и *Apiaceae* (9 место), так как во флорах Северного Кавказа ему свойственно 5 и 7 место. В северокавказских флорах *Cyperaceae* занимает 9 место, во флоре Терского хребта это семейство не входит в десятку крупнейших и занимает 14 место.

Следовательно, спектр наиболее крупных семейств флоры Терского хребта в общих чертах типичен для северокавказских флор, но обладает рядом особенностей, обусловленных влиянием дренесредиземноморской флоры.

Рассмотрим теперь распространение средних и мелких по обилию видов семейств. Представители *Equisetaceae* распространены, главным образом, в умеренных зонах северного полушария, у нас 3 голарктических вида: *Equisetum arvense L., E. pratense Ehrh, E. ramosissimum Desf.*

Ophioglossaceae очень широко распространено по земному шару, большинство видов тропические. В нашей флоре семейство представлено еврокавказским видом – *Ophioglossum vulgatum L.*

Aspleniaceae также большей частью тропические папоротники, а в исследуемой флоре представлено плюрирегиональным и евро-кавказскими видами (Asplenium trichomanes L., *Phyllitis scolopendrium (L.) Newm.).* Большинство *Salvinia* населяют пресноводные водоемы тропических и субтропических стран, в нашей флоре *Salvinia nutans (L.) All.* плюрирегиональный вид.

Среди видов *Aristolochiaceae* преобладают тропические и субтропические растения, а во флоре Терского хребта семейство представляет *Aristolochia clematites L.* – евро-кавказский вид. Ranunculaceae в нашей флоре включает 21 вид, большинство из которых обитатели умеренных и холодных областей, но с заметным присутствием видов средиземноморской флоры: *Adonis flammea Jacq, Clematis orientalis L., Ranunculus constantinopolitanus (DC.) D. Urv.* Травянистые *Paeonia* занимают большой ареал, охватывающий Средиземноморье, а также умеренные и субтропические районы Азии. Примерами кавказских видов в этом роде могут служить *Paeonia tenuifolia L. и P. biebersteiniana Rupr,* присутствующие во флоре Терского хребта. *Portulacaceae* представлено, главным образом, в теплых и сухих областях, в нашей флоре *Portulaca oleraceae* является общедревнесредиземноморским видом.

Amaranthaceae предпочитают тропические и субтропические области. Род Amaranthus в изучаемой флоре представлен двумя видами: адвентивными (Amaranthus blitoides S. Wats и плюрирегиональными (A. retroflexus L.).

Среди Chenopodiaceae преобладают сорняки-космополиты, предпочитающие в пределах Евразии аридные условия Древнего Средиземья. В семействе заметно влияние ирано-туранской флоры (Anabasis aphylla L., Suaeda confusa Jljin) и средиземноморской (Salsola australis R. Br., Ceratocarpus arenarius L., Kochia prostrata (L.) Schrad.).

В лесных участках изучаемой территории Hamamelidae представлен двумя семействами: Fagaceae и Betulaceae, виды которых играют важную ценообразующую роль в растительном покрове. Буковые имеют широкое распространение: от умеренных до тропических областей обоих полушарий. Березовые – типичные бореальные растения (все умеренные внетропические области Северного полушария). В нашей флоре представлен Quercus robur, а Betula raddeana имеет очень узкий ареал. Ulmaceae и Moraceae распространены, главным образом, как тропические семейства. Во флоре Терского хребта Ulmus laevis является европейским видом, U. minor – палеарктическим, Morus alba L. и M. nigra – адвентивными видами.

Ареалы Violaceae и Malvaceae охватывают все континенты от Арктики до Огненной Земли. Malvaceae у нас представлено 8 видами, среди которых доминируют палеарктические виды.

Большинство Euphorbiaceae сосредоточены в Средиземноморской области. Cucurbitaceae имеют широкую экологическую амплитуду: их можно встретить как во влажнотропических лесах, так и в субтропиче-

ских пустынях. Во флоре Терского хребта семейство представлено палеарктическим видом Bryonia alba L. и средиземноморским Ecballium elaterium (L.) A. Rich. Виды, относящиеся к семействам Primulaceae, Salicaceae, Tiliaceae, приурочены к умеренной зоне северного полушария. Виды семейства Geraniaceae, как и Aceraceae, приурочены преимущественно к областям северного полушария. Polygonaceae и Orchidaceae – космополитные семейства с концентрацией большинства видов в тропиках.

Семейства Rutaceae, Zygophyllaceae, Celastraceae, Viscaceae, Rhamnaceae (некоторые виды доходят до полярного круга) широко распространены в тропиках и субтропиках. Участие их во флоре Терского хребта иллюстрирует субсредиземноморские черты изучаемой флоры.

Виды семейств Liliaceae и Alliaceae, как правило, являются представителями южных умеренных областей (ирано-туранской и средиземноморской).

20 крупнейших родов флоры Терского хребта, на долю которых приходится 145 видов (19,9 % от всей флоры), создают доминирующий облик всего растительного покрова. К числу преимущественно бореальных родов изучаемой флоры могут быть отнесены Trifolium, Carex, Potentilla, Poa, Ranunculus, Geranium, Viola.

В спектрах северокавказских флор *Potenilla* занимает, как правило, 6–7 место, во флоре Терского хребта – 4 место, что свидетельствует о влиянии бореальной флоры, поскольку виды этого рода заселяют умеренные и арктические зоны северного полушария (табл. 4).

Преимущественно кавказскими являются *Astragalus, Ranunculus, Centaurea, Senecio.* Представители рода Astragalus во флорах Северного Кавказа увеличиваются с запада на восток [5], что прослеживается в пределах восточной и центральной частей Терского хребта.

Таблица 4

Крупнейшие роды флоры Терского хребта

№ п/п	Род	Число видов	№ п/п	Род	Число видов
1	*Carex*	11	11	*Viola*	7
2	*Astragalus*	9	12	*Euphorbia*	7
3	*Veronica*	9	13	*Poa*	7
4	*Potentilla*	8	14	*Stipa*	6
5	*Geranium*	8	15	*Lepidium*	6
6	*Vicia*	8	16	*Cirsium*	6
7	*Medicago*	8	17	*Carduus*	6
8	*Senecio*	7	18	*Artemisia*	6
9	*Centaurea*	7	19	*Lathyrus*	6
10	*Ranunculus*	7	20	*Galium*	6

Относительное обилие в изучаемой флоре видов в родах Galium и Medicago и отчасти Centaurea, Trifoliurn, Senecio свидетельствует о влиянии древнесредиземноморских флор. Род Lathyrus населяет умеренные зоны северного полушария (в Евразии обилен в Средиземноморье и Юго-Западной Азии). Его расположение на 19 месте в спектре отражает слабые черты древнесредиземноморского влияния. Из более мелких родов, не вошедших в спектр, средиземноморскими являются Xeranthemum, Alyssum, Siderites, Valerianella, Sternbergia и Chondrilla.

Выводы

1. Основу флоры Терского хребта составляют покрытосеменные растения, на долю которых приходится 740 видов, или 98,78 % от общего числа видов, из которых 1 вид (0,13 %) относится к голосеменным, 134 (17,93) – к однодольным, 606 (80,85 %) – к двудольным. Хвощи и папоротники составляют 8 видов, или 1,07 %.

2. Среднее число видов в семействе в исследуемой флоре составляет 8,2 (8,0 – у однодольных и 8,3 – у двудольных). Видовое богатство, превышающее средний уровень, достигают лишь 16 семейств, содержащих суммарно 547 видов (73,35 % от всей флоры). На долю остальных 79 семейств приходится 201 вид (26,91 %), из которых 32 семейства представлены одним видом. Ведущие 10 семейств включают 458 видов – 61 % от всей флоры хребта.

3. Спектр наиболее крупных семейств флоры Терского хребта в общих чертах типичен для северокавказских флор, но обладает рядом особенностей, обусловленных древнесредиземноморским влиянием.

4. Из 381 родов флоры Терского хребта лишь 20 включают от 6 до 11 видов. Большинство родов объединяют от 2 до 4 видов, 32 рода представлены 1 видом. Состав крупнейших родов флоры хребта под-

черкивает ее принадлежность к бореальной области, что подтверждается и широкой представленностью (как и в большинстве флор Северного Кавказа) таких родов, как Veronica и Carex.

5. Флора Терского хребта является типичной для южной части бореального подцарства и несет в себе черты как бореальных, так и древнесредиземноморских флор. Их участие во флоре, как и в северокавказских флорах, возрастает с востока на запад.

Литература

1. *Толмачев А.И.* Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. – М., 1986. – 200 с.
2. *Камелин Р.В.* Флорогенетический анализ естественной флоры Средней Азии. – Л., 1973. – 260 с.
3. *Гроссгейм А.А.* Анализ флоры Кавказа // Тр. Бот. ин-та. Азерб. фил. АН ССР. – Баку, 1963. – Т. 1. – 260 с.
4. *Гроссгейм А.А.* Очерк растительного покрова Закавказья (Азербайджана, Армении, Грузии). – Тифлис, 1930. – 38 с.
5. *Середин Р.М.* Анализ флоры Северного Кавказа // Региональные флористические исследования: межвуз. сб. науч. тр. – Л., 1987. – С. 5–20.

УДК 630.11

Е.В. Авдеева, В.Ф. Надемянов

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ МЕТОДАМИ ДЕНДРОИНДИКАЦИИ

В статье представлены результаты оценки стабильности развития березы повислой в скверах города Красноярска по двум показателям: коэффициенту асимметрии по пяти параметрам листьев (по методике В.М. Захарова и др.) и величине асимметрии по площади листьев (по методике авторов).

***Ключевые слова**: техногенное воздействие, дендроиндикация, урбанизированная среда, береза повислая.*

Ye.V. Avdeeva, V.F. Nademyanov

THE URBAN ENVIRONMENT CONDITION ASSESSMENT BY DENDROINDICATION METHODS

The results of the drooping birch stability development in the Krasnoyarsk public gardens according to two factors: asymmetry ratio on the leaf five parameters (by the method of V.M. Zakharov, etc.) and the leaf square asymmetry size (by the authors' method) are presented in the article.

Key words: technological impact, dendroindication, urban environment, drooping birch.

Введение. Города с высокоразвитой промышленностью являются крайне неустойчивой экосистемой, в которой природные компоненты утрачивают способность к самовосстановлению под воздействием негативных факторов. Растения в течение всей жизни привязаны к определенной территории и подвержены влиянию почвенной и воздушной сред, поэтому их состояние наиболее полно отражает комплекс стрессовых воздействий. Степень поражения растений дает возможность объективно судить об уровне техногенной нагрузки, то есть осуществлять биоиндикацию среды, одной из составляющей которой является дендроиндикация [1, 2]. К преимуществу данного метода относится достаточно низкая стоимость реализации исследований, высокая скорость получения информации и возможность характеризовать состояние среды за длительный промежуток времени. Важными показателями изменения гомеостаза морфогенетических процессов являются показатели флуктуирующей асимметрии, т.е. ненаправленные различия между правой и левой сторонами различных морфологических структур, в норме обладающие билатеральной симметрией [3].

Цель исследований. Оценка стабильности развития древесных растений в скверах г. Красноярска и разработка рекомендаций по диагностике качества среды методами дендроиндикации.

Исходя из этого, по материалам Красноярского центра по гидрометереологии и мониторингу окружающей среды проведен анализ микроклиматических условий и техногенных нагрузок различных территорий г. Красноярска. Схема расположения постов наблюдения и характеристики территорий представлена на рис. 1.

□ – изучаемые объекты озеленения: △ – посты наблюдения

Рис. 1. Схема размещения объектов исследования и стационарных постов наблюдений в г. Красноярске

Анализ результатов позволил выделить три основные группы территорий по схожести климатических характеристик и техногенных нагрузок: территории в районе метеостанции «Опытное поле» (зелёная зона города), которые достоверно отличаются по климатическим условиям от всех исследуемых участков, расположенных в пределах границ города; территории, расположенные на периферии города (посты в Николаевской слободе и ул. Солнечная); территории, расположенные в жилых массивах и вблизи промышленных предприятий (посты по ул. Сурикова, Матросова, Чайковского, Тельмана) (рис. 1).

Таким образом, анализ микроклиматических условий территории крупного промышленного города, расположенного на стыке восьми типов ландшафтов, показал, что на его территории складываются различные мезоклиматические условия, которые зависят от исходных природных условий и плотности техногенных факторов. Данные обстоятельства легли в основу выбора объектов озеленения для проведения исследований.

На сегодняшний день большой удельный вес в системе озеленения городов занимают скверы. Они значительно видоизменяют городскую среду, усиливают фактор включения в нее природных компонентов, поэтому изучение состояния зеленых насаждений свекров является весьма актуальной задачей.

Объекты и методы исследований. В качестве объекта исследований выбрана береза повислая, так как данный вид в г. Красноярске отвечает всем требованиям, предъявляемым к растениям-биоиндикаторам [1]. Сбор материалов проводился в скверах г. Красноярска, расположенных вблизи стационарных постов наблюдения (рис. 1), что позволяет достоверно оценить уровень влияния техногенных факторов и степень отзывчивости растений на них. Листья с деревьев собирались в начале сентября после завершения их интенсивного роста с укороченных побегов нижней части кроны, с ветвей разно ориентированных по сторонам света. Сбор листьев производился в двух местах каждого сквера: центра сквера и его периферии. Собранный материал был сканирован с разрешением 300 dpi.

На каждом образце проводились замеры пяти параметров с каждой половины листа (рис. 2). Для повышения точности обработка собранного материала проводилась с использованием программ КОМПАС, «Анализ листовых пластин» и MS Excel.

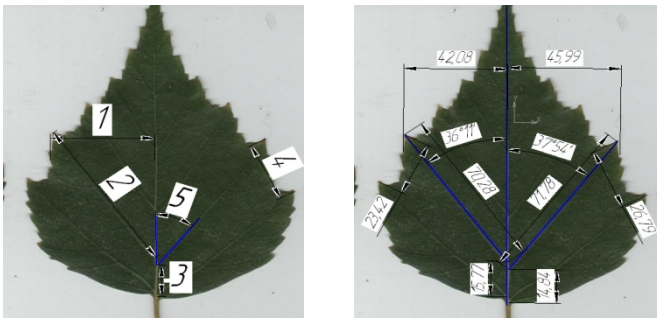


Рис. 2. Параметры измерений листовой пластины березы:
1 – ширина половинки листа; 2 – длина второй жилки второго порядка от основания листа;
3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка

Оценка развития стабильности березы повислой проводилась по двум показателям: коэффициенту асимметрии по пяти параметрам листьев (по методике В.М. Захарова и др.) и величине асимметрии по площади листьев (по методике авторов). В основу методики оценки флуктуирующей асимметрии листовых пластин положена теория «Стабильности развития морфогенетического гомеостаза», разработанная В.М. Захаровым, А.В. Яблоковым и другими в процессе исследований последствий радиоактивного заражения после Чернобыльской аварии. Авторы доказали, что стрессовые воздействия вызывают в живых организмах изменения стабильности развития, которые могут быть оценены по нарушению морфогенетических процессов [3]. Величина асимметричности оценивалась с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия на признак. Оценка флуктуирующей асимметрии листовых пластин березы повислой определялась как отношение разности значений с левой и правой сторон к их сумме. Значение относительного различия между сторонами на признак для каждого листа определялось как среднее арифметическое значение относительных различий между признаками левой и правой сторон. Среднее относительное различие на признак для всей выборки определялось как среднее арифметическое значение относительных различий между сторонами на признак для всего листа. Полученный показатель характеризует степень асимметричности организма, для которого В.М. Захаровым и др. разработана шкала отклонений, в которой значения показателя асимметричности до 0,055 характеризуют состояние среды как условную норму, а значение более 0,7 оценивают ее как критическое состояние среды [4].

Авторами предлагается методика определения состояния среды по асимметрии листовой пластины по площади половинок листовых поверхностей. Для повышения точности и достоверности результатов площадь половинок листа определялась с использованием программы LeafProg «Анализ листовой пластины древесных растений» (рис. 3), разработанной на кафедре технологий и машин природообустройства Сибирского государственного технологического университета (свид. о гос. регистрации № 2009614523) Е.В. Авдеевой, А.А. Карповым с точностью до 1 мм^2.

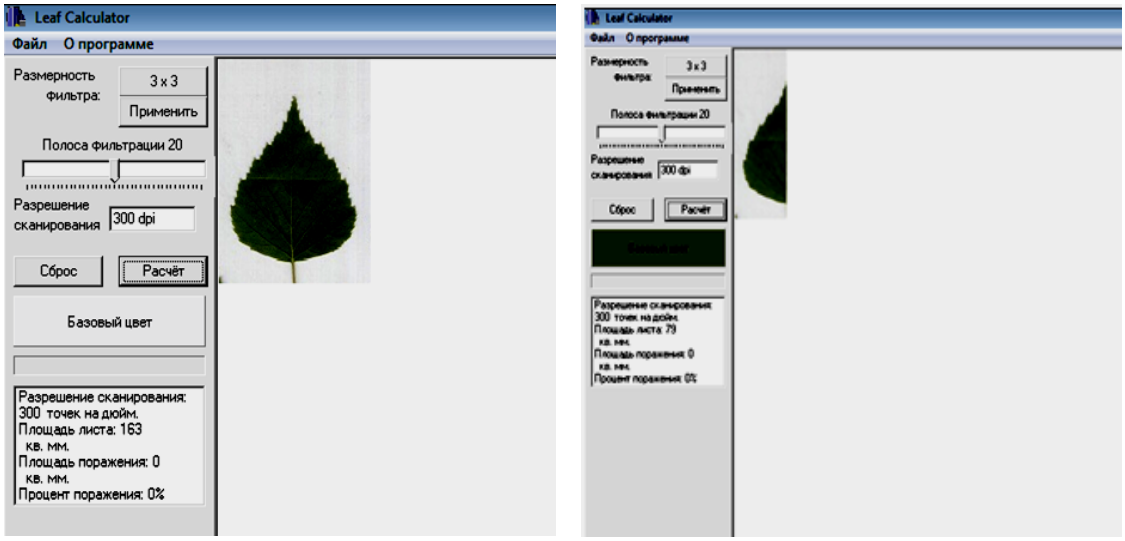


Рис. 3. Определение площади листовой пластины в программе LeafProg «Анализ листовой пластины древесных растений»

Асимметрия листовой пластины по площади определяется как отношение площадей меньшей половины листа к большей. Асимметрия листовых пластин по площади для всей выборки определялась как среднее арифметическое значение.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования показали, что под влиянием техногенных воздействий происходят изменения размеров и величины флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой. Полученные данные, представленные в табл. 1, отражают соответствие уровня загрязнения среды по состоянию асимметрии листовых пластин.

Таблица 1

Статистические параметры исследуемых выборок берёзы повислой в скверах г. Красноярска

Береза повислая								
Пункт наблюдения	Наименование объекта	Объём выборки	-X̄	±m	±σ	V, %	Уровень изменчивости	P, %
Величина коэффициента асимметрии по пяти признакам								
№1 Метеостанция «Опытное поле», Плодово-ягодная станция	Контроль 5 км	50	0,049	0,003	0,021	42,878	Большая	6,064
	Плодово-ягодная станция	50	0,050	0,002	0,017	34,165	Большая	4,832
№21 ул. Тимирязева, 2а "Николаевская слобода"	Сквер «Ботанический»	50	0,062	0,004	0,031	50,412	Большая	7,129
	Сквер «Серебрянный»	100	0,060	0,003	0,028	47,385	Большая	4,739
№3 ул. Сурикова, 54	Сквер В.И. Сурикова	100	0,073	0,003	0,034	47,068	Большая	4,707
№5 ул. Тельмана, 16	Сквер «Космонавтов»	100	0,060	0,003	0,031	52,013	Очень большая	5,201
№7 ул. Матросова, 4	Сквер «Панюковский»	100	0,062	0,004	0,038	61,916	Очень большая	6,192
№8 ул. Кутузова, 92	Сквер «Энтузиастов»	100	0,062	0,004	0,042	67,388	Очень большая	6,739
	Сквер «Семейный»	100	0,067	0,005	0,048	72,708	Очень большая	7,271
№9 ул. Чайковского, 7	Сквер у проходной ХМЗ	50	0,064	0,003	0,018	28,265	Большая	3,997
№20 ул. Солнечная, 8	Сквер «Одесский»	50	0,073	0,005	0,032	44,053	Большая	6,230
Величина асимметрии по площади листьев, %								
№1 Метеостанция «Опытное поле», Плодово-ягодная станция	Контроль 5 км	50	9,400	0,622	4,399	46,793	Большая	6,617
	Плодово-ягодная станция	50	8,460	0,751	5,309	62,752	Очень большая	8,874
№21 ул. Тимирязева, 2а "Николаевская слобода"	Сквер «Ботанический»	50	10,980	0,490	4,901	44,636	Большая	4,464
	Сквер «Серебрянный»	100	10,665	0,755	7,552	70,810	Очень большая	7,081
№3 ул. Сурикова, 54	Сквер В.И. Сурикова	100	13,485	0,811	8,111	60,150	Очень большая	6,015
№5 ул. Тельмана,16	Сквер «Космонавтов»	100	10,190	0,568	5,681	55,748	Очень большая	5,575
№7 ул. Матросова,4	Сквер «Панюковский»	100	10,460	0,719	7,189	68,729	Очень большая	6,873
№8 ул. Кутузова,92	Сквер «Энтузиастов»	100	11,235	0,605	6,053	53,877	Очень большая	5,388
	Сквер «Семейный»	100	12,000	0,770	7,703	64,191	Очень большая	6,419
№9 ул. Чайковского,7	Сквер у проходной ХМЗ	50	11,200	0,370	2,616	23,359	Большая	3,303
№20 ул. Солнечная,8	Сквер «Одесский»	50	12,800	1,112	7,863	61,427	Очень большая	8,687

Проведенные исследования позволили установить величину изменения асимметрии листовых пластин деревьев березы повислой, произрастающих в различных градорастительных условиях г. Красноярска и сопоставить их с уровнем техногенной нагрузки в местах проведения исследований (по данным со стационарных постов наблюдения) (рис. 4).

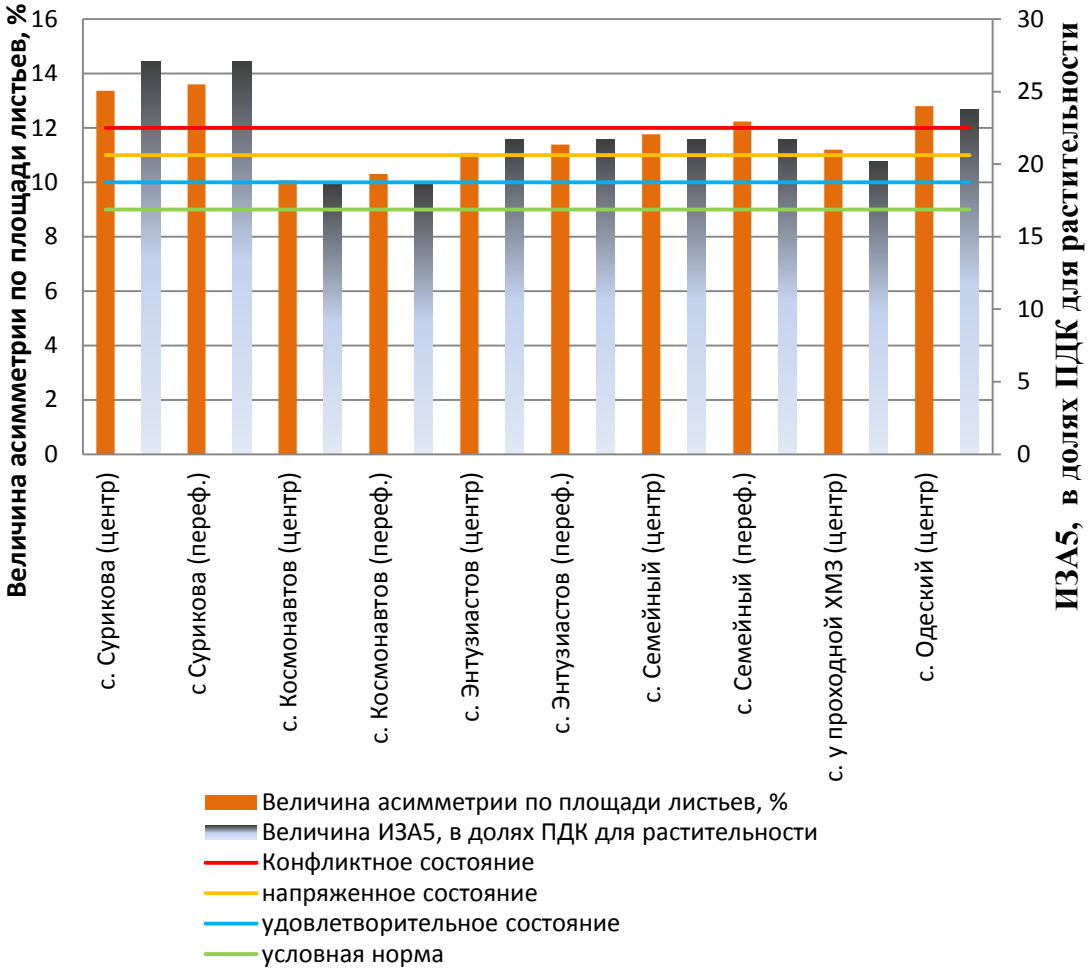


Рис. 4. Соответствие величины асимметрии по площади листьев значению ИЗА$_5$

Наименьший уровень нарушений стабильности развития растений наблюдается на двух контрольных участках в районе Плодово-ягодной станции, где уровень загрязнения атмосферы минимальный. Данные объекты находятся за чертой города, вдали от предприятий и автомагистралей. Величина коэффициента асимметрии по пяти параметрам листьев и величина асимметрии по их площади на данном объекте не превышает условной нормы (табл. 1). Значения показателей асимметричности листовых пластин у березы повислой, произрастающей в скверах «Ботанический», «Серебряный», «Космонавтов», составляет от 0,5 до 0,6, что соответствует удовлетворительному состоянию качества среды. В скверах «Энтузиастов», у проходной ХМЗ и «Панюковский» состояние напряженное, показатели асимметричности листовых пластин от 0,6 до 0,7. Наибольшее снижение стабильности развития растений отмечено в выборках скверов «Семейный», «Одесский» и им. В.И. Сурикова, где уровень качества среды от 0,7 и выше, что характеризуется как конфликтное состояние. Необходимо отметить, что данная тенденция прослеживается как при сравнении коэффициента асимметрии по пяти признакам, так и при сравнении величины асимметрии по площади половинок листа (табл. 1).

Полученные данные соответствуют показателям стационарных постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха. Проведенные исследования позволяют сделать выводы о том, что береза повислая достаточно чутко реагируют на воздействие городской среды, а коэффициенты асимметрии листовых пластин отражают состояние городской среды и условия роста растений. На основании полученных результатов (рис. 1) в соответствии с методикой и данными В.М. Захарова [3, 4] нами разработана шкала оценки состояния среды по значению коэффициента асимметричности по площади листовых пластин (табл. 2).

Таблица 2

Оценка качества среды (по методике авторов)

Значения показателя асимметричности, %	Оценка качества среды
До 9	Условная норма
От 9 до 10	Удовлетворительное состояние
От 10 до 11	Напряженное состояние
От 11 до 12	Конфликтное состояние
Более 12	Критическое состояние

Анализ результатов исследований показал, что как по интегральной величине флуктуирующей асимметрии листовых пластин по пяти признакам, так и величине асимметрии по площади половинок листьев, разница между полученными данными в центре сквера и на периферии является статистически недостоверной, так как $t_ф<t_{табл}$. При вероятности p=0,01 и числам степеней свободы v= 98, $t_{табл}$ =2,63 (табл. 3)

Таблица 3

Оценка достоверности различий величины асимметрии по площади листьев для деревьев березы повислой, произрастающих на периферии и в центре объекта

Расположение на объекте озеленения	Величина асимметрии листовых пластин по площади листьев					$m_{1,2}$	$t_ф$
	n (кол-во листьев)	$\bar{X}$	±m	±σ	X_1-X_2		
Сквер «Серебрянный»							
В центре сквера	50	10,590	2,011	14,217	-	-	-
На периферии	50	10,740	1,258	8,896	-	-	-
	-	-	-	-	-0,150	2,396	-0,063
Сквер им. В.И. Сурикова							
В центре сквера	50	13,370	1,228	8,684	-	-	-
На периферии	50	13,600	1,066	7,538	-	-	-
	-	-	-	-	-0,230	1,643	-0,140
Сквер «Космонавтов»							
В центре сквера	50	10,070	0,767	5,423	-	-	-
На периферии	50	10,310	0,840	5,939	-	-	-
	-	-	-	-	-0,240	1,149	-0,209
Сквер «Панюковский»							
В центре сквера	50	10,440	0,900	6,364	-	-	-
На периферии	50	10,480	1,133	8,014	-	-	-
	-	-	-	-	-0,040	1,462	-0,027
Сквер «Энтузиастов»							
В центре сквера	50	11,080	0,704	4,975	-	-	-
На периферии	50	11,390	1,008	7,131	-	-	-
	-	-	-	-	-0,310	1,242	-0,250
Сквер «Семейный»							
В центре сквера	50	11,760	0,934	6,607	-	-	-
На периферии	50	12,240	1,244	8,798	-	-	-
	-	-	-	-	-0,480	1,572	-0,305

Заключение. На сегодняшний день при сложившейся архитектурно-планировочной структуре скверов ни плотность зеленых насаждений, расположенных по периферии скверов, ни размеры их площадей не способны изменить уровень воздействия техногенных воздействий, что отражается на состоянии листовых пластин березы повислой.

Исследования стабильности развития березы повислой в условиях городской среды позволяют сделать ряд выводов: выявленная зависимость к снижению стабильности развития берёзы повислой адекватна увеличению уровня антропогенной нагрузки; совмещение коэффициентов асимметрии, рассчитанных различными методами, позволили разработать шкалу оценки качества среды по величине асимметрии площади листовых пластин; полученные результаты позволяют определить уровень загрязнения среды по состоянию асимметрии листовых пластин березы повислой.

Таким образом, анализ состояния древесных растений, произрастающих на объектах озеленения города Красноярска, показал, что сложившаяся экологическая ситуация оказывает значительную дополнительную нагрузку на природный комплекс и обуславливает антропогенную модификацию естественных факторов, характерных для данного региона, что сказывается на изменении свойств отдельных биотических компонентов и качестве среды, которые должны рассматриваться и оцениваться с учетом потребностей всех живых организмов.

Литература

1. *Авдеева Е.В.* Рост и индикаторная роль древесных растений в урбанизированной среде: монография. – Красноярск: СибГТУ, 2007. – 382 с.
2. *Авдеева Е.В., Вагнер Е.А., Извеков А.А.* Динамика формирования урбанизированной среды (на примере г. Красноярска) // Системы, методы, технологии. – Братск, 2012. – № 2. – С. 130–138.
3. Здоровье среды: практика оценки / *В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили, С.Г. Дмитриев* [и др.]. – М., 2000. – 320 с.
4. *Захаров В.М.* Здоровье среды: методика оценки. – М., 2000. – 40 с.

АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630.231.582.475

О.П. Ковылина, Н.В. Ковылин, С.А. Терехова, Н.Н. Сычев, А.А. Жихарь

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ (*LARIX SIBIRICA LDB.*) В ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ СТЕПИ

В статье представлены результаты изучения естественного возобновления лиственницы сибирской (Larix sibirica Ldb.) в степных условиях Сибири. Дана характеристика шишек и семян лиственницы сибирской материнского древостоя и подроста. Показано размещение подроста лиственницы сибирской на учетных площадках.

***Ключевые слова**: естественное возобновление, чистые искусственные фитоценозы, лиственница сибирская (Larix sibirica Ldb.), материнский древостой, подрост, степь.*

O.P. Kovylina, N.V. Kovylin, S.A. Terekhova, N.N. Sychev, A.A. Zhikhar

NATURAL REGENERATION OF SIBERIAN LARCH *(LARIX SIBIRICA LDB.)* IN THE STEPPE ARTIFICIAL PHYTOCENOSIS

The research results of Siberian larch (Larix sibirica Ldb.) natural regeneration in the Siberian steppe conditions are presented in the article. The description of Siberian larch cones and seeds of maternal forest stand and undergrowth is given. The Siberian larch undergrowth distribution on the record sites is shown.

Key words: natural regeneration, pure artificial phytocenosis, Siberian larch (Larix sibirica Ldb.), maternal forest stand, undergrowth, steppe.

Введение. Естественное возобновление может служить способом восстановления фитоценозов, созданных искусственным путем с сохранением ими специфических средообразующих и защитных функций. Начало исследований естественного возобновления в лесах Восточной Сибири относится к началу 50-х годов предыдущего столетия сотрудниками Института леса и древесины им. В.Н. Сукачева СО АН СССР, а также других институтов. В первую очередь исследовалось лесовозобновление на сплошных вырубках [5, 9, 13, 14], определялись показатели встречаемости подроста [10], проводилась оценка успешности и качества естественного возобновления [11, 7]. Проводились исследования, связанные с возобновлением древесных и кустарниковых видов в условиях с недостаточным увлажнением, где происходит возобновление в основном вегетативным путем [3, 4, 6, 8]. При этом основное внимание обращалось на оценку общей численности подроста и возможность формирования из него нового поколения леса. Жизнеспособность подроста характеризовалась, как правило, по трем градациям: здоровый, сомнительный и сухой. Основная причина недостаточного возобновления лиственницы сибирской (*Larix sibirica Ldb.*) в степных условиях связана с развитием степных видов трав, сильным задернением почвы и недостаточным количеством осадков. Возобновление на открытых пространствах протекает сложно, появившийся самосев из лиственницы сибирской в последующем в связи с высокой солнечной инсоляцией и недостатком влаги гибнет от засухи. Плохо или совсем не возобновляется лиственница и внутри полосы, где для появления подроста складываются неблагоприятные условия, в том числе развитая корневая система материнского древостоя, степень развития напочвенного покрова и толщина подстилки.

Цель исследований. Оценка возможности естественного возобновления лиственницы сибирской в искусственных фитоценозах степи.

Задачи исследований. Учет естественного возобновления, выявление закономерностей его формирования в межполосном пространстве; изучение динамики энергии прироста по высоте; анализ жизнеспособности и возрастной структуры подроста; исследование процесса дифференциации в возобновлении [2].

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на временных пробных площадях, заложенных в соответствии с требованиями ГОСТ 16483.6-80, ОСТ 56-69-83. Учет естественного возобновления проводился с учетом рекомендаций В.В. Огиевского, А.А. Хирова [12], А.В. Побединского [13], С.В. Белова [2]. К подросту относили деревца в возрасте старше 5 лет, к самосеву до 5 лет, к всходам растения до 1 года, образовавшиеся из семян. На каждой учетной площадке производился перечет с замером высоты подроста, диаметра у корневой шейки, диаметра кроны, прироста за последние 5 лет и определением возраста по мутовкам. Самосев и подрост подразделялся на группы по высоте 0,51–1,0; 1,01–1,5; 1,51–2,0 и более 2,01 м. По состоянию растения подразделяли на категории: благонадежный, сомнительный и усохший подрост. Отнесение подроста к той или иной группе жизнеспособности производилось на основании ряда морфологических признаков (окраска, длина хвои, форма кроны, ее протяжение, компактность). Оценка жизненного состояния ценопопуляций проведена по методике В.А. Алексеева (1989) [1]:

$$C_n = \frac{(100 \times n_1 + 70 \times n_2 + 30 \times n_3)}{N},$$

где C_n – индекс жизненного состояния ценопопуляции;

n_1, n_2, n_3 – число здоровых, сомнительных и усыхающих особей подроста на 1 га соответственно;

N – общее число особей подроста, включая сухой, на 1 га.

При C_n 100–80 % ценопопуляции считаются здоровыми, при 79–50 – ослабленными, при 49–20 – сильно ослабленными, при 19 % и ниже – полностью разрушенными. Данный показатель рассчитывался как для всей популяции, так и по категориям крупности.

Результаты исследований и их обсуждение. Одним из главных видов, используемых в искусственных фитоценозах степи, является лиственница сибирская, которая в биологическом возрасте 28 лет достигает средней высоты 7,2 м, среднего диаметра на высоте 1,3 м – 8,7 см, среднего диаметра кроны – 2,8 м, средней высоты очищения от сучьев – 3,7 м (табл. 1).

Таблица 1

Средние таксационные показатели лиственницы сибирской

Показатель	Ряд				В среднем по участку
	1	2	3	4	
Средняя высота, м	7,1	7,0	7,3	7,2	7,2
Средний диаметр на высоте 1,3 м, см	9,4	8,5	8,9	8,0	8,7
Средний диаметр кроны, м	2,6	2,7	2,7	3,0	2,8
Средняя высота очищения от сучьев, м	2,4	4,0	4,2	4,2	3,7

Учет естественного возобновления в межполосном 20-метровом пространстве показал, что лиственница сибирская уже вступила в стадию семеношения. В ходе проведения исследований отмечено несколько экземпляров подроста, имеющих сформировавшиеся шишки. В результате исследований проведена оценка семеношения материнского древостоя и подроста (табл. 2). Средний балл семеношения материнского древостоя составил 2,5 балла, подроста – 1,5 балла.

Таблица 2

Характеристика шишек и семян лиственницы сибирской материнского древостоя и подроста

Элемент насаждения	Характеристика шишек и семян				
	Масса шишки, г	Фертильность, %	Выход семян, %	Поврежденные семена, %	Масса 1000 шт.
Материнский древостой	2,7	76,2	10,0	17,0	9,2
Подрост	2,0	70,6	9,9	16,2	8,0

Основные характеристики шишек и семян материнского древостоя и подроста близки по показателям (1,0–7,9 %), в наибольшей степени различаются масса шишки и масса 1000 шт. семян (15,0–35,0 %). В искусственных фитоценозах лиственницы техническая всхожесть семян колеблется от 21,1 до 61,5 %, абсолютная всхожесть от 29,9 до 63,8 %, энергия прорастания от 11,7 до 20,5 %. Число здоровых семян изменяется от 14,3 до 50,0 %, пустых – от 4,2 до 21,7 %, поврежденных – от 8,6 до 21,2 %. Таким образом, семена лиственницы, собранные с разных деревьев материнского древостоя, относятся ко II–III классам качества, что позволяет обеспечить достаточное количество всхожих семян для появления естественного возобновления.

С целью выявления взаимного влияния подроста в процессе дифференциации при учете естественного возобновления учитываются особенности его размещения на учетных площадках, где встречается возобновление лиственницы сибирской старших возрастов (рис. 1). Наибольшее число экземпляров имеет высоту от 1,0 до 1,5 м (34 %). Встречаемость составляет 14,6 %.

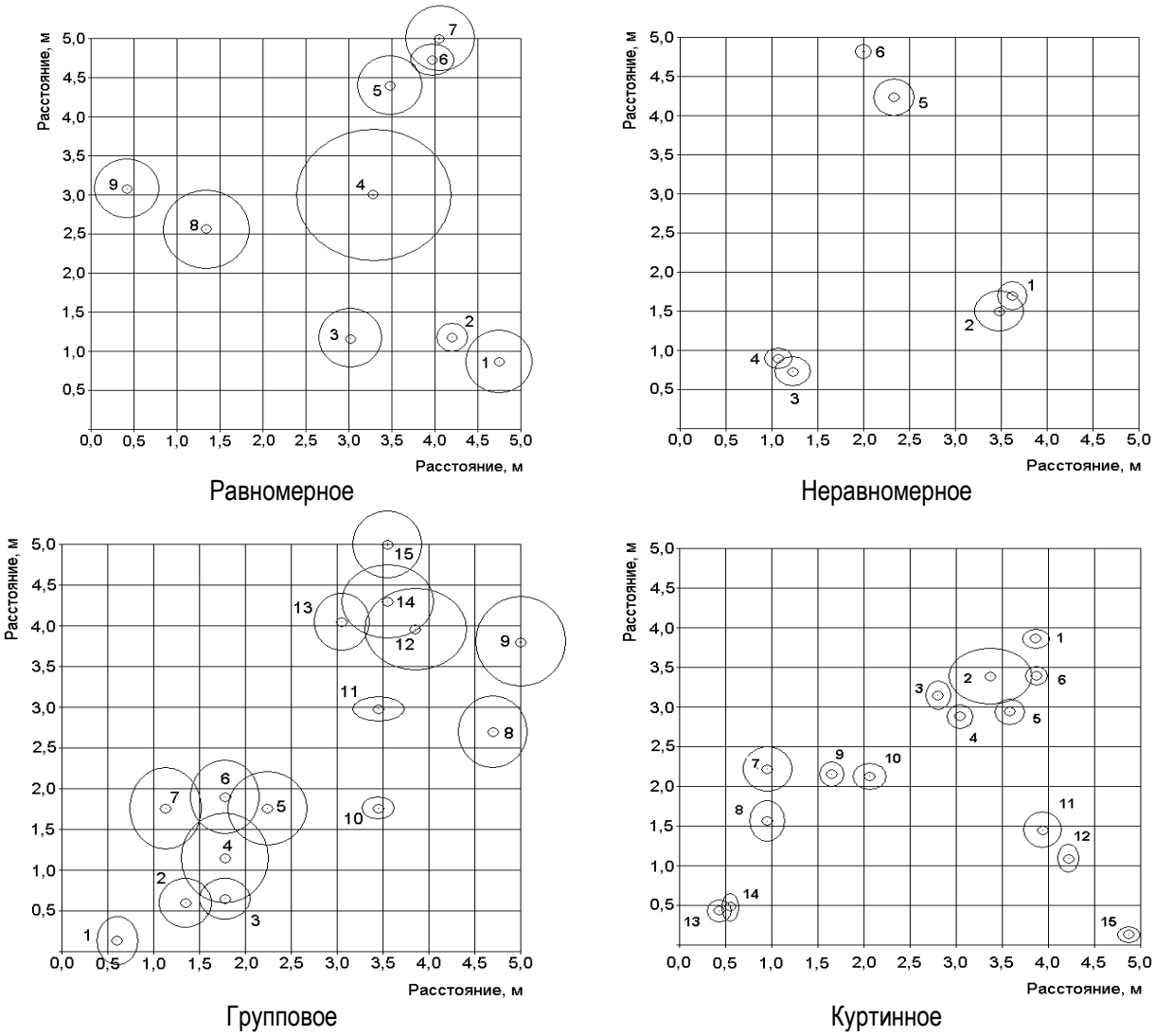


Рис. 1. Размещение подроста лиственницы сибирской на учетных площадках

В межполосном пространстве, в котором подрост отличается большим возрастным диапазоном и испытывает влияние различных экологических факторов, важно установить динамику энергии прироста его по высоте (табл. 3). Полученные данные по всем высотным группам позволяют проследить динамику энергии роста по высоте подроста с увеличением его возраста. Указанная динамика в определенной степени характеризует процесс дифференциации подроста.

Таблица 3

Средний и текущий прирост естественного возобновления лиственницы сибирской по группам высот

Группа высот	Прирост, см					
	средний			текущий		
	X_{max}	X_{min}	$\overline{X}$	X_{max}	X_{min}	$\overline{X}$
0,51-1,0 м	18,0	11,5	15,5	49,0	22,0	31,7
1,01-1,5 м	28,2	16,4	22,6	69,0	27,5	46,0
1,51-2,0	34,7	23,0	29,8	80,0	15,0	49,5
Более 2,01 м	46,8	29,6	38,0	93,0	44,0	68,8

Энергия прироста по высоте рассчитывалась по формуле Пресслера и выражается в процентах [14]. Так, в группе высот от 0,5 до 1,0 м энергия прироста составляет 16,8 %, в группе от 1,01 до 1,50 м возрастает до 21,9 %, наибольшая энергия прироста наблюдается в группе от 1,51 до 2,0 м и составляет 25,2 %, затем при высоте более 2,0 м вновь снижается до 16,9 %. Наибольшая высота подроста на учетных площадках 2,0 м, наименьшая – 0,58 м. Наибольший возраст подроста 15 лет. Часть подроста имеет поврежденный центральный побег. Изучение динамики прироста подроста за 5 лет показало, что наибольший прирост наблюдается во влажный год, наименьший в засушливый по всем группам высот подроста (рис. 2).

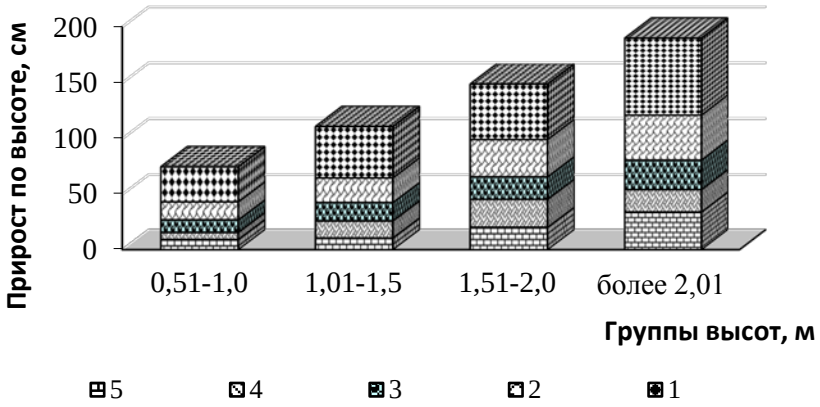


Рис. 2. Динамика прироста подроста лиственницы сибирской за 5 лет, см

Распределение естественного возобновления лиственницы сибирской в межполосном пространстве по группам высот показало, что наибольший коэффициент варьирования наблюдается в группе высот 1,01–1,50 м (табл. 4). Средний и текущий приросты закономерно увеличиваются по группам высот.

Таблица 4

Характеристика подроста по группам высот, м (на 1 га)

Группа высот, м	Средний показатель			
	$\frac{\text{шт.}}{\%}$	Средний возраст, лет	V, %	Текущий прирост по высоте, см
0,51-1,00	$\frac{200}{13,6}$	8,2	14,3	31,7
1,01-1,50	$\frac{500}{34,2}$	10,3	14,5	46,0
1,51-2,00	$\frac{467}{31,8}$	11,9	12,3	49,5
> 2,00	$\frac{300}{20,4}$	13,1	12,9	68,8
Всего подроста, $\frac{шт.}{\%}$	$\frac{1467}{100}$	10,9	19,5	49,0

Заключение. Процесс естественного возобновления является начальным этапом формирования древостоя. Он отражает репродуктивную способность ценопопуляции лиственницы сибирской, степень адаптации биоценоза к экотопу, стабильность экосистемы, а также динамику численности популяции в конкретных условиях местообитания. В связи с этим естественное возобновление лиственницы сибирской можно считать биологической предпосылкой длительного существования искусственных лесных экосистем этого вида в степных условиях Сибири. Изучение показателя жизненного состояния популяций подроста лиственницы по категориям крупности позволило сделать следующие выводы: более здоровой является популяция крупного подроста, что подтверждается началом семеношения этой категории подроста (балл семеношения подроста изменяется от 1 до 2 баллов). Отмечено, что процесс естественного возобновления закономерно связан как с семеношением деревьев в фитоценозе, образованием шишек, созреванием семян в урожайные годы и качеством семян, так и с задернением почвы, высокими температурами на поверхности почвы, недостатком влаги в течение вегетационного периода. На учетных площадках наблюдается как равномерное, групповое и куртинное, так и неравномерное размещение подроста. Оценка жизненности состояния подроста показала, что 88 % относится к категории здорового подроста. Сравнение количественных показателей естественного возобновления лиственницы сибирской позволяет выявить закономерности его формирования в межполосном пространстве искусственных фитоценозов, динамику энергии прироста по высоте, жизнеспособность и возрастную структуру подроста, исследовать процесс дифференциации в возобновлении лиственницы сибирской, выявить адаптивную способность этого вида к условиям степи.

Литература

1. *Алексеев В.А.* Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
2. *Белов С.В.* Применение методов математической статистики при учете естественного возобновления // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. – 1973. – Вып. 2. – С. 3–11.
3. *Беспалова А.Е.* Возобновление древесных и кустарниковых пород в защитных насаждениях полупустыни // Лесное хоз-во. – 1978. – № 9. – С. 51–54.
4. *Бондаренко Н.Я.* О возобновлении сосны обыкновенной в сухой степи // Лесное хоз-во. – 1978. – № 10. – С. 35–37.
5. Естественное возобновление хвойных в Западной Сибири // Тр. по лесному хозяйству Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. – Вып. 7. – 185 с.
6. *Зевина А.И.* Особенности порослевого возобновления полезащитных лесных полос в сухой степи Западной Сибири // Современные вопросы полезащитного лесоразведения. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1988. – Вып. 3. – С. 177–181.
7. *Злобин Ю.А.* Оценка качества подроста древесных растений // Лесоведение. – 1970. – № 3. – С. 96–101.
8. *Ивлев Н.И.* Естественное возобновление степных насаждений Заволжья // Лесное хоз-во. – 1960. – № 10. – С. 13–15.
9. *Лащинский Н.Н.* Структура и динамика сосновых лесов Нижнего Приангарья. – Новосибирск: Наука, 1981. – 272 с.
10. *Мартынов А.Н.* О методике определения показателя встречаемости подроста // Лесное хозяйство. – 1984. – № 11. – С. 29–31.
11. *Мартынов А.Н.* Оценка успешности естественного возобновления ели // Лесное хозяйство. – 1991. – № 10. – С. 21–23.
12. *Огиевский В.В., Хиров А.А.* Обследование и исследование лесных культур. – М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 52 с.
13. *Побединский А.В.* Изучение лесовосстановительных процессов. – М.: Наука, 1966. – 63 с.
14. Учет естественного возобновления в различных категориях разновозрастных ельников. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1978. – 38 с.

УДК 630.2 (571.63)

А.И. Кудинов, Е.М. Огородников

О РАЗВИТИИ ШИРОКОЛИСТВЕННО-ХВОЙНОГО УЧАСТКА ЛЕСА С ДОМИНИРОВАНИЕМ ЕЛИ В ЗАПОВЕДНИКЕ «УССУРИЙСКИЙ» ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ

В статье рассматриваются результаты наблюдений за развитием многопородного широколиственно-хвойного участка леса с господством Picea ajanensis в Уссурийском заповеднике. Сделано заключение, что его естественное развитие без воздействия внешних «толчков», стимулирующих активное возобновление хвойных пород, неизбежно приведет к образованию фитоценоза с доминированием широколиственных видов.

***Ключевые слова**: широколиственно-хвойный лес, динамика древостоя, смена пород, Уссурийский заповедник.*

A.I. Kudinov, E.M. Ogorodnikov

ABOUT THE DEVELOPMENT OF DECIDUOUS- CONIFEROUS FOREST PLOT WITH FIR DOMINANCE IN THE “USSURIYSKIY” NATURAL RESERVE OF SOUTHERN PRIMORYE

The observation results on the development of multi-species deciduous- coniferous forest plot with the fir (Picea ajanensis) dominance in the “Ussuriyskiy” natural reserve are considered in the article. The conclusion is made that its natural development without external «impact» influence, that stimulate active coniferous species regeneration, will inevitably lead to the formation of phytocenosis with deciduous sort dominance.

Key words: deciduous-coniferous forest, forest stand dynamics, species change, “Ussuriyskiy” natural reserve.

Введение. В Уссурийском заповеднике сохраняются коренные широколиственно-хвойные леса с преобладанием ели аянской, не затронутые рубками и пожарами в последнее столетие. В их составе участвуют свыше 20 древесных видов. Основными лесообразователями наряду с елью являются кедр корейский, пихта (цельнолистная и белокорая), липа (амурская и Таке), береза ребристая, дуб монгольский, ясень маньчжурский, которые в зависимости от местопроизрастаний на разных этапах развития лесной растительности способны образовывать древостои со своим господством. Естественное развитие таких лесов изучалось только на единственной постоянной пробной площади [1, 2]. Полученных сведений явно недостаточно, чтобы делать существенные выводы о механизме динамических трансформаций в подобных сообществах. Нами в течение 20 лет проводился мониторинг динамики широколиственно-хвойного участка леса с преобладанием ели на другом постоянном объекте. В статье приведены итоги этих наблюдений.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований располагались в Комаровском лесничестве в верховье ключа Кабаньего на платообразном водоразделе. Высота около 350 м над ур. м. Температурный режим местоположения умеренно теплый. Почва бурая горно-лесная, каменистая, глубиной до 60 см, режим увлажнения относительно стабильный. Микрорельеф выражен многочисленными вывальными почвенными комплексами разной давности.

На пробной площади 18-1990 (0,5 га) в 1990 г. произведен перечет пронумерованных стволов по 4 см ступеням толщины, замерены высоты деревьев в количестве, необходимом для определения разряда для входа в объёмные таблицы [3], примерно определен возраст деревьев по табличным данным [4] и особям, срубленным на лесосеках. На 4 площадках 10х10 м каждая, заложенных по углам пробы, учтен жизнеспособный подрост всех пород по категориям крупности – мелкий до 50 см, средний до 150 см, крупный от 150 см толщиной до 6 см. Визуально описаны подлесок и травяной покров.

В 1990 г. в древостое учтено 22 породы: ель аянская *Picea ajanensis Fisch. ex. Carr.* – **Еа,** кедр корейский *Pinus koraiensis Sieb. Et Zucc.* – **К**, пихта цельнолистная *Abies holophylla Maxim.* – **Пц**, пихта белокорая *Abies holophylla Maxim.* – **Пб**, липа амурская *Tilia amurensis Rupr.* – **Лп**, береза желтая *Betula costata Trautv.* – **Бж**, дуб монгольский *Quercus mongolica Fiseh. ex. Ledeb.* – **Д**, ильм лопастной *Ulmus Laciniata (Trautv.) Mayr.* – **Ил**, ясень маньчжурский *Fraxinus mandshurica Rupr.* – **Ям**, ясень носолистный *Fraxinus Rhynchophylla Hance* – **Ян**, диморфант семилопастной *Kalopanax septemlobus (Thunb.) Koidz.* – **Дм**, бархат амурский *Phellodendron amurense Rupr.* – **Бх,** орех маньчжурский *Juglans mandshurica Maxim.* – **Ор**, мелкоплодник ольхолистный *Micromeles alnifolia (Sieb. et Zucc.) C. Koch* – **Мк**, вишня Максимовича *Cerasus maximowiczii (Rupr.) Kom.* – **Вш**,

клен мелколистный Acer. *mono Maxim.* – **Км**, клен маньчжурский *A. Mandshuricum* – **Кмж**, клен ложнозибольдов *A. pseudosieboldianum (Pax) Kom.* – **Клз**, клен зеленокорый *A. tegmentosum Maxim.* – **Кз**, клен желтый х *A. ukurunduense Trautv. Et Mey.* – **Кж**, граб сердцелистный *Carpinus cordata Blume* – **Г**, сирень амурская *Ligustrina amurensis Rupr* – **Ср**.

Древостой вертикально сомкнут, условно разделен на три полога (табл. 1). В господствующий включены стволы высотой 24 м и выше (ступени толщины 44 см и больше)..

Таблица 1

Численность стволов в пологах по годам наблюдений (данные на 1 га), шт.

Полог	Порода											
	Еа	К	Пц	Пб	Лп	Бж	Д	Ил	Ям	Ян	Дм	Бх
Учет 1990 г.												
I	18	14	-	-	2	-	-	6	-	-	-	-
II	86	22	-	90	2	26	2	2	-	2	-	-
III	54	14	4	34	12	2	-	8	4	2	4	6
Всего	158	50	4	124	16	28	2	16	4	4	4	6
Учет 2008 г.												
I	24	16	-	-	2	-	-	6	-	-	-	-
II	66	18	-	54	-	28	2	2	-	4	4	4
III	6	8	-	14	10	-	-	-	-	-	-	2
Всего	96	42	-	68	12	28	2	8	-	4	4	6
Учет 2011 г.												
I	24	16	-	-	2	-	-	6	-	-	-	-
II	58	18	-	50	-	28	2	2	-	4	4	4
III	4	8	-	10	10	-	-	-	-	-	-	2
Всего	86	42	-	60	12	28	2	8	-	4	4	6

Полог	Порода										Всего
	Ор	Мк	Вш	Км	Кмж	Клз	Кз	Кж	Г	Ср	
Учет 1990 г.											
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
II	6	2	20	18	2	8	-	-	-	-	288
III	-	6	28	2	34	34	4	62	110	8	432
Всего	6	8	48	20	36	42	4	62	110	8	760
Учет 2008 г.											
I	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
II	2	2	20	20	4	10	-	-	-	-	240
III	-	4	8	-	22	28	2	12	98	2	216
Всего	4	6	28	20	26	38	2	12	98	2	506
Учет 2011 г.											
I	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
II	2	2	14	16	4	10	-	-	-	-	218
III	-	4	8	-	22	26	2	12	90	2	200
Всего	4	6	22	16	26	36	2	12	90	2	468

Это особи, уцелевшие во время давних разрушительных стихий. Возраст ели 160–220 лет, кедра – 200–320, липы – 190, березы – 200, дуба – 230 лет. Согосподствующий полог представлен особями хвойных

и лиственных пород посткатастрофических поколений высотой свыше 16 м (ступени толщина 24 см и больше). Возраст их до 160 лет. Подчинённый полог образует тонкомер хвойных и лиственных видов высотой от 7 до 16 м в возрасте 40–150 лет. Численность стволов в верхнем пологе немногим более 5 % от общей. Основные лесообразователи, входящие в первые два полога, выглядели вполне здоровыми. У пихты белокорой больных стволов оказалось 4,9 %, а у кедра – 4 %. Запас стволовой древесины вычислялся по Справочнику таксатора [3]: ели, кедра, пихты, дуба, липы по 3 разряду высот; ильма, бархата, ясеня – по 2 разряду, а у пород, на которые объемные таблицы в данном справочнике отсутствовали, запас находили по таблицам для клена мелколистного.

В естественном возобновлении участвовали почти все виды, отмеченные в древостое. Располагался подрост неравномерно. Численность мелких особей не превышала 5 тыс. экз. га$^{-1}$, средних – 2, крупных – около 0,5 тыс. экз.· га$^{-1}$. Преобладали виды, формирующие подчиненный полог древостоя, максимальная высота которых достигает 16–18 м. Хвойные встречались редко. Весь подрост выглядел угнетенным.

В составе негустого подлеска отмечено 8 видов без явного преобладания одного из них. Кустарники располагались небольшими смешанными, реже чистыми группами и одиночно. Высота особей не превышала 5 м и определялась их видовой принадлежностью и возрастом. Наиболее крупным был клен бородчатонервный *Acer barbinerve*. Проективное покрытие почвы примерно 30 %. Изредка встречались плодоносящие особи трех видов лиан из рода *Actinidiaceae* и винограда амурского *Vitis amurensis.*

В травяном покрове более 40 видов, обычных для широколиственно-хвойных лесов с преобладанием не только ели, но и других пород, занимающих местопроизрастания, сходные с описываемым [5]. Покров мозаичный, в куртинах преобладали виды разных экологических групп, но в целом они характеризуют относительно богатую почву со стабильным режимом увлажнения. Общее проективное покрытие почвы до 80 %.

Участок леса мы относим к влажному крупнотравно-папоротниковому разнокустарниковому кленово-грабовому широколиственно-кедрово-еловому типу леса с липой, березой желтой и ясенем маньчжурским.

Изменения в сообществе с 1990 по 2011 г. Динамика численности стволов в пологах и в целом в древостое приведена в табл. 1, из которой следует, что видовой состав первого полога пополнился орехом. Количество стволов в нем увеличилось на 25 % от учтенных в 1990 г. По отношению к общей численности древостоя оно составило 10,7 % против 5,3 % от начальной. Пополнение шло за счет хвойных пород. Общая численность стволов во втором пологе уменьшилась на 24,3 %. Это произошло вследствие отпада и перехода части особей в господствующую часть древостоя. В третьем пологе число видов сократилось с 20 до 13. Из него выпали пихта цельнолистная, ясень маньчжурский, орех и другие. Число стволов уменьшилось на 53,7 %. Общая численность особей всего древостоя снизилась на 38,4 %.

В насаждении отмечены погибшие деревья в виде сухостоя, вывала и слома (табл. 2). Усыхание происходило по причине окончания особями жизненного цикла или же от повреждений, наносимых падающими стволами. Вывалы и сломы явились результатом ветровала, ветролома, снеговала и снеголома. В первом пологе отпало 22 ствола с объемом древесины 35,8 м^3 (47,2 %). Потери второго полога составили 44 ствола с объемом 23,6 м^3 (31,1 %), преобладала пихта белокорая. В третьем пологе отпало 224 особи с объемом 16,5 м^3 (21,8 %). В целом средний ежегодный отпад деревьев на 1 га составлял 13,8 особей с объемом 3,61 м^3. Обновления древостоя не наблюдалось.

К 2011 г. физическое состояние основных лесообразователей существенно ухудшилось. У ели больных деревьев оказалось 13,6 %, пихты белокорой – 32,3, кедра и липы – по 14,3, березы желтой – 35, 7 %. В подчиненной части древостоя граб, вишня и другие породы в ступенях толщины 20–28 см в большинстве также оказались пораженными стволовыми и напёнными гнилями.

Таблица 2

Отпад стволов с 1990 по 2011 г. (данные на 1 га)

Порода	Ступени толщины												Σ	
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	60	шт.	м^3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Еа	22	16	10	14	6	2	-	-	-	-	-	-	70	7,4
К	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8	7,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Пц	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,0
Пб	8	14	-	2	2	10	4	2	8	4	8	-	62	41,4
Лп	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,0
Ил	2	4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	8	2,2
Ям	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,1
Ор	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,3
Мк	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	1,1
Вш	-	8	4	6	6	2							26	5,6
Км	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	1,1
Кмж	6	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	12	1,0
Клз	6	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0,7
Кз	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,1
Кж	16	22	10	-	2	-	-	-	-	-	-	-	50	3,5
Г	8	6	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	20	1,7
Ср	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,2
Σ, шт.	88	84	26	26	18	18	4	4	8	4	8	2	290	73,4

Изменение других таксационных показателей древостоя отражено в табл. 3. Из нее следует, что средний диаметр ели увеличился на 10,4 см, а всех пород – на 5,6 см. В большей мере это обусловлено отпадом мелких особей и отсутствием врастания новых. Средняя высота елового древостоя увеличилась на 3 м, а всех пород – на 1 м. Сумма площадей сечений ели осталась практически на одном уровне, а древостоя снизилась на 3 $м^3 \cdot га^{-1}$, полнота уменьшилась с 0,91 до 0,81. Полнота была вычислена по стандартной таблице сумм площадей сечений [4], исходя из средних высот ели по годам наблюдений. Прирост запаса стволовой древесины составил всего лишь 12 $м^3 \cdot га^{-1}$, а общий (отпад + чистый прирост) оказался равным 83,4 $м^3 \cdot га^{-1}$ (среднегодовой – 3,97 $м^3 \cdot га^{-1}$). В связи с изменением запаса древесины у лесообразователей состав древостоя претерпел некоторую перегруппировку, особенно это коснулось пихты белокорой, коэффициент участия которой снизился с 19,6 до 12,6 %.

В естественном возобновлении древесных пород заметных качественных изменений не произошло. При последнем учёте в подросте по-прежнему превалируют мелкие особи, в средней категории их в 2,4 раза меньше, а крупных экземпляров всего около 400 шт. $га^{-1}$. Хвойных особей немного, более многочисленны клены (табл. 4). Подрост размещен группами и одиночно, сильно угнетен.

Таблица 3

Динамика основных таксационных показателей древостоя * по годам учёта (данные на 1 га)

Полог	Состав древостоя по запасу стволовой древесины, %	N, шт.		$D_{1,3}$, см		H, м		G, $м^2$		M, $м^3$	
		Еа	Всех	Еа	Всех	Еа	Всех	Еа	Всех	Еа	Всех
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Учет 1990 г.											
I	47,3К 40,9Еа 6,8Лп 5,0Ил	18	40	53,6	58,1	26	26	4,06	10,61	49,5	120,9
II	32,4Пб 26,8Еа 16,6Бж 7,0К 7,0Км 3,3Вш 2,5Д 1,7Лп 5,2Пр	86	288	28,7	30,9	20	20	5,57	21,61	56,4	210,6
III	26,8Г 13,1Кж 11,2Еа 8,4Вш 7,9Пб 7,7Клз 7,2Кж 3,5Бх 2,4К 11,8Пр	54	432	11,2	12,3	11	11	0,54	5,10	3,2	28,5
Всего	30,3Еа 20,2К 19,6Пб 9,7Бж 4,2Км 3,4Лп 2,6Вш 2,2Ил 2,1Г 5,7Пр	158	760	28,6	25,0	20	17	10,17	37,32	109,1	360,0

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Учет 2008 г.											
I	45,8Еа 42,7К 5,5Лп 5,0Ил 1,0Ор	24	50	54,4	57,5	27	27	5,57	12,96	68,3	149,1
II	28,4Еа 23,7Пб 21,4Бж 8,2Км 7,3К 3,5Вш 2,8Д 4,7Пр	66	240	31,7	32,1	21	20	5,22	19,36	54,8	192,5
III	42,5Г 11,8 Клз 8,8Кмж 8,4Пб 6,1Лп 5,2Вш 3,0Кж 2,7Кз 2,4К 6,4Пр	6	216	10,8	13,4	11	12	0,06	3,04	0,3	16,9
Всего	34,4Еа 21,8К 13,1Пб 11,1Бж 4,4Км 2,6Лп 2,3Ил 2,1Вш 2,1Г 6,1Пр	96	506	37,9	29,8	23	18	10,85	35,36	123,4	358,5
Учет 2011 г.											
I	44,3Еа 43,6К 5,5Лп 5,4Ил 1,2Ор	24	50	53,8	57,7	26	26	5,45	13,08	66,6	150,2
II	27,5Еа 23,4Пб 23,1Бж 7,8К 7,4Км 2,9Д 2,8Вш 5,1Пр	58	218	32,4	32,7	21	21	4,78	18,32	50,4	183,4
III	43,6Г 12,9Клз 9,1Кмж 7,6Пб 6,4Лп 5,4Вш 4,0Кж 2,8Кз 2,5К 5,7Пр	4	200	10,2	13,6	11	11	0,03	2,90	0,2	16,4
Всего	33,5Еа 23,0К 12,6Пб 12,1Бж 3,9Км 2,6Лп 2,5Ил 2,0Г 1,7Вш 6,1Пр	86	468	39,0	30,6	23	18	10,26	34,30	117,2	350,0

** $D_{1,3}$ – средний диаметр; H – средняя высота; G – абсолютная полнота; M – запас стволовой древесины.*

Таблица 4

Количество подроста в 2012 г. (данные на 1 га)

Порода	Высотная категория						Всего	%
	Мелкий	%	Средний	%	Крупный	%		
Еа	-	-	-	-	25	6,7	25	0,4
К	50	1,4	25	1,6	-	-	75	1,3
Пц	50	1,4	-	-	-	-	50	0,9
Пб	25	0,7	-	-	25	6,7	50	0,9
Лп	25	0,7	-	-	-	-	25	0,4
Д	575	15,7	-	-	-	-	575	10,4
Ям	25	0,7	50	3,2	-	-	75	1,3
Бж	400	11,0	25	1,6	-	-	425	7,6
Ил	550	15,1	25	1,6	-	-	575	10,3
Дм	25	0,7	-	-	-	-	25	0,4
Мк	75	2,1	-	-	-	-	75	1,4
Вш	575	15,7	125	8,1	25	6,7	725	13,0
Км	675	18,4	125	8,1	-	-	800	14,3
Кмж	300	8,2	975	62,9	225	60,0	1500	26,9
Клз	25	0,7	25	1,6	25	6,7	75	1,4
Г	275	7,5	175	11,3	50	13,2	500	9,1
Всего	3650	100	1550	100	375	100	5575	100

Результаты исследований и их обсуждение. Наблюдаемое сообщество, по-видимому, возникло на месте коренного широколиственно-хвойного леса с преобладанием кедра, древостой которого был разрушен внешними силами до потери им эдификаторной роли в первой четверти XIX века. Об этом свидетельствуют очень старые ветровально-почвенные комплексы и немногочисленные оставшиеся крупные старовозрастные стволы кедра, ели, липы, дуба и сформировавшийся относительно одновозрастный древостой согосподствующего полога с доминированием ели и пихты белокорой. Подтверждением этому служит также сходный состав дендрофлоры, сопредельного коренного леса с господством кедра. Вполне вероятно, что при

наличии большого количества вывально-почвенных комплексов, валежа широколиственных и хвойных пород с быстроразлагающейся древесиной почвенная и в целом фитоценотическая среда оказалась весьма благоприятной для возобновления ели и пихты белокорой. В результате восстановительной смены эти породы получили преимущество в древостое нового поколения и удерживают его уже в течение многих десятилетий. При других обстоятельствах на данном месте господствующими видами могли бы оказаться кедр и пихта цельнолистная, а в подчиненной части в большинстве случаев – клены и граб [6, 7 и др.].

В рассматриваемом местопроизрастании способность породы удерживать господство на занимаемой территории определяется, прежде всего, продолжительностью жизни её особей, количеством производимых семян, теневыносливостью и активностью возобновления под пологом леса. Кедр уступает ели и пихтам по большинству указанных признаков, но превосходит их по продолжительности жизни. Из хвойных самый короткий жизненный цикл у пихты белокорой, а из широколиственных видов подчиненной части древостоя – у клена желтого и вишни.

Как показали наблюдения 1990 г., деревья кедра первого полога в большинстве находились на стадии спелости, а у остальных видов – на стадии перестойности. Особи пихты белокорой с 2000 г. массово усыхают во всех пологах. У ели этот процесс в значительной мере затронул только тонкомерную часть. Особи березы и липы, имея довольно высокий возраст, сохраняют жизнестойкость. В подчиненном пологе интенсивно идет распад древостоя клена желтого и вишни, существенно сокращается численность других видов кленов и граба; хвойный тонкомер имеет высокий возраст, сильно угнетен, его жизнеспособность сомнительна.

Общая численность подроста достаточно высокая, но основных хвойных и лиственных лесообразователей в нём мало, особенно это касается их средней и крупной высотных категорий. Отпад стволов улучшил световую обстановку под пологом леса, в связи с чем в ближайшие годы можно ожидать активное врастание в древостой кленов и граба из крупного подроста и заполнение их кронами образовавшихся просветов.

Заключение. На участке леса наблюдалось ухудшение физического состояния особей основных лесообразователей, интенсивное отмирание ели и пихты белокорой, отсутствие омолаживания древостоя, прирост запаса не компенсировал отпад древесины, вялотекущее возобновление основных хвойных и лиственных лесообразователей. Дальнейшее естественное развитие сообщества без воздействия внешних «толчков», стимулирующих активное возобновление хвойных пород, неизбежно приведет к преобразованию его в широколиственный лес с участием хвойных видов.

Литература

1. *Моисеенко С.Н.* К вопросу о ходе роста и строении елово-широколиственных лесов Приморского края // Сб. тр. ДальНИИЛХ. – Хабаровск, 1962. – Вып. 4. – С. 179–187.
2. *Захаров С.М.* Строение и возрастная динамика кедрово-елово-широколиственных лесов // Леса и лесообразовательный процесс в лесах Дальнего Востока: мат-лы междунар. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения Б.П. Колесникова. – Владивосток, 1999. – С. 30–31.
3. Справочник таксатора. – Хабаровск, 1955. – 133 с.
4. Справочник таксатора для таксации лесов Дальнего Востока. – Хабаровск, 1990. – 526 с.
5. Леса заповедника «Уссурийский» (мониторинг динамики) / *Ю.И. Манько, А.И. Кудинов, Г.А. Глад*кова [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 224 с.
6. *Кудинов А.И.* Широколиственно-кедровые леса Южного Приморья и их динамика. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 369 с.
7. *Кудинов А.И.* Динамика производных фитоценозов на юге Приморского края. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – 140 с.

УДК 630.575.174.5+582.475.4+581.48

Р.С. Хамитов

ВЛИЯНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА СТРУКТУРУ ПОПУЛЯЦИЙ КЕДРА СИБИРСКОГО ПО ФОРМЕ СЕМЕННОЙ ЧЕШУИ

В статье проанализирована фенетическая структура интродукционных и естественных популяций по типу апофиза семенной чешуи. Выявлено высокое формовое разнообразие интродукционного насаждения. Предположено, что это проявляющееся в фенотипе разнообразие обусловлено дрейфом генов и эффектом основателя. Рекомендовано использование семенного материала этой популяции для репродукции.

***Ключевые слова**: кедр сибирский, интродукция, фенетический анализ, формовое разнообразие, шишки, тип апофиза.*

R.S. Khamitov

GEOGRAPHICAL ISOLATION INFLUENCE ON THE STRUCTURE OF SIBERIAN CEDAR POPULATIONS ON THE SEED SCALE FORM

The phenotypical structure of introduction and nature populations on the seed scale apophysis type is analyzed in the article. The high form diversity of introduction plantation is revealed. It is suggested that this diversity being revealed in the phenotype is due to gene drift and founder effect. The usage of this population seed material for reproduction is recommended.

Key words: Siberian cedar, introduction, phenotypical analysis, form diversity, strobiles, apophysis type.

Введение. Обширность ареала сосны сибирской указывает на ее эколого-географическую приспособленность к разнообразным почвено-климатическим условиям, и, следовательно, на значительный полиморфизм. В европейской части России на расстоянии 200–250 км западнее границы основного ее ареала довольно часто встречаются островные местонахождения кедровников, площадь которых существенно сократилась рубками для заготовки ореха в XIX веке. Специфичность зоохорного распространения семян кедра указывает на весомое значение изменчивости его шишек по форме апофиза семенной чешуи как результата коадаптивных взаимоотношений с распространителями и расхитителями семян [1] в скорости продвижения отдельных форм при естественном расширении ареала вида. Особая роль как распространителя семян здесь принадлежит кедровке (*Nucifraga caryocatactes*). Форма семенной чешуи для видов семейства сосновые, обладая свойством дискретности, эффективно применяется для установления таксономической принадлежности различного иерархического уровня и имеет твердую генетическую основу. К настоящему времени отмечено наличие трех форм с плоским, бугорчатым и крючковатым апофизом [2].

В научных работах зарубежных авторов [1] на примере коэволюционных взаимоотношений популяций кедровой сосны белоствольной (Pinus albicaulis) с распространителем семян североамериканской ореховкой (Nucifraga columbiana) и расхитителями – различными видами бурундуковых белок (Tamiasciurus spp.) показана зависимость формового разнообразия насаждений по типу апофиза от присутствия или отсутствия в ней вида-расхитителя. В популяциях сосны белоствольной, где были представлены оба потребителя семян, встречаются все типы шишек по форме апофиза. В насаждениях, находящихся вне предела ареала бурундуковой белки? доминируют крючковатые формы. Учитывая коадаптивный характер развития клюва пернатых и апофиза шишек, учеными установлено защитное значение крючковатого апофиза. В этом аспекте американские исследователи предположили, что вынос семян из крючковатых шишек за пределы материнского насаждения минимален. Это, с одной стороны, способствует сохранению репродукционного материала для следующих генераций, а с другой – расширению ареала лесообразователя кедровками [1]. На основании выводов авторов можно предположить, что форма семенной чешуи может быть сопряжена с экологическими особенностями фенотипов – степенью их потенциальной пластичности к новым условиям местообитания. Таким образом, оперирование данными адаптивных признаков может позволить поставить интродукционную работу на селекционную платформу с большей эффективностью.

Цель исследований. Выявление формового разнообразия кедра сибирского по форме апофиза семенной чешуи в условиях интродукции.

Материалы и методы исследований. Учитывая уникальность интродукционных популяций Грязовецкого района (представленного двумя генерациями одного исходного насаждения, вступившими в репродуктивную фазу развития), нами было изучено их формовое разнообразие по методике Л.А. Животовского [3]. Внутрипопуляционное разнообразие оценивали по среднему числу морф в популяции (μ). При неравно-

мерном распределении числа морф этот показатель меньше их общего количества (m), а при мономерном μ=1. Структуру разнообразия оценивали по доле редких морф (h). Различие популяций по соотношению форм характеризовали показателем сходства (r) и критерием идентичности (I). В качестве элементарного маркера использовали форму апофиза семенной чешуи. Для сравнения аналогичные исследования проведены в естественных насаждениях ареала вида. Для анализа отбирали образцы опавших шишек.

Результаты исследований и их обсуждение. По данным учета морфологических форм, в Чагринской роще (репродукция 2010 г.) был выявлен следующий состав фенотипов: плоские – 24 %, бугорчатые – 50, крючковатые – 26 %. Среднее число фенов довольно высокое (2,91±0,08), а доля редких морф здесь незначительна – 0,03±0,03. В дочернем насаждении этой популяции (Жерноково) встречаемость форм менее сбалансирована: плоские – 0,07, бугорчатые – 0,56, крючковатые – 0,37. Среднее число морф по сравнению с маточной популяцией сократилось (2,62±0,11), а доля редких фенов соответственно возросла до 0,13±0,04.

Наличие трех дискретных вариаций признака в фенотипе предположительно указывает на их генетическую обусловленность двумя аллелями одного гена с аддитивным характером наследования. Гомозиготы леталей под давлением естественного отбора выпадают из состава популяции каждой последующей генерации. Отсутствие поликросса в малых популяциях способствует случайному дрейфу генов. В условиях географической изоляции популяции в этом аспекте говорят об эффекте основателя. Формовой состав дочерней жерноковской популяции, демонстрирующей эффект элиминации рецессивных гомозигот (плоскочешуйчатых форм), свидетельствует о слабовыраженном генетическом гомеостазе. Сведений о фенетической структуре для чагринской популяции нет, однако соотношение фенотипических частот, хотя и напоминает классическое распределение генотипов Харди-Вайнберга, в данном случае вызвано несбалансированным полиморфизмом, а стохастическим дрейфом генов. Следовательно, можно сделать вывод об исключительной гетерозиготности популяции-основателя, что возможно лишь при крайне малом количестве случайно представленных в ней генотипов. Альтернативный вариант – отбор гетерозигот, осуществленный случайно по структурным признакам урожая. Отметим, что гетерозиготное состояние особей популяции обеспечивает ее адаптивную пластичность. Таким образом, существующее фенотипическое разнообразие Чагринской популяции – результат случайного дрейфа генов, вызванного ограниченным числом генотипов в условиях иммиграции.

А.Г. Лузганов и А.П. Абаимов [4], исследуя филогенез кедра сибирского, подчеркивали роль ветра, речных бассейнов и фауны как носителей генных потоков при адаптивной радиации, связанной с расселением кедра из рефугиумов голоцена. При этом авторы отмечали, что внутривидовое разнообразие в пределах современного ареала, учитывая еще незначительную смену поколений, является итогом территориального распределения уже сформированного ранее в убежищах генетического потенциала породы. В этой связи было предположено, что богатство генофонда приурочено к центрам расселения и вдоль бассейнов рек перпендикулярно изофенам созревания урожая по маршрутам кедровок, а к периферии ареала генетический потенциал постепенно ослабевает.

В целях сравнения формового разнообразия местных насаждений, имеющих островное происхождение с естественными популяциями ареала вида, и подтверждения выдвинутой гипотезы о радиальном обеднении генофонда была проанализирована фенетическая структура Полуяновского кедрового бора вблизи с. Куларово Вагайского района Тюменской области и кедрового насаждения Ермаковского района Красноярского края. Первая популяция представляет собой типичную выборку периферийной части ареала, но вместе с тем испытывающей действие панмексии, а вторая – экологического оптимума вида (горно-черневой район Западных Саян), исторически более древнюю часть ареала (табл. 1).

Таблица 1

Формовое разнообразие популяций кедра сибирского по типу апофиза семенной чешуи

Популяция	Встречаемость форм			Среднее число морф ($\mu \pm S_\mu$)	Доля редких морф ($h \pm S_h$)
	П*	Б*	К*		
Чагрино	0,24	0,50	0,26	2,91±0,08	0,03±0,03
Жерноково	0,07	0,56	0,37	2,62±0,11	0,13±0,04
Куларово	0,02	0,13	0,85	2,03±0,14	0,32±0,05
Ермаково	0,05	0,30	0,65	2,50±0,15	0,17±0,05

** Тип апофиза: П – плоский; Б – бугорчатый; К – крючковатый.*

В Куларовской популяции преобладает крючковатая форма шишки. Встречаемость этого морфологического типа составляет 0,85. Редким фенотипом является плоская (p=0,02). Бугорчатая форма встречается

несколько чаще (p = 0,13). Среднее число морф низкое – 2,03±0,14. Доля редких морф составляет 0,32±0,05. Состав частот фенотипов ермаковской популяции схож с куларовской. В обоих случаях наблюдается тенденция возрастания встречаемости от плоских форм к крючковатым. Однако среднее число морф здесь выше (2,50±0,15), а доля редких фенов соответственно ниже (0,17±0,05). По обоим параметрам различие достоверно (соответственно t_{05}=2,29; 2,12 при t_{st}=1,98). Отметим, что в ермаковской популяции по сравнению с Куларовской практически вдвое чаще встречаются бугорчатые формы, что в данном аспекте трактуется как повышение уровня гетерозиготности. Исходя из предположения А.Г. Лузганова и А.П. Абаимова [4], куларовская популяция, приуроченная к Иртышскому бассейну, должна быть гораздо беднее ермаковской вследствие индифферентной направленности большинства генных потоков системы «центр расселения – локальная популяция». Наши результаты вполне согласуются с этим положением. При этом в данном исследовании фенетическим маркером генетического разнообразия является тип апофиза. Роль кедровки в продвижении ареала вида, подчеркиваемая авторами, очевидна. Следовательно, можно предполагать наличие адаптивной нагрузки признака формы семенной чешуи и его связи с распространением вида.

По всей вероятности, генетическое разнообразие древней части ареала обуславливается не сколько исключительно оптимальными условиями местопроизрастания как простого сочетания благоприятных факторов среды для соответствующей реализации генетического потенциала, сколько дифференциацией субпопуляций в различных почвенно-климатических условиях, формируемых горизонтальной зональностью, экспозицией склонов и других выраженных для горных систем факторов. Постоянный обмен генетической информацией между адаптивно приспособленными здесь субпопуляциями и популяциями горных пессимальных условий мест произрастания усиливается разносом семян диспергаторами, процветание которых обеспечивается ежегодными обильными урожаями, характерными для оптимума вида. Постоянный поток генов в таком случае ограничивает выпадение рецессивных аллелей и способствует гетерозису. Интенсивным потоком генов можно объяснить и слабую генетическую подразделенность, отмечаемую Д.В. Политовым, между популяциями зоны экологического оптимума (Алтай и Саяны) [5]. Тем не менее общий уровень формового разнообразия популяций ареала даже в условиях оптимума вида ниже, чем в интродукционной чагринской. Следовательно, изоляция иммиграционных островных популяций, послужившая фактором случайного дрейфа генов, и эффект основателя на данном временном этапе вызывали гораздо большую изменчивость фенотипов, чем сохранение гетерозигот в экологическом оптимуме. Данный вывод вполне согласуется с современными представлениями синтетической теории эволюции.

Критерий идентичности и коэффициент сходства в популяционной фенетике обычно используют для характеристики правомерности выделения отдельных популяций. Нами также рассчитаны эти показатели (табл. 2).

Таблица 2

Сходство популяций сосны сибирской

Популяция	Чагрино	Жерноково	Куларово	Ермаково
Чагрино	X			
Жерноково	0,92±0,01 / 14,72	X		
Куларово	0,77±0,03 / 102,18	0,89±0,02 / 51,29	X	
Ермаково	0,91±0,02 / 17,81	0,96±0,01 / 10,91	0,97±0,004 / 8,23	X

Примечание. В числителе коэффициент сходства, в знаменателе критерий идентичности при χ^2_{05} = 5,99; χ^2_{01} = 9,21; χ^2_{001} = 13,82.

Поскольку критерий идентичности грязовецких популяций выше табличного значения χ^2_{001}, выделение дочерней субпопуляции в отдельную статистически оправдано, хотя и противоречит их реальной родственной близости. Примечательным является сближение жерноковской популяции с куларовской и ермаковской. Более того, схожесть жерноковского насаждения с ермаковским составляет 0,96±0,01 и выше, чем с материнским насаждением (0,92±0,01). Критерии идентичности и коэффициенты сходства в данном случае могут создать ложное представление о степени родства между популяциями, однако здесь мы рассматрива-

ем не комплекс фенетических признаков, а лишь один – форму апофиза, поэтому критерий идентичности в этом смысле следует рассматривать только как мерило сходства составов фенотипов по данному конкретному признаку в популяциях. Близость жорноковской популяции с сибирскими и дистанцирование ее от материнской – это частный случай, а сам процесс иллюстрирует стохастическое смещение частот аллелей между двумя генерациями. При дальнейшей постоянно изолированной репродукции в условиях повышенного уровня самоопыления и близкородственного скрещивания через ряд поколений произойдет снижение уровня гетерозиготности и возможно фиксация гомозигот. Кроме того, генетический анализ восточноевропейских популяций кедра сибирского (Пермский край и Республика Коми), проведенный Д.В. Политовым, показал их родство с северными популяциями Западной Сибири (Ханты-Мансийский АО), что указывает на общность их происхождения (из уральского рефугиума) и дивергировние с популяциями центра ареала (оптимума) [5]. Отметим, что автор выявил высокий процент самоопыления (20 %) и близкородственного скрещивания (6 %) в маргинальной популяции западной окраины ареала, что косвенно подтверждает наше предположение. Куларовская и ермаковская популяция наиболее близки по формовому разнообразию друг к другу, несмотря на то, что достаточно удалены между собой географически, а это также показывает условную ограниченность интерпретации результатов. Сходство определяется здесь значительным накоплением в обеих популяциях крючковатых фенотипов.

Выводы

В пределах ареала вида максимальное разнообразие по форме семенной чешуи отмечено в зоне его оптимума (Ермаково). Западносибирский кедровник (Куларово) по формовому составу беднее всех нами рассмотренных, однако, благодаря большей встречаемости крючковатых шишек, схож с ермаковским. Набольшим разнообразием по этому признаку отличаются интродукционные насаждения, что является следствием случайного дрейфа генов, при ограниченном числе родительских генотипов в условиях иммиграции. Чагринская популяция, являясь материнской для жерновковской, имеет значительно большее формовое разнообразие. Полиморфность данной популяции представляет большой селекционный интерес. Семенной материал, заготавливаемый в Чагринской роще, следует использовать в первую очередь для создания новых интродукционных популяций на генетико-селекционной основе.

Литература

1. *Siepielski A.M., Benkman C.W.* Convergent patterns in the selection mosaic for two North American bird-dispersed pines // Ecological Monographs. – 2007. – № 2. – P. 203–220.
2. *Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф.* Генетика, селекция, семеноводство кедра сибирского. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – 243 с.
3. *Животовский Л.А.* Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций. – М.: Наука, 1982. – С. 37–38.
4. *Лузганов А.Г., Абаимов А.П.* Роль речных бассейнов и ветра в расселении и эволюции лиственниц, кедра сибирского и других пород // Лиственница: межвуз. сб. науч. тр. / Краснояр. технолог. ин-т. – Красноярск, 1977. – С. 31–38.
5. *Политов Д.В.* Генетика популяций и эволюционные взаимоотношения видов сосновых (сем. Pinaceae) Северной Евразии: автореф. дис. … д-ра биол. наук. – М., 2007. – 47 с.

ТЕХНИКА

УДК 549.25/28

Ву Хай Куан, В.Д. Валяжонков, О.А. Михайлов

ПОВЫШЕНИЕ ТОПЛИВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСМИССИИ

В статье рассматривается методика оптимизации параметров рабочих передаточных чисел трансмиссии отечественного трелевочного трактора. За основной критерий оптимизации принята максимальная производительность, а в качестве вспомогательного критерия используется минимальный удельный расход топлива на 1 м³ стрелеванной древесины.

***Ключевые слова**: трелевочный трактор, максимальная производительность, расход топлива, древесина.*

Wu Hay Chuen, V.D. Valyazhonkov, O.A. Mikhaylov

INCREASING OF THE SKIDDING TRACTOR FUEL AND ECONOMIC INDICES BY OPTIMIZING THE TRANSMISSION PARAMETERS

The methodology of parameter optimizing for the transmission working gear ratios of the domestic skidding tractor is considered in the article. The maximum efficiency is taken as the main optimization criterion, and the minimum specific fuel consumption per 1 cubic meter of skidded wood is used as the auxiliary criterion.

Key words: skidding tractor, maximum efficiency, fuel consumption, wood.

Введение. Трелевочный трактор до сих пор является одним из самых распространенных типов лесопромышленных тракторов на лесозаготовках. Объём древесины, заготавливаемой гусеничными трелевочными тракторами в России, достигает 80 %, а в США и Канаде доходит примерно до 40 %. Цикл работы трелевочного трактора состоит из четырех основных элементов: набор пачки, грузовой ход (трелевка), сброс пачки, холостой ход. Самым нагруженным и энергоемким процессом является грузовой ход, эффективность выполнения которого требует максимальной реализации тягово-мощностных показателей машины. Обеспечение этого условия связано с оптимальным выбором передаточных чисел трансмиссии.

Цель исследований. Изучение влияния величины и количества передаточных чисел коробки передач трелевочного трактора на производительность и топливную экономичность в процессе грузового хода.

Материалы и методы исследований. В опубликованных работах [1,2] данная проблема рассматривалась авторами, однако до конца она не изучена. Так, например, в качестве критерия в названных работах используется максимальная средняя мощность на крюке при выполнении грузового хода, а с нашей точки зрения, этого критерия недостаточно, поскольку он не полностью гарантирует обеспечение максимальной производительности и топливной экономичности. В качестве критериев, более полно отражающих особенности работы трелевочных тракторов, можно назвать максимальную производительность ($П_{мак}$) и минимальный расход топлива на 1 м³ стрелеванной древесины (*удельный расход*) – ($G_п$).

Производительность трактора в общем виде можно записать по формуле:

$$П = \frac{Q}{t},\ \frac{м^3}{ч}, \qquad (1)$$

где Q – объем трелюёмой пачки, м^3;

t – время выполнения грузового хода, с.

Время определяем по формуле:

$$t = \frac{S}{V}, \text{с}, \quad (2)$$

где S – расстояние трелевки, м;

V – скорость движения трактора при грузовом ходе, км/ч.

Удельный расход топлива определяем по формуле:

$$G_{\text{П}} = \frac{G_{\text{т}}}{\text{П}}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \quad (3)$$

где $G_{\text{т}}$ – часовой расход топлива, кг/ч;

П – производительность трактора при грузовом ходе, м^3/ч.

Скорость определяем по формуле:

$$\text{V} = \frac{N_{\text{к}}}{P_{\text{к}}}, \frac{\text{км}}{\text{ч}}, \quad (4)$$

где $N_к$ – мощность на ведущем колесе, кВт;

$P_к$ – касательная сила тяги, кН.

Многочисленные исследования [2, 3, 4, 7, 8] показали, что распределения крутящего момента на карданном валу (на колесе) подчиняются нормальному закону распределения, поскольку тяговые усилия на ведущем колесе пропорциональны крутящему моменту. Можно вполне реально допустить, что распределения тяговых сил тоже подчиняются нормальному закону распределения, поэтому величины этих критериев должны определяться с учетом нормального закона распределения тяговых усилий, параметры которых будут определяться природно-производственными условиями (ППУ) и объёмами трелюемых пачек деревьев.

Значения средней мощности и средней силы тяги определяются с учетом закона нормального распределения касательной силы тяги.

$$\bar{N}_к = \int_{P_{к\min}}^{P_{к\max}} N_к(P_к) f(P_к) d P_к, \quad (5)$$

$$\bar{V}_\partial = \int_{P_{к\min}}^{P_{к\max}} V_\partial(P_к) f(P_к) d P_к, \quad (6)$$

$$\bar{G}_t = \int_{P_{к\min}}^{P_{к\max}} G_t(P_к) f(P_к) d P_к, \quad (7)$$

где $N_к$ ($P_к$) – функциональная зависимость касательной мощности и касательной силы тяги; V_∂ ($P_к$) – функциональная зависимость действительной скорости движения трелевочного трактора и касательной силы тяги; $G_т$ ($P_к$) – функциональная зависимость часового расхода топлива и касательного тягового усилия; $f(P_к)$ – плотность распределения вероятностей касательной силы тяги.

$$f\left(P_к\right)=\frac{1}{\sigma_к\sqrt{2\pi}}\exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{P_к-\bar{P}_к}{\sigma_к}\right)^2\right\}. \quad (8)$$

Для определения пределов интегрирования и подинтегральных функций необходимо произвести расчет тяговых характеристик [3] для ряда передач, которые удовлетворяют следующему условию:

$$\Sigma \mathrm{P}_{\text{сопр}} \leq \mathrm{P}_{\text{к}} < \mathrm{P}_{\varphi} \ . \quad (9)$$

Условие (9) показывает, что возможность работы (движения) трелевочного трактора ограничивается силой тяги по двигателю $P_к$ и ограничением по сцеплению P_φ. При этом передаточное число трансмиссии должно обеспечить изменение касательной силы тяги $P_к$ во всем диапазоне изменения сил сопротивления движению $\Sigma \mathrm{P}_{\text{сопр}}$, иначе двигатель трактора может заглохнуть, но при этом касательная сила $P_к$ не должна превышать максимальную силу тяги по сцеплению P_φ, в противном случае, трактор будет буксовать на месте. Таким образом, условие (9) можно представить в следующем виде:

$$\sum P_{сопр} \leq \frac{M_{\max}\cdot i_{тр}^{j}\cdot \eta_{тр}}{R_{зв}\cdot 1000} < P_{\varphi}, \quad (10)$$

где $M_{мах}$ – максимальный крутящий момент двигателя, Нм; $i_{тр}^{j}$ – общее передаточное число трансмиссии на *j*-й передаче; $\eta_{тр}$ – общий КПД трансмиссии (в т.ч. КПД гусеничного движителя); $R_{зв}$ – радиус ведущей звездочки, м.

В общем виде сумма сопротивлений движению трактора определяется по выражению:

$$\sum P_{сопр} = P_f \pm P_i + P_{кр} \ . \quad (11)$$

Составляющие данного выражения рассчитываются по известным формулам [3].

Сила тяги по сцеплению P_φ может быть определена по формуле:

$$\mathrm{P}_{\varphi} = G_{\text{сц}} * \varphi$$
$$P_{\varphi} = \left(G_a + Q_1\right)\cdot \varphi, \quad (12)$$

где $G_{\text{сц}}$ – сцепной вес трактора, кН;

φ – максимальный коэффициент сцепления.

Пределы интегрирования $P_{к\ \min} = P_f$ и $P_{к\ max}$, где P_f и $P_{к\ мах}$ рассчитаны для конкретных ППУ. Величины P_f и $P_{к\ мах}$ зависят от коэффициентов самопередвижения f , сцепления φ и объёма трелюёмой пачки Q.

Результаты исследований и их обсуждение. В качестве примера проведем исследования влияния величины передаточного числа на эти показатели для трелевочного трактора «Онежец-300».

Исходные данные по трактору:

- двигатель Д-245-2S2, Ne = 90 кВт при 2200 мин$^{-1}$ (внешняя скоростная характеристика двигателя приведена на рис. 1);
- радиус ведущей звездочки $R_{зв}$ = 0,385 м;
- вес машины с тросочокерным оборудованием G_a = 121 кН.

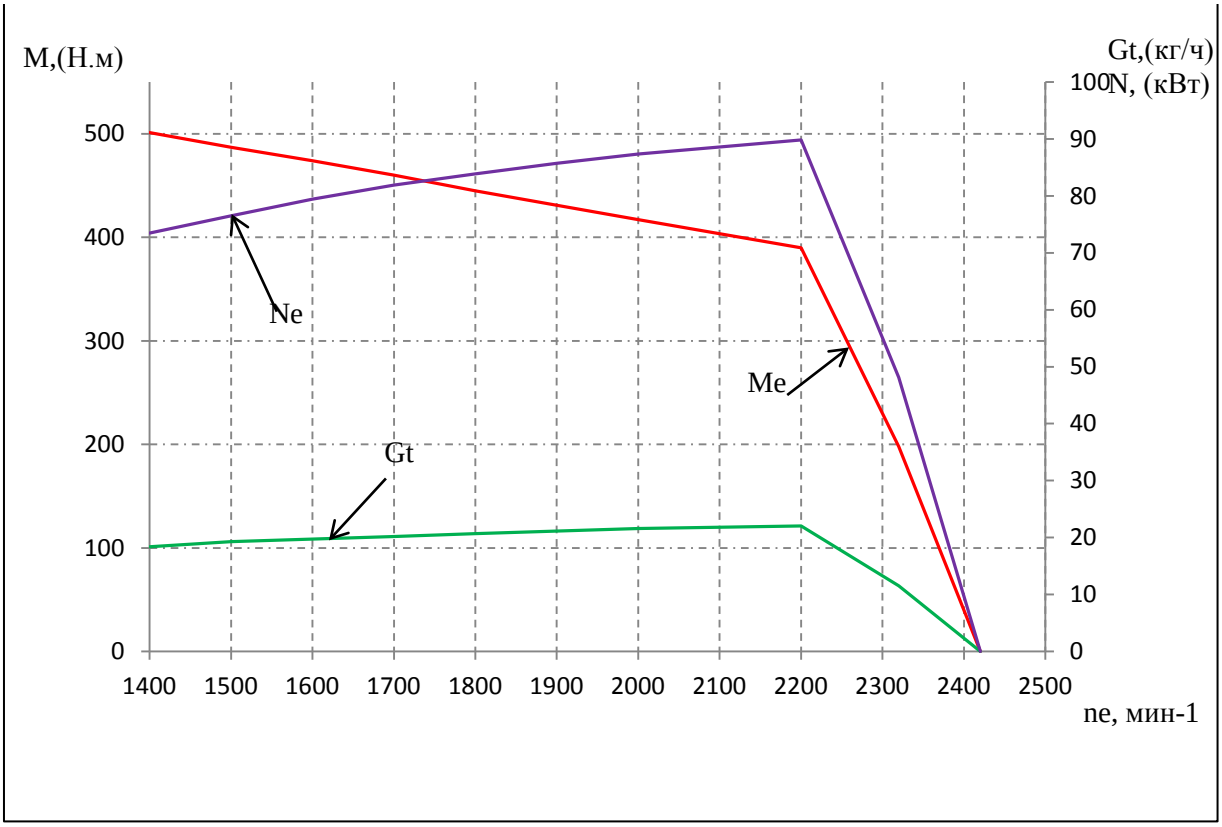


Рис. 1. Характеристика двигателя Д-245.2s2 по мощности и часовому расходу топлива

Расчеты приведены для ряда исходных параметров ППУ, коэффициентов самопередвижения и объёмов трелюёмой пачки, которые перечислены в табл. 1. Угол подъёма α =10⁰, коэффициент сопротивления волочения пачки $f_в$ =0,9.

Таблица 1

Исходные данные для расчетов при различных вариантах ППУ

Q=12 м³	f=0,1,Ψ=0,8	f=0,2,Ψ=0,7	-
Q=10 м³	f=0,1,Ψ=0,8	f=0,2,Ψ=0,7	-
Q=8 м³	f=0,1,Ψ=0,8	f=0,2,Ψ=0,7	f=0,25,Ψ=0,55
Q=6 м³	f=0,1,Ψ=0,8	f=0,2,Ψ=0,7	f=0,25,Ψ=0,55

Для каждых вариантов ППУ, приведенных в табл. 1, передаточные числа выбираются в следующем диапазоне.

$$\frac{\sum P_{сопр} * R_{зв} * 1000}{M_{\max} * \eta_{тр}} \le i_{раб} \le \frac{P_{\max} * R_{зв} * 1000}{M_{\max} * \eta_{тр}}. \qquad (13)$$

Рассчитываем и строим тяговые характеристики для выбранных передач [5]. На основе полученных тяговых характеристик и с учетом закона нормального распределения касательной силы тяги (3,5) находим значения максимальной производительности и удельного расхода топлива по формулам (1), (3).

Расчеты сделаны для нескольких вариантов ППУ при различной рейсовой нагрузке (см. табл. 1). В качестве иллюстрации результаты расчетов представлены в виде графиков на рис. 2.

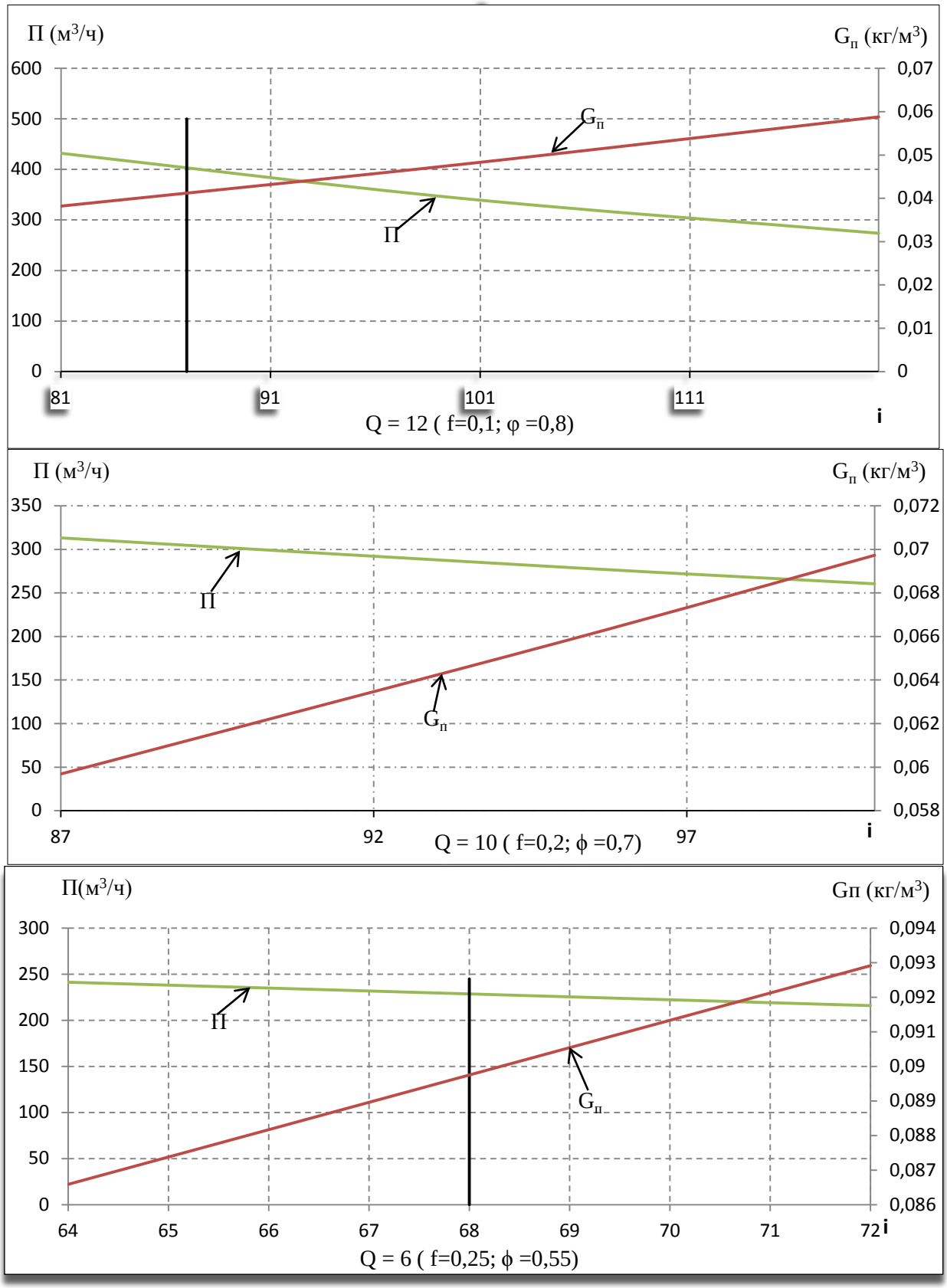


Рис. 2. Влияние передаточных чисел трансмисии на производительность ($П_{мак}$) и удельный расход топлива ($G_п$) для различных условий эксплуатации

Из рисунка 2 видно, что для каждого фиксированного ППУ существует одно оптимальное передаточное число для определенного объема трелюёмой пачки, которое обеспечивает максимальную производи-

тельность и минимальный удельный расход топлива. Если трактор работает только с этими оптимальными передачами и объёмами, то в этом случае будут получаться максимальная производительность и минимальный удельный расход топлива. Произведя подобные исследования для всех вариантов ППУ и разных пачек, мы получили оптимальные передаточные ряды для трелевочного трактора «Оженец-300» (см. табл. 2).

Для сравнения такие же расчеты на основе этой методики были проведены для передаточных чисел коробки передач серийных машин (см. табл. 2).

Таблица 2

Полученные оптимальные рабочие передаточные числа для каждого фиксированного ППУ с различными рейсовыми нагрузками

Вариант		Расчетные передачи				Серийные передачи			
Условия работы	Объем пачки	Q=12	Q=10	Q=8	Q=6	Q=12	Q=10	Q=8	Q=6
f=0,1,Ψ=0,8	i / Показатель	81	72	65	-	87,15	87,15	68	-
	$N_{ср}$, кВт	54,164	55,533	56,268	-	53,274	52,623	55,343	-
	$П_{ср}$, м³/ч	439,5	417,6	371,7	-	406,27	336,799	352,013	-
	$G_{ср}$, кг/ч	16,772	17,065	17,168	-	16,691	16,549	17,017	-
	$G_п$, кг/м³	0,0382	0,041	0,046	-	0,041	0,0491	0,0483	-
f=0,2,Ψ=0,7	i / Показатель	-	87	77	68	-	87,15	87,15	68
	$N_{ср}$, кВт	-	55,864	57,655	60,202	-	55,804	54,327	60,202
	$П_{ср}$, м³/ч	-	313,2	286,9	249,6	-	312,44	246,40	249,5
	$G_{ср}$, кг/ч	-	18,692	18,903	19,516	-	18,76	18,468	19,516
	$G_п$, кг/м³	-	0,0597	0,066	0,078	-	0,06	0,075	0,078
f=0,25,Ψ=0,55	i / Показатель	-	-	-	64	-	-	-	68
	$N_{ср}$, кВт	-	-	-	59,813	-	-	-	56,411
	$П_{ср}$, м³/ч	-	-	-	241,4	-	-	-	218,63
	$G_{ср}$, кг/ч	-	-	-	20,902	-	-	-	20,398
	$G_п$, кг/м³	-	-	-	0,087	-	-	-	0,093

Таблица 3

Результаты сравнения трёх оптимальных передаточных чисел с оптимальными пачками

Суммарная величина	Расчетные передачи (3 передачи)	Серийные передачи (3 передачи)
Суммарная производительность ΣП, м³/ч	994,1	937,34
Минимальный удельный расход топлива $G_П$, кг/м³	0,0567	0,0596

Сравнивая результаты расчетов, которые приведены в табл. 3, можно сказать, что если бы на тракторе использовались три “оптимальные” передачи, то производительность была бы выше на 6 %, а удельный расход топлива ниже на 5 %.

Таблица 4

Результаты сравнения для всех передаточных чисел с различными рейсовыми нагрузками

Суммарная величина	Расчетные передачи (3 передачи)	Серийные передачи (3 передачи)
Суммарная производительность ΣП, м³/ч	2228,88	2122,152
Минимальный расход топлива $G_П$, кг/м³	0,0576	0,06

В процессе эксплуатации трактор не всегда может работать только с “оптимальной” пачкой, поэтому были проведены расчеты для всех вариантов грунтов с разными объемами трелюемых пачек. Мы получили всего семь вариантов передач для всех типов ППУ, которые приведены в табл. 2. Очевидно, что использовать семь рабочих передач маловероятно в реальных условиях. Если мы принимаем три наши расчетные “оптимальные” передачи и три серийные передачи во всем диапозоне ППУ и для всех вариантов пачек деревьев, то получим результаты, которые представлены в табл. 4.

Из данных табл. 4 следует, что три наши расчетные “оптимальные” передачи обеспечивают повышение производительности на 5 % и снижение удельного расхода топлива на 4 % по сравнению с серийными передаточными числами.

Выводы

Проведены аналитические исследования влияния передаточных чисел трансмиссии трелевочного трактора на производительность и топливную экономичность в процессе грузового хода. В ходе исследований были учтены реальные характеристики моторно-трансмиссионной установки, свойства грунта и рейсовая нагрузка.

Полученные результаты показали, что при оптимизации параметров трансмиссии трелевочного трактора для каждого фиксированного ППУ существует одно передаточное число, которое обеспечивает максимальную производительность и минимальный расход топлива на 1 м^3 стрелеванной древесины. Диапазон передаточных чисел должен определяться соотношением максимальной касательной силы тяги трактора и нагрузкой, определяемой суммарной силой сопротивления движению трактора по приведенной формуле (13).

В качестве примера были определены оптимальные передаточные числа для широкого спектра ППУ работы трелевочного трактора «Онежец-300», что позволило создать методику оптимизации параметров трансмиссии с целью повышения топливо-экономических показателей трелевочных тракторов. Апробация этой методики показала ее эффективность. Применение на отечественном тракторе оптимальных передаточных чисел, полученных с помощью данной методики, сможет обеспечить повышение производительности на 5–6 % и снижение удельного расхода топлива на 4–5 % по сравнению с серийными передаточными числами.

Литература

1. Методика выбора рабочих передач трелевочного трактора / *С.А. Шуткин, В.Л. Довжик, Ву Хай Куан* [и др.] // Изв. Санкт-Петербурской лесотехн. акад. – СПб.: СПб ГЛТУ, 2012. – 280 с.
2. Тракторы. Теория: учебник / *В.В. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.Е. Атаманов* [и др.]; под общ. ред. *В.В. Гуськова*. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
3. Тракторы. Проектирование, конструирование расчет: учебник / *И.П. Ксеневич, В.В. Гуськов, Н.Ф. Бочаров* [и др.]; под общ. ред. *И.П. Ксеневича*. – М.: Машиностроение, 1991. – 544 с.
4. *Гинсбург Ю.В., Швед А.И., Парфенов А.П.* Промышленные тракторы. – М.: Машиностроение, 1986. – 296 с.
5. *Парфенов А.П., Щетинин Ю.С.* Тяговый расчет гусеничной транспортно-тяговой машины: метод. указания. – М.: МГТУ «МАМИ», 2002. – 75 с.
6. *Анисимов Г.М., Перельман А.Я., Михайлов О.А.* Прогнозирование времени движения трелевочных систем на отдельных передачах // Лесн. журн. – 1986. – № 5. – С. 30–33.
7. Тяговый расчет трелевочных тракторов / *Б.Г. Мартынов* [и др.]. – СПб.: СПбЛТА, 2008. – 64 с.
8. *Анисимов Г.М.* Условия эксплуатации и нагруженность трансмиссии трелевочного трактора. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 165 с.
9. *Григорьев И.В., Валяжонков В.Д.* Современные машины и технологические процессы лесосечных работ: учеб. пособие. – СПб.: СПбЛТА, 2009. – 287 с.

УДК 631.173.2 *А.М. Плаксин, В.В. Качурин*

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ТРУДОЗАТРАТ МОБИЛЬНОГО ЗВЕНА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОЛЕВЫХ АГРЕГАТОВ

В статье приведено исследование закономерностей изменения фонда трудозатрат мобильного звена по устранению последствий отказов посевных агрегатов, которые являются технологической основой при возделывании зерновых культур. Показатели эксплуатационных свойств механизированных комплексов для прямого высева зерновых культур, особенности организации их использования приняты на основе практической реализации посевных процессов в агрохолдингах Челябинской области.

***Ключевые слова**: механизированные посевные комплексы, работоспособность, наработка, отказ, мобильное звено, оборотный фонд, цикл посевных работ, фонд трудозатрат, закономерности.*

A.M. Plaksin, V.V. Kachurin

THE CHANGE REGULARITIES OF THE MOBILE LINK USEFUL WORK HOURS TO RESTORE THE FIELD AGGREGATE OPERATING CAPACITY

The change regularity research of the mobile link work hour fund to eliminate the sowing aggregate failure consequences that are the technological basis of the grain crop cultivation is given in the article. The operational property indices of the mechanized complexes for the direct grain-crop sowing, their use organization peculiarities are taken on the basis of the sowing process practical implementation in the Chelyabinsk region agricultural holdings.

Key words: mechanized sowing complexes, operating capacity, operating time, failure, mobile link, working fund, sowing work cycle, work hour fund, regularities.

Введение. Принципиальной особенностью производства зерновых культур в крупных агрохолдингах является наличие значительных площадей пашни (от 30–40 до 80–100 тыс. га), которые рассредоточены от центральных организационно-инженерных центров на расстоянии до 30–80 км. Как правило, сельскохозяйственные предприятия (СХП) агрохолдингов созданы на основе бывших совхозов, имеют посевные площади от 8 до 15 тыс. га и расположены в 2–3 административных районах; технической основой процессов посева зерновых являются комбинированные посевные – почвообрабатывающие агрегаты, энергетической основой которых являются тракторы с единичной мощностью дизелей в диапазоне 300–500 л.с. и 5–8 класса тяги; ширина захвата посевных агрегатов составляет 10–16 м, а рабочая скорость до 12–15 км/ч, что потенциально позволяет (при размерах полей 250–450 га и длины гона от 1,5 до 2,5 км) иметь суточную производительность одного комплекса при работе в две смены по 10 ч до 150–200 га. Балансовая стоимость посевных комплексов (New Holland T8.360 + «Кузбасс», CASE315 + «Morris Maxim II», CASE530 + «Morris Concept 2000», К-744Р1 + СКП-2,1) находится в пределах 7–15 млн руб., а масса агрегатов – 18–25 т. Практически в большинстве СХП объекты инженерной инфраструктуры и инженерно-технический персонал сокращены до минимума и способны выполнять лишь очистительно-моечные работы, сварочные и операции по агрегатному методу восстановления работоспособности машин после отказа их составных частей (СЧМ) [1].

Уместно отметить, что тракторы в таких комплексах имеют относительно высокую ремонтопригодность и безотказность, последняя характеризуется наработкой на отказ в среднем (отказы 2 и 3 групп сложностей) в пределах 300–400 мото-ч [2], т.е при продолжительности посевной в пределах 400–500 астрономических часов наработка тракторов составляет фактически не более наработки на отказ, а потребность в техническом обслуживании составляет 2–3 ТО-1. Таким образом, даже при деградации инженерных служб сельскохозяйственных предприятий больших проблем обеспечения работоспособности тракторов в напряженные циклы их использования в растениеводстве нет.

Однако использование комбинированных конструктивно сложных, работающих на повышенных скоростях технологических машин в комплексах, предопределяет их меньшую безотказность в 3–5 раз по сравнению с тракторами [3, 4].

Поломка, отказ СХМ предопределяют частые простои механизированных комплексов, что является одной из основных причин низкого значения у них коэффициента использования времени смены, который не превышает 0,5–0,6, т.е посевные потенциально высокопроизводительные комплексы простаивают из-за отсутствия СЧМ в ожидании их доставки по нескольку часов за смену. Даже без учета будущих потерь урожая

из-за превышения агротехнической продолжительности полевых операций цена часа простоя таких агрегатов составляет 1,5–3 тыс. руб/ч.

Вышеизложенное предопределяет необходимость реализации процесса восстановления работоспособности механизированных комплексов мобильными специализированными звеньями. Технической основой таких звеньев являются передвижные ремонтные мастерские на базе автомобилей Зил, Камаз, Урал (ПРМ-А), в которых, кроме необходимого оборудования, инструмента, ремонтных материалов, должен иметься оборотный фонд обменных агрегатов, СЧМ.

Важнейшими параметрами, которые определяют эффективность процесса восстановления работоспособности механизированных комплексов мобильными звеньями, являются количество ПРМ-А при имеющейся технической оснащенности циклов выполнения полевых работ; размеры и номенклатура оборотного ремонтного фонда для устранения последствий отказов; среднесуточный, или цикловой пробег ПРМ-А, который зависит от рассредоточенности СХП, механизированных комплексов, их эксплуатационных свойств [5].

Очевидно, что проектирование и реализацию функционирования процесса восстановления работоспособности вышерассмотренных и других механизированных современных комплексов требуется осуществлять по циклам проведения полевых работ. Это предопределяют агротехнические особенности выполнения технологических операций в цикле; конструктивное и количественное разнообразие СХМ в технологических комплексах; экономическая целесообразность дифференцированных по времени затрат денежных средств на приобретение и реализацию оборотного фонда обменных агрегатов и СЧМ.

Безусловно, эта задача может быть решена на основе технико-экономического критерия, который учитывает затраты денежных средств на функционирование мобильных звеньев, приобретение и содержание оборотного фонда СЧМ и потери от простоев механизированных комплексов в ожидании устранения последствий отказов их машин. Величина этих составляющих целевой функции в значимой мере будет зависеть от закономерностей изменения фонда трудозатрат слесарей в конкретных условиях реализации технологических процессов в растениеводстве и процесса восстановления работоспособности механизированных комплексов.

Цель исследований. Разработка методики расчета полезного фонда трудозатрат мобильного звена по восстановлению работоспособности посевных комплексов, которые используются в территориально рассредоточенных СХП агрохолдингов.

Задачи исследований: 1) выявление и аналитическое описание закономерностей изменения коэффициента использования рабочего времени смены мобильного звена; 2) аналитическое описание взаимосвязи величины полезного фонда трудозатрат мобильного звена с показателями среднесуточного пробега ПРМ-А и наличием в них оборотного фонда СЧМ.

Методика исследований. В общем виде количество мобильных звеньев определяется соотношением величин [6]:

$$n_{мзj} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{ров.мтаij}}{\Phi_{п.мзj}}, шт. \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^{n} T_{ров.мтаij}$ – суммарная среднесуточная трудоемкость устранения последствий отказов i-х механизированных комплексов в j-м цикле выполнения полевых работ, чел.-ч.; $\Phi_{п.мзj}$ – среднесуточный фонд полезных трудозатрат мобильного звена в j-м цикле полевых работ, чел.-ч.

Среднесуточная трудоемкость устранения последствий отказов у полевых агрегатов определяется на основе статистических экспериментальных данных и зависит от объема выполненных работ, состава и количества посевных комплексов, показателей их безотказности, эксплуатационной технологичности.

Среднесуточный фонд полезных трудозатрат мобильного звена будет равен:

$$\Phi_{п.мзj} = t_{смj} \times \tau_{иj} \times K_{смj} \times N_{чел.}, \quad (2)$$

где $t_{смj}$, $K_{смj}$ – продолжительность смены и коэффициент сменности работы мобильного звена в j-м цикле, ч; $N_{чел.}$ – количество слесарей мобильного звена, чел.; $\tau_{иj}$ – коэффициент использования рабочего времени смены мобильного звена.

Продолжительность рабочей смены мобильного звена зависит от продолжительности работы машинно-тракторных агрегатов в напряженные циклы, устанавливаемые распоряжением по сельскохозяйственному предприятию на ограниченный срок с указанием календарных дней начала и конца полевого цикла работ. Продолжительность рабочей смены обычно составляет 10 ч в связи с особенностями сельскохозяйственного производства, так как машинно-тракторные агрегаты в напряженные периоды работают в две смены. Аналогичный режим работы должен быть у мобильных ремонтных звеньев. В среднем в зависимости от уровня технической оснащенности, наличия трудовых ресурсов продолжительность циклов полевых работ составляет 25–30 сут. При возделывании озимых и ранних яровых культур одновременно со средне- и позднеспелыми зерновыми уборочный цикл составляет 30–40 сут., осенняя обработка почвы – до 40–50 сут. [7, 8].

Число слагаемых баланса времени смены при работе мобильного звена зависит от решаемых задач. Например, при разработке норм выработки ремонтного звена в нормативный баланс времени смены не включают время простоев по организационным причинам. Для эксплуатационных расчетов баланс времени смены мобильных звеньев можно записать в виде уравнения:

$$t_{смj} = t_{p.j} + t_{соj} + t_{ххj} + t_{ожj}, ч, \quad (3)$$

где $t_{p.j}$ – продолжительность устранения последствий отказов в смену в j-ом цикле (восстановление работоспособности МТА), ч; $t_{соj}$ – продолжительность самообслуживания ПРМ за смену в j-м цикле работ, ч; $t_{ххj}$ – продолжительность передвижения ПРМ за смену в j-м цикле работ, ч.; $t_{ожj}$ – продолжительность простоя ПРМ за смену в поле в ожидании доставки СЧМ при её отсутствии в оборотном фонде, ч.

Из этого уравнения видно, что полезной составляющей баланса времени смены является только чистое (технологическое) рабочее время t_{pj}. Именно за время t_{pj} производится непосредственно устранение последствий отказов машинно-тракторных агрегатов, остальные слагаемые баланса времени смены являются непроизводительными затратами времени ремонтного звена, они могут быть оценены частными коэффициентами.

Выразим из уравнения (3) продолжительность устранения последствий отказов машин мобильным звеном:

$$t_{p.j} = t_{смj} - t_{соj} - t_{ххj} - t_{ожj}, \quad (4)$$

Тогда коэффициент полезного использования времени смены мобильного звена будет равен отношению:

$$\tau_{uj} = \frac{t_{p.j}}{t_{смj}} = \frac{t_{p.j}}{t_{p.j} + t_{соj} + t_{ххj} + t_{ожj}} = 1 - \tau_{соj} - \tau_{ххj} - \tau_{ожj}, \quad (5)$$

где $\tau_{соj}$ – коэффициент использования времени смены на самообслуживание мобильной мастерской; $\tau_{ххj}$ – коэффициент мобильности ремонтной мастерской; $\tau_{ожj}$ – коэффициент потерь времени смены мобильным звеном на ожидание доставки СЧМ, которой нет в оборотном фонде ПРМ.

Отношение времени на обслуживание ПРМ к продолжительности смены назовем коэффициентом использования времени смены на самообслуживание мобильной мастерской $\tau_{со}$:

$$\tau_{соj} = \frac{t_{соj}}{t_{смj}} = \frac{t_{еoj} + t_{тoj} + t_{у.oj} + t_{компj} + t_{р.сj}}{t_{смj}}, \quad (6)$$

где $t_{еoj}$ – затраты времени на ежесменное обслуживание ПРМ в j-м цикле, ч/см; $t_{тoj}$ – средние затраты времени на периодическое обслуживание ПРМ за смену в j-м цикле, ч/см; $t_{у.о.j}$ – средняя продолжительность устранения отказа ПРМ в j-м цикле, ч/см; $t_{компj}$ – средняя продолжительность комплектования ПРМ за смену оборотным фондом, материалами, инструментом, ч/см; $t_{р.сj}$ – продолжительность развертывания – свертывания

ПРМ в поле за смену в j-м цикле, ч/см. Для конкретных условий эксплуатации передвижной ремонтной мастерской дифференцированную величину периодичности РОВ определяют по известной методике [9]. Продолжительность времени на периодическое обслуживание мобильной мастерской в течение смены:

$$t_{toj} = \frac{\sum_{i=1}^{m} T_{цij}}{Д_{pj} \times K_{см} \times N_{чел}}, ч, \quad (7)$$

где $\sum_{i=1}^{m} T_{цij}$ – суммарная трудоемкость i-го ТО мобильной мастерской за j-й цикл, чел.-ч; $Д_{pj}$ – количество дней в j-м цикле работ, дн.

Продолжительность устранения последствий отказов ПРМ будет зависеть от их количества и трудоемкости. Сложный отказ в автомобильном транспорте по трудоемкости и продолжительности времени на устранение последствий отказов можно сравнить с проведением операций текущего ремонта. Тогда расчет средней продолжительности устранения последствий отказов ПРМ за смену в j-м цикле проводим по уравнению:

$$t_{уoj} = \frac{T_{ср.трj}}{Д_{pj} \times K_{см} \times N_{чел}}, ч/см, \quad (8)$$

где $T_{ср.трj}$ – средняя трудоемкость текущего ремонта ПРМ в j-м цикле работ, чел.-ч/цикл.

Средняя трудоемкость текущего ремонта ПРМ за j-й цикл работ равна [10]:

$$T_{ср.трj} = \frac{t_{.тр.уд} \times L_{ц.срj}}{1000}, \quad (9)$$

где $t_{тр.уд}$ – удельная трудоемкость текущего ремонта автомобиля, чел.-ч/1000 км; $L_{ц.срj}$ – средний пробег ПРМ-А за j-й цикл полевых работ, км.

Бригада слесарей-ремонтников мобильного звена в начале смены затрачивает время на подготовительные операции ($t_{комп}$): получение и сдачу наряда; получение материалов (электроды, ветошь, заправка сварочных баллонов); комплектование ПРМ оборотным фондом СЧМ.

Продолжительность времени, затраченного на развертывание-свертывание ПРМ-А ($t_{р.сj}$), определяется следующими операциями: приготовлением приспособлений, инструмента к работе непосредственно в поле для устранения последствий отказов и уборка их в конце работы; осмотром и опробованием оборудования (слесарное, сварочное, подъемные механизмы); уборкой рабочего места в конце смены (удаление стружки, опилок, ветоши и т.д.)[11].

Отношение времени на передвижение ПРМ к продолжительности смены назовем коэффициентом мобильности ремонтной мастерской $τ_{xx}$ [12]:

$$\tau_{xxj} = \frac{t_{xxj}}{t_{смj}} = \frac{L_{c.c}}{\upsilon \times t_{смj}}, \quad (10)$$

где υ – средняя эксплуатационная скорость движения ПРМ, км/ч.; Lc.c – среднесуточный пробег ПРМ-А, км.

Отношение продолжительности времени простоя мобильного звена и полевого агрегата в ожидании доставки при отсутствии СЧМ в оборотном фонде ПРМ назовем коэффициентом потерь времени смены мобильным звеном на ожидание доставки СЧМ, которой нет в оборотном фонде ПРМ, $τ_{ожj}$:

$$\tau_{ожj} = \frac{t_{ожj}}{t_{смj}}. \qquad (11)$$

Продолжительность простоя мобильного ремонтного звена и агрегата в ожидании доставки СЧМ, которая отсутствует в оборотном фонде ПРМ-А, определяем по следующей методике:

$$t_{ож} = \frac{\sum_{p=1}^{k} Q_{сч.jp}^{пл} \times (1-\lambda) \times t_{ср}}{Д_{рj} \times К_{см}}, ч, \qquad (12)$$

где $\sum_{p=1}^{k} Q_{сч.jp}^{пл}$ – плановый объем потребления составных частей в j-м цикле работ, шт. Плановый объем потребления составных частей СЧМ рассчитывается на основе статистических экспериментальных данных по предыдущим аналогичным циклам работ машинно-тракторных агрегатов; λ – доля наличия составных СЧМ в оборотном фонде ПРМ; $t_{ср}$ – средняя продолжительность доставки СЧМ, ч.

Выразим долю оборотного фонда по следующему уравнению [13]:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n} O_{сч.ij}^{ф}}{\sum_{p=1}^{k} O_{сч.pj}^{пл}}, \qquad (13)$$

где $\sum_{i=1}^{n} O_{сч.ij}^{ф}$ – фактическое наличие n составных i-х СЧМ частей на ПРМ в j-й цикл работ, шт.

Определим фактическое наличие СЧМ из плановых k-х составных частей оборотного фонда в j-м цикле работ:

$$\sum_{i=1}^{n} O_{сч.ij}^{ф} = \sum_{p=1}^{k} O_{сч.pj}^{пл} \times \lambda, шт. \qquad (14)$$

При этом должно соблюдаться условие:

$$при \;\; \lambda = 1 \;\; t_{ожj} = 0; \quad при \;\; \lambda = 0 \;\; t_{ожj} \to \max;$$

Доля наличия составных частей в передвижной ремонтной мастерской зависит от количества обслуживаемых агрегатов, их конструктивной сложности, безотказности, цены обменного агрегата или СЧМ.

С учетом уравнений (7), (8)–(14) выражение (5) будет иметь следующий вид:

$$\tau_{uj} = 1 - \frac{1}{t_{смj}} \times \left(\begin{array}{l} t_{eoj} + \dfrac{\sum_{i=1}^{k} T_ц}{Д_{рj} \times K_{см} \times N_{чел}} + \dfrac{t_{тр.уд} \times L_{ц.срj}}{1000 \times Д_{рj} \times K_{см} \times N_{чел}} + t_{компj} \\ + t_{р.сj} - \dfrac{L_{с.с}}{\upsilon} - \dfrac{\sum_{p=1}^{k} Q_{сч.j}^{пл} \times (1-\lambda) \times t_{ср}}{Д_{рj} \times K_{см}} \end{array} \right) . \quad (15)$$

С учетом (2) фонд полезных трудозатрат мобильного звена по восстановлению работоспособности агрегатов будет изменяться пропорционально уменьшению или увеличению коэффициента использования рабочего времени смены звена:

$$Ф_{п.звj} = t_{смj} \times \left(1 - \tau_{соj} - \tau_{ххj} - \tau_{ожj}\right) \times N_{чел} \times K_{см}, чел.-ч. \quad (16)$$

Используя аналитические выраженные закономерности изменения баланса времени смены мобильного звена, коэффициентов использования рабочего времени смены и потерь времени из-за ожидания недостающих в оборотном фонде СЧМ, исследуем их влияние на величину полезного фонда трудозатрат мобильного звена.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ расчетов (табл. 1–3, рис. 1) показал следующее. При средней эксплуатационной скорости 30 км/ч и среднесуточном пробеге ПРМ-А 40 км фонд полезных трудозатрат составит 501 чел.-ч, при той же скорости с увеличением среднесуточного пробега до 120 км – $Ф_{п.зв}$ = 128 чел.-ч (табл. 1).

С увеличением эксплуатационной скорости до 40 км/ч и среднесуточном пробеге ПРМ-А в 40 км фонд полезных трудозатрат будет равен 528 чел.-ч, при той же скорости с увеличением среднесуточного пробега до 120 км – $Ф_{п.зв}$ = 208 чел.-ч (табл. 2).

С увеличением эксплуатационной скорости до 50 км/ч и среднесуточном пробеге ПРМ-А в 40 км фонд полезных трудозатрат равен 544 чел.-ч, при той же скорости с увеличением среднесуточного пробега до 120 км – $Ф_{п.зв}$ = 256 чел.-ч (табл. 3).

Основной причиной сокращения величины фонда полезных трудозатрат при увеличении среднесуточного пробега является увеличение коэффициента мобильности $т_{хх}$ ПРМ и, как следствие, сокращение коэффициента полезного использования времени смены мобильного звена. Отмечаем, что расчет фонда полезных трудозатрат проводился при условии полного 100 % наличия в ПРМ оборотного фонда СЧМ, обменных агрегатов (λ = 1 и $т_{ож}$ = 0).

Далее анализируем результаты расчета фонда полезных трудозатрат мобильного звена при его различной обеспеченности оборотным фондом СЧМ (табл. 4–6, рис. 2). Среднесуточный пробег ПРМ, эксплуатационную скорость ее передвижения принимаем постоянными ($L_{сс}$ = 80 км, $V_р$ = 50 км/ч). При расчетах потерь времени смены мобильным звеном из-за ожидания доставки недостающих в оборотном фонде СЧМ $t_{ож}$ дополнительно варьировали величиной времени доставки $t_{ср}$ запасных частей к полевым агрегатам.

Таблица 1

Расчетные данные при изменении среднесуточного пробега ПРМ-А и скорости движения 30 км/ч

Фпл.т.прм	Др	tсм	ти	Nчел	Ксм	tр	tсо	tхх	tож	тсо	тхх	тож	Lс.с	v	Qпл	Qф	λ
501,36	20	10	0,63	2	2	6,27	2,4	1,33	0	0,24	0,13	0	40	30	40	40	1
408,04	20	10	0,51	2	2	5,10	2,9	2	0	0,29	0,2	0	60	30	40	40	1
314,72	20	10	0,39	2	2	3,93	3,4	2,67	0	0,34	0,27	0	80	30	40	40	1
221,41	20	10	0,28	2	2	2,77	3,9	3,33	0	0,39	0,33	0	100	30	40	40	1
128,09	20	10	0,16	2	2	1,60	4,4	4	0	0,44	0,4	0	120	30	40	40	1

Таблица 2

Расчетные данные при изменении среднесуточного пробега ПРМ-А и скорости движения 40 км/ч

Фпл.т.прм	Др	tсм	ти	Nчел	Ксм	tр	tсо	tхх	tож	тсо	тхх	тож	Lс.с	v	Qпл	Qф	λ
528,03	20	10	0,66	2	2	6,60	2,4	1	0	0,24	0,1	0	40	40	40	40	1
448,04	20	10	0,56	2	2	5,60	2,9	1,5	0	0,29	0,15	0	60	40	40	40	1
368,06	20	10	0,46	2	2	4,60	3,4	2	0	0,34	0,2	0	80	40	40	40	1
288,07	20	10	0,36	2	2	3,60	3,9	2,5	0	0,39	0,25	0	100	40	40	40	1
208,09	20	10	0,26	2	2	2,60	4,4	3	0	0,44	0,3	0	120	40	40	40	1

Таблица 3

Расчетные данные при изменении среднесуточного пробега ПРМ-А и скорости движения 50 км/ч

Фп.зв	Др	tсм	ти	Nчел	Ксм	tр	tсо	tхх	tож	тсо	тхх	тож	Lс.с	v	Qпл	Qф	λ
544,03	20	10	0,77	2	2	7,70	1,9	0,4	0	0,19	0,04	0	20	50	40	40	1
472,04	20	10	0,68	2	2	6,80	2,4	0,8	0	0,24	0,08	0	40	50	40	40	1
400,06	20	10	0,59	2	2	5,90	2,9	1,2	0	0,29	0,12	0	60	50	40	40	1
328,07	20	10	0,50	2	2	5,00	3,4	1,6	0	0,34	0,16	0	80	50	40	40	1
256,09	20	10	0,41	2	2	4,10	3,9	2	0	0,39	0,2	0	100	50	40	40	1

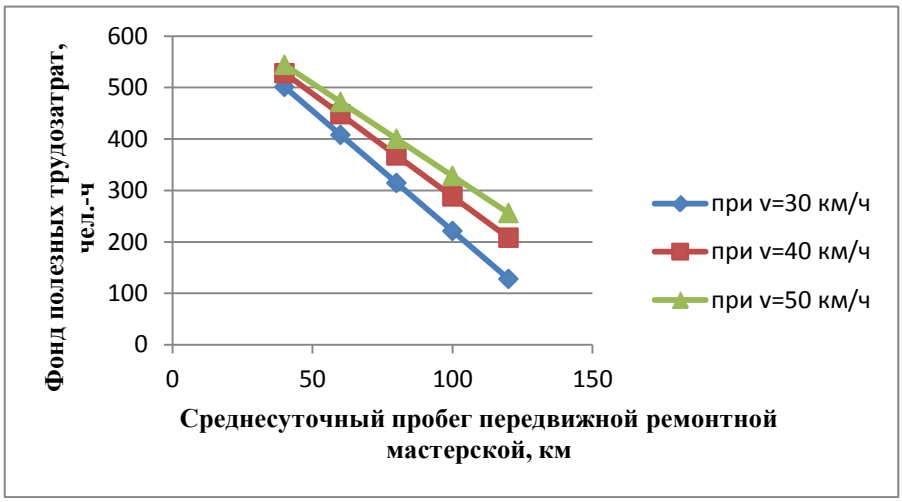


Рис. 1. Зависимость фонда полезных трудозатрат от среднесуточного пробега ПРМ-А

Данные расчетов показали следующее. При фактическом наличии в ПРМ-А 100 % СЧМ (λ = 1) фонд полезных трудозатрат звена за посевной цикл составит 400 чел.-ч. При времени доставки СЧМ, равном одному часу, при наличии запасных частей в ПРМ-А 20 % от плановой потребности (λ = 0,2) – $Ф_{п.мз}$ = 320 чел.-ч (табл. 4). При этом же количестве СЧМ в оборотном фонде ПРМ, но с увеличением продолжительности доставки запасных частей к агрегатам до 2 ч, – $Ф_{п.мз}$ = 240 чел.-ч (табл. 5), а если продолжительность доставки СЧМ к агрегатам будет равна 3 ч, то фонд полезных трудозатрат мобильного звена уменьшится за полевой цикл до 160 чел.-ч (табл. 6).

Таким образом, несмотря на относительно малые потери времени мобильного звена на передвижение ($т_{хх}$ = 0,16), сокращение фактического наличия СЧМ в оборотном фонде и увеличение продолжительности их доставки с центральных складов СХП, агрохолдинга или дилерами значимо, в 1,2 – 2,5 раза (табл. 4, 6, рис. 2) сокращает фонд полезных трудозатрат мобильного звена.

Таблица 4

Расчетные данные фонда полезных трудозатрат с учетом доли нахождения СЧМ в оборотном фонде и времени доставки их к ПРМ-А за 1 ч

Фпл.т.прм	Др	tсм	ти	Nчел.	Ксм	tр	tсо	tхх	tож	тсо	тхх	тож	Lс.с	v	Qпл	Qф	λ	tср
400,06	20	10	0,50	2	2	5,00	3,4	1,6	0	0,34	0,16	0	80	50	50	50	1	0
380,06	20	10	0,48	2	2	4,75	3,4	1,6	0,25	0,34	0,16	0,03	80	50	50	40	0,8	1
360,06	20	10	0,45	2	2	4,50	3,4	1,6	0,5	0,34	0,16	0,05	80	50	50	30	0,6	1
340,06	20	10	0,43	2	2	4,25	3,4	1,6	0,75	0,34	0,16	0,08	80	50	50	20	0,4	1
320,06	20	10	0,40	2	2	4,00	3,4	1,6	1	0,34	0,16	0,1	80	50	50	10	0,2	1

Таблица 5

Расчетные данные фонда полезных трудозатрат с учетом доли нахождения СЧМ в оборотном фонде и времени доставки их к ПРМ-А за 2 ч

Фпл.т.прм	Др	tсм	ти	Nчел.	Ксм	tр	tсо	tхх	tож	тсо	тхх	тож	Lс.с	v	Qпл	Qф	λ	tср
400,06	20	10	0,50	2	2	5,00	3,4	1,6	0	0,34	0,16	0	80	50	50	50	1	0
360,06	20	10	0,45	2	2	4,50	3,4	1,6	0,5	0,34	0,16	0,05	80	50	50	40	0,8	2
320,06	20	10	0,40	2	2	4,00	3,4	1,6	1	0,34	0,16	0,1	80	50	50	30	0,6	2
280,06	20	10	0,35	2	2	3,50	3,4	1,6	1,5	0,34	0,16	0,15	80	50	50	20	0,4	2
240,06	20	10	0,30	2	2	3,00	3,4	1,6	2	0,34	0,16	0,2	80	50	50	10	0,2	2

Таблица 6

Расчетные данные фонда полезных трудозатрат с учетом доли нахождения СЧМ в оборотном фонде и времени доставки их к ПРМ-А за 3 ч

Фпл.т.прм	Др	tсм	ти	Nчел.	Ксм	tр	tсо	tхх	tож	тсо	тхх	тож	Lс.с	v	Qпл	Qф	λ	tср
400,06	20	10	0,50	2	2	5,00	3,4	1,6	0	0,34	0,16	0	80	50	50	50	1	0
340,06	20	10	0,43	2	2	4,25	3,4	1,6	0,75	0,34	0,16	0,08	80	50	50	40	0,8	3
280,06	20	10	0,35	2	2	3,50	3,4	1,6	1,5	0,34	0,16	0,15	80	50	50	30	0,6	3
220,06	20	10	0,28	2	2	2,75	3,4	1,6	2,25	0,34	0,16	0,23	80	50	50	20	0,4	3
160,06	20	10	0,20	2	2	2,00	3,4	1,6	3	0,34	0,16	0,3	80	50	50	10	0,2	3

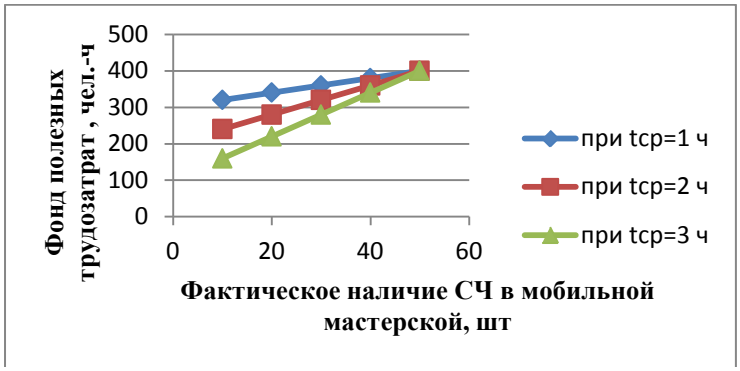


Рис. 2. Зависимость фонда полезных трудозатрат от фактического наличия составных частей в мобильной мастерской

Выводы

1. При функционировании мобильных звеньев по восстановлению работоспособности коэффициент полезного времени их использования в течение суток за полевой цикл может уменьшаться в 2–3 и более раз. Основными причинами этого являются увеличение потерь времени на самообслуживание ПРМ, их переезды к посевным комплексам для устранения последствий отказов, простои в ожидании доставки СЧМ из-за отсутствия их в оборотном фонде.

2. Как следствие предыдущего, фонд полезных трудозатрат мобильного звена по восстановлению работоспособности посевных комплексов сокращается пропорционально уменьшению коэффициента полезного использования ПРМ, что предопределяет увеличение количества мобильных звеньев в полевой цикл. Невыполнение этого условия в разы увеличит простои высокопроизводительных потенциально и дорогостоящих посевных комплексов.

3. Использование при проектировании и организации процесса восстановления работоспособности механизированных комплексов в напряженные циклы полевых работ изложенной методики расчета полезных трудозатрат мобильных звеньев позволяет определить рациональные величины основных параметров процесса: количество ПРМ, их среднесуточный пробег и количество необходимого для устранения последствий отказов МТА СЧМ в оборотном фонде.

Литература

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Обоснование состава и планирование использования машинно-тракторного парка при возделывании зерновых культур в ПЗК ОАО «Птицефабрика Челябинская». – Челябинск, 2006. – 116 с.
2. *Гуляренко А.А.* Обоснование требований к безотказности и ремонтопригодности тракторов при использовании в растениеводстве Северного Казахстана (на примере тракторов 5–8 тягового класса): дис. … канд. техн. наук. – Челябинск, 2012. – 318 с.
3. *Шахов В.А., Аристанов М.Г., Ларионов Е.П.* Надежность зарубежной почвообрабатывающей техники в условиях Оренбургской области // Машинно-технологическая станция. – 2010. – № 6. – С. 24–26.
4. *Овсянников А.А., Петухов Д.А.* Надежность отечественных и зарубежных посевных машин // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 1. – С. 36–38.
5. *Плаксин А.М., Качурин В.В.* Восстановление работоспособности машинно-тракторных агрегатов мобильными звеньями // Вестн. ЧГАА. – 2011. – Вып. 58. – С. 134–137.
6. *Плаксин А.М., Качурин В.В.* Взаимосвязь процессов использования и восстановления работоспособности машинно-тракторных агрегатов в растениеводстве // Вестн. ЧГАА. – 2013. – Вып. 63. – С. 74–78.
7. *Шепелев С.Д.* Согласование параметров технических средств в уборочных процессах: дис. … д-ра техн. наук. – Челябинск, 2010. – 321 с.
8. *Гусак-Катрич Ю.А.* Охрана труда в сельском хозяйстве. – М.: Альфа-Пресс, 2007. – 176 с.
9. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986. – 72 с.
10. *Плаксин А.М., Мухамадиев Э.Г.* Технологический расчет производственных подразделений автотранспортного предприятия. – Челябинск: ЧГАУ, 2007. – 68 с.
11. www.HRM.ru (фотография рабочего времени).
12. *Плаксин А.М.* Энергетика машинно-тракторных агрегатов: учеб. пособие. – Челябинск: ЧГАУ, 2005. – 214 с.
13. *Стерлигова А.Н.* Управление запасами в цепях поставок: учебник. – М: ИНФРА-М, 2008. – 430 с.

УДК 330.341.42

Я.Л. Либерман, Ю.Д. Боярских, Л.Н. Горбунова

К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ В РАБОЧИХ МАШИНАХ

В статье приведена оценка экономического эффекта от повышения долговечности подшипников качения в рабочих машинах, которая позволяет производить сравнительный анализ применяемых мер в целях повышения качества подшипников и выбирать из них наиболее результативные.

***Ключевые слова**: подшипник, долговечность, экономический эффект.*

Ya.L. Liberman, Y.D. Boyarskikh, L.N. Gorbunova

TO THE ECONOMIC EFFECT ASSESSMENT FROM THE ROLL BEARING DURABILITY INCREASE IN THE WORKING MACHINES

The economic effect assessment from the roll bearing durability increase in the working machines that allows to conduct the comparative analysis of the used arrangements in order to improve the bearing quality and to choose the most effective from them is given in the article.

Key words: bearing, durability, economic effect.

Введение. Как известно, при эксплуатации рабочих машин различного, в том числе сельскохозяйственного назначения, зачастую выходят из строя подшипниковые узлы, что влечет за собой значительные экономические потери, обусловленные простоями и необходимостью внеплановых ремонтов машин. Для сокращения указанных потерь принимают разные меры, однако эффективность их неодинакова.

Цель исследований. Оценка экономического эффекта от повышения долговечности подшипников качения, которая позволила бы проводить сравнительный анализ упомянутых мер и выбирать из них наиболее результативные.

Задачи исследований. Определение финансовых затрат и экономических потерь от ремонта подшипников качения; анализ влияния на экономический эффект различных мер по повышению долговечности подшипников качения.

Методика и результаты исследований. Для выполнения указанного расчета обратимся вначале к определению финансовых затрат и экономических потерь от одного ремонта подшипникового узла некоторой машины. Очевидно, что они могут быть представлены как

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5, \text{ руб.}, \quad (1)$$

где Z_1 – затраты на новый подшипник и вспомогательные материалы; Z_2 – зарплата ремонтных рабочих; Z_3 – потери в связи с простоем станка; Z_4 – затраты на электроэнергию; Z_5 – амортизационные отчисления на восстановление ремонтного оборудования.

Ясно, что затраты на новый подшипник и вспомогательные материалы:

$$Z_1 = S_{ПОД} + S_{ВСП}, \text{ руб.},$$

где $S_{ПОД}$ – затраты на приобретение подшипника, обусловленные его ценой и расходами на доставку, руб.; $S_{ВСП}$ – затраты на промывочные и смазочные вещества, ветошь и т.п., руб.

Согласно [1], зарплата ремонтных рабочих Z_2 составляет:

$$Z_2 = T_{РЕМ} \cdot S_{РЕМ} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{СОЦ} \cdot k_{ПР} \cdot k_{П}, \text{ руб.},$$

где $T_{РЕМ}$ – трудоемкость работы, ч; $S_{РЕМ}$ – суммарная тарифная ставка, соответствующая разряду, к которому отнесена работа участвующих в ремонте рабочих, руб/ч; $k_{ДОП}$ – коэффициент, равный 1,12, учитывающий дополнительную заработную плату рабочих (выплаты за непроработанное время, предусмотренные законодательством о труде и коллективными договорами, оплату времени отпусков, плату за выполнение государ-

ственных и общественных обязанностей и т. п.); $k_{СОЦ}$ – коэффициент, равный 1,36, учитывающий единый социальный налог; $k_{ПР}$ – коэффициент, равный 1,12, учитывающий премию за работу по технически обоснованным нормам; $k_П$ – поясной коэффициент (для Урала, например, равный 1,15).

Потери в связи с простоем станка Z_3 можно рассчитать как:

$$Z_3 = T_{ПР}\ [(D/N_{ВР}) + S_{ОПР}],$$

где $T_{ПР}$ – время простоя станка по причине ремонта, ч; D – доход предприятия от продажи одного изделия, произведенного на станке, руб.; $N_{ВР}$ – норма времени обработки одного изделия, ч; $S_{ОПР}$ – суммарная часовая зарплата основных производственных рабочих, эксплуатирующих машину:

$$S_{ОПР} = 2 \cdot S_{ОР}/3,$$

где $S_{ОР}$ – суммарная тарифная ставка основных рабочих, соответствующая разряду, к которому отнесена работа, руб/ч.

Затраты на электроэнергию Z_4 нетрудно определить в соответствии с [2] как

$$Z_4 = T_{ОБ} \cdot M_{ОБ} \cdot S_Э \cdot K_С,\ \text{руб.},$$

где $T_{ОБ}$ – время использования ремонтного оборудования, питающегося электроэнергией в период одного ремонта, ч; $M_{ОБ}$ – мощность этого оборудования, кВт; $S_Э$ – тариф на электроэнергию, руб/(кВт·ч); $K_С$ – коэффициент спроса мощности, равный отношению мощности электрических приемников к установленной мощности (он обычно равен 0,7).

Что касается амортизационных отчислений на восстановление ремонтного оборудования, то их легко вычислить как

$$Z_5 = T_{ОБ} \cdot N_a \cdot S_{ОБ}/100,\ \text{руб.},$$

где $S_{ОБ}$ – балансовая стоимость ремонтного оборудования, руб.; N_a – часовая норма амортизации, %, равная

$$N_a = (1/T_{СЛ}) \cdot 100,$$

где $T_{СЛ}$ – срок службы ремонтного оборудования, ч.

Зная Z, можно далее рассчитать затраты Q на ремонты за весь срок службы R машины, однако для этого нужно предварительно определить количество ремонтов q подшипникового узла за этот срок:

$$q = R/L, \qquad (2)$$

где L – интервал между внеплановыми ремонтами.

Интервал L правомерно рассматривать как долговечность подшипника, его расчетный ресурс, который согласно [3] может быть найден по формуле

$$L = (10^6/60 \cdot n)\ (C/P)^m, \qquad (3)$$

где C – динамическая грузоподъемность подшипника, Н; P – эквивалентная нагрузка на подшипник, Н; n – частота вращения кольца подшипника, мин$^{-1}$; m – показатель степени кривой усталости подшипника, равный 3 для шарикоподшипников, 3,3 – для роликоподшипников.

Эквивалентная нагрузка P на подшипник в соответствии с [3] рассчитывается как

$$P = K_б \cdot K_Т\ (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a),\ \text{руб.},$$

где $K_б$ – коэффициент безопасности (он равен 1 при спокойной нагрузке без толчков, 1,0–1,2 – при легких толчках, кратковременных перегрузках до 125 % от номинальной нагрузки и 1,3–1,5 – при умеренных толчках, вибрации, кратковременных перегрузках до 150 % от номинальной нагрузки); $K_Т$ – температурный ко-

эффициент, равный 1 при температуре подшипника $t_{под}$ < 105°С и (108 + 0,4$t_{под}$)/150 при $t_{под}$ = 105–250 °С; X – коэффициент радиальной нагрузки; V – коэффициент вращения, равный 1 при вращении внутреннего кольца относительно направления нагрузки, 1,2 – при вращении наружного кольца; Y – коэффициент осевой нагрузки; F_r и F_a – соответственно радиальная и осевая нагрузки, действующие на подшипник, Н.

Коэффициенты X и Y зависят от типа подшипника и характера его нагружения. Для подшипников с короткими цилиндрическими роликами принимают X = 1 и Y = 0. Для упорных подшипников принимают X = 0 и Y = 1. Для радиально-упорных шариковых однорядных подшипников значения коэффициентов определяются в зависимости от отношения $F_a/(V \cdot F_r)$ – параметра осевого нагружения *e*.

Для шариковых радиальных однорядных подшипников [3]:

$$e = 0{,}518\ (F_a/C_0)^{0{,}24} \text{ и } X = 0{,}56,$$

где C_0 – статическая грузоподъемность подшипника, Н;

для шариковых радиально-упорных подшипников типа 36000 [3]:

$$e = 0{,}574\ (F_r/C_0)^{0{,}215} \text{ и } X = 0{,}46;$$

для подшипников типа 46000 [3]:

$$e = 0{,}68 \text{ и } X = 0{,}41;$$

для подшипников типа 66000 [3]:

$$e = 0{,}99 \text{ и } X = 0{,}36.$$

Если $F_a/(V \cdot F_r) \le e$, то осевая нагрузка не влияет на долговечность этих подшипников и при расчете принимают X = 1 и Y = 0.

При $F_a/(V \cdot F_r) > e$, полагают X = 0,44, а Y = (1 – X)/e. Учитывая это, а также используя выражения (1)–(3), можно получить формулу расчета Q для разных типов подшипников и различных условий их эксплуатации:

$$Q = q \cdot Z = [60 \cdot n \cdot R \cdot Z \cdot K_б^m K_T^m (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a)^m]/(10^6 \cdot C^m). \quad (4)$$

Применяя различные методы повышения долговечности подшипников, можно создать экономический эффект ΔQ, влияя практически на все величины, входящие в выражение (4). Так, например, повышение качества подшипников обусловливает увеличение их динамической грузоподъемности C, изменение условий эксплуатации влечет за собой уменьшение нагрузок F_r и F_a, коэффициента безопасности $K_б$ и иногда частоты вращения n, а применение прогрессивных средств охлаждения подшипников снижает температуру $t_{под}$ и уменьшает K_T.

Изменение перечисленных величин соответственно на ΔC, ΔF_r, ΔF_a, Δn, $\Delta K_б$ или ΔK_T обеспечивает изменение Q на ΔQ, которое в общем случае можно вычислить через частные производные как

$$\Delta Q = (\partial Q/\partial C) \cdot \Delta C + (\partial Q/\partial F_r)\, \Delta F_r + (\partial Q/\partial F_a)\, \Delta F_a +$$

$$+ (\partial Q/\partial n)\, \Delta n + (\Delta Q/\Delta K_б)\, \Delta K_б + (\partial Q/\partial K_T) \cdot \Delta K_T. \quad (5)$$

Некоторые из этих производных найти легко:

$$\partial Q/\partial C = -[60 \cdot n \cdot m \cdot R \cdot Z \cdot K_б^m K_T^m (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a)^m]/(10^6 \cdot C^{m+1}); \quad (6)$$

$$\partial Q/\partial n = [60 \cdot R \cdot Z \cdot K_б^1 K_T^m (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a)^m]/(10^6 \cdot C^m);$$

$$\Delta Q/\Delta K_б = [60 \cdot n \cdot m \cdot R \cdot Z \cdot K_б^{m-1} \cdot K_T^m (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a)^m]/(10^6 \cdot C^m);$$

$$\partial Q/\partial K_T = [60 \cdot n \cdot m \cdot R \cdot Z \cdot K_б^m \cdot K_T^{m-1} (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a)^m]/(10^6 \cdot C^m).$$

Что касается производных Q по F_r и F_a, то их найти несколько сложнее. В принципе для этого следует выражение $(X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a)m$ разложить в ряд, а затем продифференцировать его члены по F_r и F_a. Однако формулы, полученные подобным образом, оказываются весьма громоздкими. Поэтому, принимая во внимание, что F_r и F_a обычно изменяются совместно, отыскание величин

$$(\partial Q/\partial F_r)\,\Delta F_r \quad \text{и} \quad (\partial Q/\partial F_a)\,\Delta F_a,$$

входящих в выражение (5), удобнее производить не по отдельности, а в сумме, причем не через производные, а через разность затрат Q при старых F_{r1} и F_{a1} и новых F_{r2} и F_{a2} значениях F_r и F_a как

$$\Delta Q_F = 60 \cdot n \cdot R \cdot Z \cdot K_б^m K_T^m\,[(X \cdot V \cdot F_{r2} + Y \cdot F_{a2})^m - (X \cdot V \cdot F_{r1} + Y \cdot F_{a1})^m]/(10^6 \cdot C^m). \qquad (7)$$

Выражение (5) в таком случае окончательно примет вид:

$$\Delta Q = \Delta Q_F + (\partial Q/\partial C) \cdot \Delta C + (\partial Q/\partial n)\,\Delta n + (\Delta Q/\Delta K_б)\,\Delta K_б + (\partial Q/\partial K_T) \cdot \Delta K_T. \qquad (8)$$

Рассчитав первоначальные затраты на ремонты через первоначальные значения величин, входящих в (1), и определив, какие приращения переменных в (8) даёт тот или иной метод повышения долговечности интересующих нас подшипников, с помощью формул (6) и (7) по формуле (8) можно затем вычислить ΔQ, соответствующие каждому методу или их совокупностям и сравнить их друг с другом. Разумеется, что при сравнении следует учитывать и затраты Z_M на реализацию применяемых методов. Таким образом, окончательно искомый экономический эффект определится как

$$\Delta Q_{OK} = \Delta Q - Z_M = \Delta Q - Z_{M1} - Z_{M2}, \text{ руб.},$$

где Z_{M1} – единовременные затраты; Z_{M2} – эксплуатационные затраты на реализацию метода за весь период его применения.

Проиллюстрируем использование предлагаемой методики примером. Пусть имеется станок с ЧПУ, у которого передняя опора шпиндельного узла построена на однорядном шариковом радиально-упорном подшипнике марки 46205. Динамическая грузоподъемность такого подшипника согласно [2] равна 71,8 кН. Подшипник работает в довольно тяжелых условиях: нагрузки F_r и F_a на него равны соответственно 8,0 и 3,1 кН; на подшипник действуют вибрации, обусловливающие $K_б$ = 1,4; его наружное кольцо вращается с частотой 5000 об/мин. Температура подшипника 180°С, что соответствует температурному коэффициенту K_T = 1,2. Срок службы машины 20 лет.

Найдем затраты Z на один ремонт подшипникового узла. Затраты на новый подшипник и вспомогательные материалы:

$$Z_1 = 550 + 50 + 600 \text{ руб.}$$

Полагая, что продолжительность одного ремонта T_{PEM}= 1 ч, ремонт выполняется двумя слесарями 5 разряда, для которых S_{PEM} = 75,6 руб/ч [4], вычислим зарплату рабочих:

$$Z_2 = 1 \cdot 75{,}6 \cdot 1{,}12 \cdot 1{,}3 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}15 = 151{,}9 \text{ руб.}$$

Если считать, что машина обслуживается оператором-наладчиком 6 разряда, то при тарифной ставке 1 разряда 66,5 руб/ч и межтарифном коэффициенте 4,88 суммарная часовая зарплата составит:

$$S_{ОПР} = 2 \cdot 66{,}5 \cdot 4{,}88/3 = 216{,}3 \text{ руб.}$$

Допустим далее, что доход от изготовления на рассматриваемой машине одной детали D = 285 руб., а норма времени на ее изготовление $N_{ПР}$ = 0,25 ч.

Тогда

$$Z_3 = 1 \cdot [(285/0{,}25) + 216{,}3] = 1356{,}3 \text{ руб.}$$

Используя при ремонте в течение 0,2 ч гайковёрт мощностью $M_{ГВ}$ = 0,08 кВт и в течение 0,3 ч таль мощностью $M_{ГВ}$ = 0,25 кВт, при тарифе на электрическую энергию $S_Э$ = 2,5 руб/(кВт · ч) получим:

$$Z_4 = 0,2 \cdot 0,08 \cdot 0,7 \cdot 2,5 + 0,3 \cdot 0,25 \cdot 0,7 \cdot 2,5 = 0,2 \text{ руб.}$$

Если срок службы гайковерта 5 лет, а тали 15 лет, то амортизационные отчисления на восстановление ремонтного оборудования составят:

$$Z_5 = [(5000 \cdot 0,05)/46200] + [(20000 \cdot 0,25)/138600] = 0,04 \text{ руб.}$$

В результате

$$Z = 600 + 151,9 + 1356,3 + 0,2 + 0,04 = 2108,4 \text{ руб.}$$

При реальном расчете Z_4 и Z_5 ввиду их малости можно опустить, однако здесь мы их оставляем, поскольку иллюстрируем методику.

Предположим, что для повышения долговечности машина снабжена системой термостабилизации подшипникового узла, обеспечивающей интенсивную смазку подшипников не маслом, а масляным туманом. Такая система имеет первоначальную стоимость Z_{M1} = 45000 руб., а годовые эксплуатационные затраты на неё составляют Z_{M2} = 5000 руб. Из экспериментов известно, что подобная система позволяет снизить температуру подшипника до 100°С, что соответствует K_T = 1 и ΔK_T = 0,2. Величины ΔС, Δn и прочие при этом будут равны нулю, поскольку применённая система термостабилизации ни на какие параметры, входящие в (6) и (7), кроме K_T, не влияет.

По формуле (6) найдём

$$\partial Q/\partial K_T = [60 \cdot 5000 \cdot 3 \cdot 175200 \cdot 2108,4 \cdot 1,4^3 \cdot 1\ (0,41 \cdot 1 \cdot 8 + 0,87 \cdot 3,1)^3]/(10^6 \cdot 71,8^3) = 526247,6 \text{ руб.}$$

и далее

$$\Delta Q = 526247,6 \cdot 0,2 = 105249,5 \text{ руб.}$$

Учитывая это, получим искомый экономический эффект:

$$\Delta Q_{ОК} = 105249,5 – 45000 – 5000 = 55249,5 \text{ руб.}$$

Допустим теперь, что система термостабилизации применяется совместно с улучшением условий эксплуатации машины. В частности, при её работе исключаются вибрации, что влечёт за собой уменьшение $K_б$ на $\Delta K_б$ = 0,4. При этом затраты на уменьшение $K_б$ пренебрежимо малы.

Тогда по формуле (6) получим:

$$\partial Q/\partial K_б = [60 \cdot 5000 \cdot 3 \cdot 175200 \cdot 2108,4 \cdot 1 \cdot 1\ (0,41 \cdot 1 \cdot 8 + 0,87 \cdot 3,1)^3]/(10^6 \cdot 71,8^3) = 191781,2 \text{ руб.}$$

и

$$105249,5 + 191781,2 \cdot 0,4 = 181962 \text{ руб.},$$

а экономический эффект будет равен:

$$\Delta Q_{ОК} = 181962 – 45000 – 5000 = 131962 \text{ руб.}$$

Подобный расчёт можно выполнить при использовании и иных методов повышения долговечности подшипников. Однако перед ним, определяя ΔQ, необходимо учитывать, что параметры Δn, ΔQ_F и другие в выражении (8) могут быть взаимозависимыми. Это может потребовать предварительного экспериментального установления их взаимосвязей. Тем не менее, зная эти взаимосвязи, исходные данные для рассмотренного экономического расчета можно подготовить более точно.

Выводы

Оценка экономического эффекта от повышения долговечности подшипников качения различными методами, например, повышение качества подшипников, использование прогрессивных средств их охлаждения, изменение условий эксплуатации станков, уменьшение вибраций и других позволяет выбирать из них наиболее результативные.

Литература

1. Экономическое обоснование технических и организационных решений в дипломных проектах: метод. указания / сост. *Т.Е. Дашкова*, *В.А. Шабалина*. – Екатеринбург, 2005. – 46 с.
2. *Жолобов А.А., Барановский А.Г., Высоцкий В.Т.* Экономика и организация машиностроительного производства. Дипломное проектирование: учеб. пособие /под ред. *А.А. Жолобова*. – Минск: Изд-во Гревцова, 2011. – 328 с.
3. *Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б.* Расчет на прочность деталей машин: справочник. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.
4. http://www.works.doklad.ru/view/OGYgmGSLTxI/4.html.

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ

УДК 625.084/085:625.855.3

Н.Ю. Клиндух, А.В. Цыганкова, С.В. Шилкин

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА В СРЕДЕ «MATLAB+SIMULINK»

Авторами статьи разработана программа моделирования привода виброуплотняющего оборудования. Приведены схемы агрегатов гидропривода с поступательным движением и их математические модели.

***Ключевые слова**: привод, насос, распределитель, трубопроводы, гидросхема, макроблок, «MATLAB+SIMULINK», давление, плотность, рабочая жидкость.*

N.Yu. Klindukh, A.V. Tsygankova, S.V. Shilkin

HYDRAULIC DRIVE MODELING IN THE “MATLAB+SIMULINK” ENVIRONMENT

The program for modeling the vibrating compacting equipment drive is developed by the authors of the article. The schemes of the hydraulic drive aggregates with the progressive movement and their mathematical models are given.

Key words: drive, pump, distributor, pipelines, hydroscheme, macroblock, «MATLAB+SIMULINK», pressure, density, working liquid.

Введение. Рабочий процесс привода виброуплотняющего оборудования является сложной динамической системой. Использование програмной среды «MATLAB+Simulink» при моделировании привода виброуплотняющего оборудования дает возможность анализировать структуру и влияние параметров системы, решить задачу синтеза путем подбора корректирующих элементов.

Цель исследований. Формирование математической модели привода виброуплотняющего оборудования для исследования динамических режимов работы оборудования.

Материалы и методы исследований. Для моделирования привода виброуплотняющего оборудования использована программная оболочка в среде «MATLAB» [1]. Эта система является идеальным средством для реализации всех видов моделирования: аналитического, численного, имитационного и ситуационного. Система имеет мощные средства диалога, графики и комплексной визуализации, а также многочисленные программные пакеты для расширения функций системы: символического дифференцирования и интегрирования, идентификации систем, построения и исследования искусственных нейронных систем, обработки сигналов и изображений, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и т.д.

Одним из таких пакетов системы «MATLAB» является пакет визуального имитационного и ситуационного моделирования «Simulink», позволяющий исследовать многие линейные и нелинейные блочные динамические системы и устройства произвольного назначения. Модель создается из стандартных функциональных графических блоков, набор которых в пакете очень велик и постоянно расширяется. Параметры блоков задаются с помощью удобных диалоговых панелей

Гидросистема привода виброуплотняющего оборудования содержит источник питания (насос), пропорциональный распределитель, гидроцилиндр и трубопроводы (полости). Для моделирования гидропривода разработана математическая модель элементов гидросистемы. Программа гидросистемы, набранная в среде «Matlab-Simulink», приведена на рис. 1.

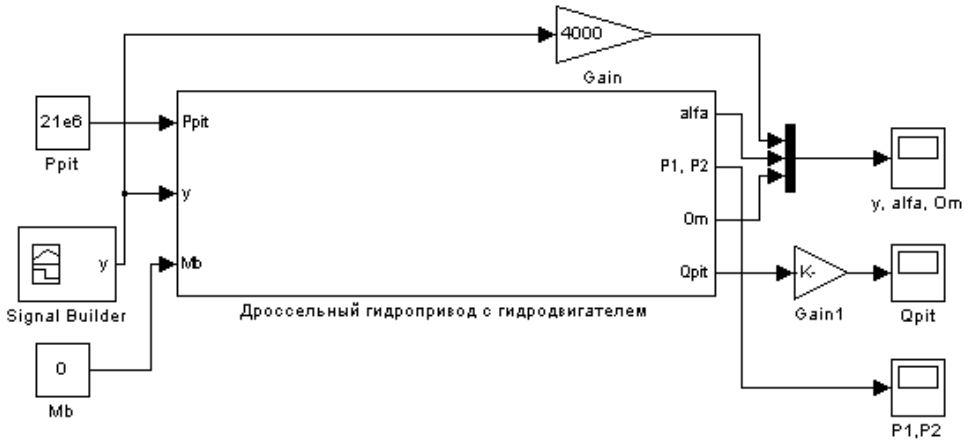


Рис. 1. Схема дроссельного гидропривода виброуплотняющего оборудования, набранная в среде «MATLAB-SIMULINK»

В качестве входных данных для модели использовались: постоянное давление питания (P0 = 21 МПа), внешний возмущающий момент (Mb = 0) и сигнал, соответствующий значению плунжера (ymax = 0,3 мм), который меняется по времени и задается при помощи функции “Signal Builder” в ПК “MATLAB”.

Все постоянные значения параметров макроблоков модели гидропривода задавались при помощи “М-файла” в отдельном текстовом документе, имеющем следующий вид:

коэффициент утечек в дренаж Ly, м^3*с/Па; Ly=1e-11; коэффициент перетечек между полостями Lp, м^3*с/Па; Lp=4e-12; модуль объемной упругости жидкости Еж, Па; Eg=9,0e8; Eg3=1e9; объем полости 1 V, м^3; Wp1=0,0005; объем полости 2 V, м^3; Wp2=0,0005; объем полости 3 V, м^3; Wp3=1e-3; момент инерции Jgd, кг*м^2; Jgd=200; коэффициент скоростного сопротивления fgd, Нм с/рад; fgd=100; максимальное давление в полостях 1,2 pmax, МПа; pmax=50e6; максимальное давление в полости 3 pmax, МПа; pmax3=25e6; минимальное давление в полости 3 pmin, МПа; pmin3=1e6; давление слива Psl, МПа; Psl=0,3e6; плотность жидкости ро, кг/м^3; ро=800; диаметр золотника D, м; D=0,005; коэффициент использования периметра kp; kp=0,5; радиальные зазор dz, м; dz=0; коэффициент расхода u; u=0,71; gnmax=0,523; kdin=0; kreg=1e-7; kn=1,2e-3.

Результаты исследований и их обсуждение. Математическая модель насоса гидропривода разработана в соответствии со схемой, приведенной на рис. 2, *а*. Блок-схема гидравлического насоса приведена на рис. 2, *б*.

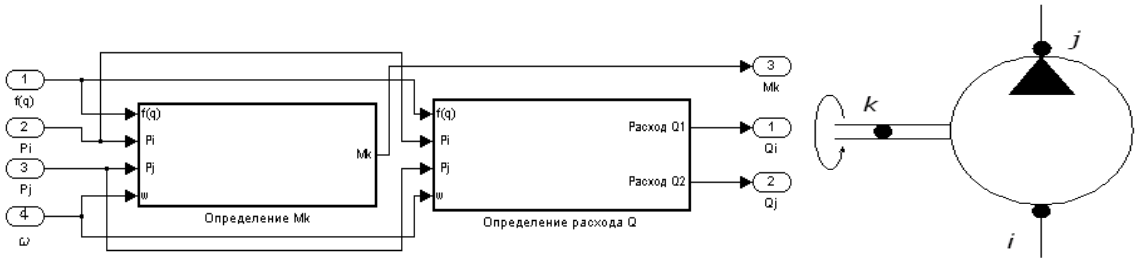
Работа насоса описывается уравнением моментов на валу (узел *k)* и уравнения потоков на входе *(i)* и выходе *(j)* с учетом объемных потерь [1].

При этом неравномерность подачи вследствие кинематических особенностей насоса и сжимаемости жидкости в полостях не учитывается.

$$M_k = q_н f(q)(p_j - p_i) + a_\omega \frac{\omega_в}{u_д} + a_p \left| p_j - p_i \right| + a ,$$

$$Q_{i,j} = q_н f(q) \frac{\omega_в}{u_д} \pm k_{ут} p_{i,j} ,$$

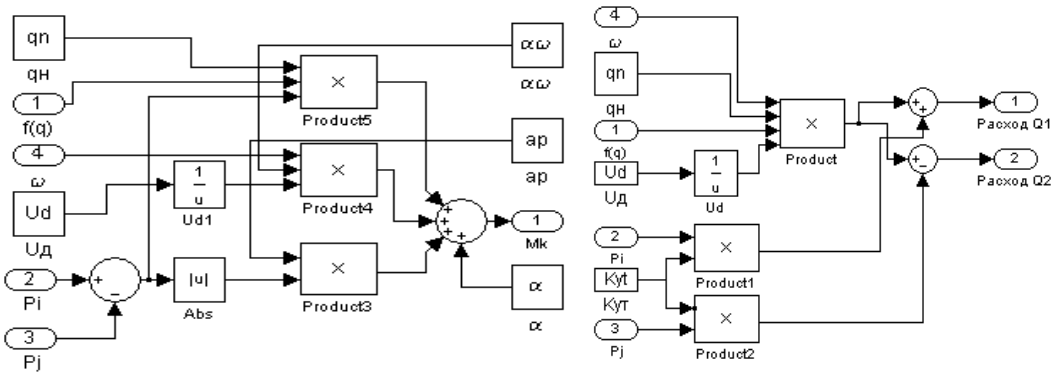
где $q_н$ – максимальный рабочий объем насоса; *f(q)* – параметр регулирования; – 1 $\leq$ f(q) $\leq$ 1; $\omega_в$ – угловая скорость вала двигателя (дизеля); a_ω – коэффициент гидромеханических потерь, зависящих от угловой скорости; a_P – коэффициент гидромеханических потерь, зависящих от давления; *а* – постоянная гидромеханических потерь; $u_д$ – передаточное число редуктора; $k_{ут}$ – коэффициент объемных потерь насоса; для *Qi,* p_i , принимается знак «плюс», для *Qj,* p_j – «минус».



а б

Рис. 2. Расчетная схема (а) и блок-схема (б) насоса

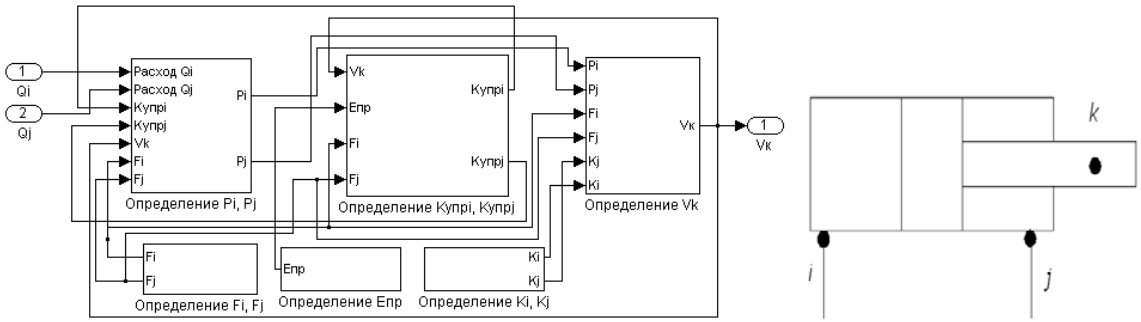
Моделирование насоса по параметру крутящего момента и расхода рабочей жидкости выполняется по схеме, приведенной на рис. 3, *а, б.*



а б

Рис. 3. Макроблоки определения крутящего момента (а) и расхода рабочей жидкости (Qi uQj) (б)

Динамика гидроцилиндра, расчетная схема которого приведена на рис. 4, *а,* описывается уравнениями поступательного движения поршня (узел *k)* под действием сил давления, внешней нагрузки, сил трения и уравнениями расходов на входе *(i)* и выходе *(j)* с учетом сжимаемости жидкости в полостях. На рисунке 4, *б* приведена блок-схема гидроцилиндра, содержащая макроблоки по моделированию расхода рабочей жидкости (Q), коэффициента упругости рабочей жидкости (Купр), скорости выдвижения штока гидроцилиндра (Vk), усилия (F), приведенного объемного модуля упругости полости с жидкостью (Епр), коэффициентов пропорциональности между давлениями в полостях I (i) и II(j) и силой трения в манжетных уплотнениях (К).



а б

Рис. 4. Расчетная схема (а) и блок-схема гидроцилиндра (б)

$$\dot{\upsilon}_k = m^{-1}\left[p_i F_i - p_j F_J - h\upsilon_k - (R^0_{mp} + k_i p_i + k_j p_j) sign\upsilon_k - R_Ц \right];$$

$$\dot{z}_k = \upsilon_k, 0 \le z_k \le L_ц; \quad \dot{p}_i = \frac{Q_i - F_i \upsilon_k}{k_{упрi}}; \quad \dot{p}_j = \frac{F_j \upsilon_k - Q_j}{k_{упрj}};$$

$$k_{i,j} = \frac{\pi}{2} f(D_ц + D_{i,j})H; \quad k_{упрi} = \frac{\Delta V_i + z_k F_i}{E_{пр}}; \quad k_{óiðj} = \frac{\Delta V_j + (L_ö - z_k)F_j}{E_{ið}};$$

$$E_{пр} = \frac{E_ж}{1 + \frac{D_ц}{\delta}\frac{E_ж}{E_{ст}}},$$

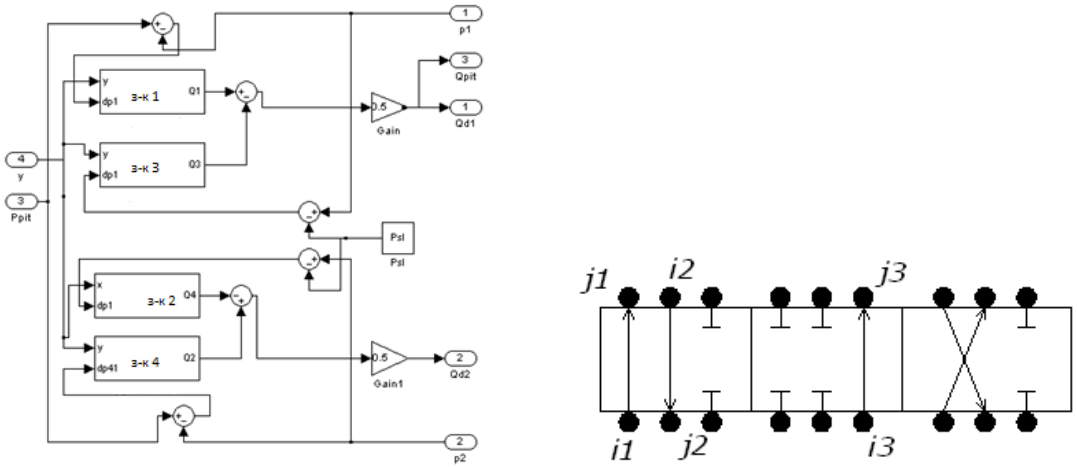
где υ_k – скорость поршня; *m* – приведенная к штоку масса подвижных частей гидроцилиндра;

$F_i = \pi(D_ц^2 - D_i^2)/4$ рабочая площадь поршня в полости I, примыкающей к узлу *i* (здесь $D_ц$ – диаметр цилиндра; *Di* – диаметр штока в полости I); $F_j = \pi(D_ц^2 - D_j^2)/4$ – рабочая площадь поршня в полости II, примыкающей к узлу j (здесь *Dj* – диаметр штока в полости II); *h* – коэффициент вязкого трения; $R_{тр}^0$ – сила трения в манжетных уплотнениях при отсутствии давления; $R_ц$ – усилие на штоке; $L_ц$ – ход поршня; f – коэффициент трения уплотнения по поверхности цилиндра; H – высота манжетного уплотнения; ΔV^i и V_j – мертвые объемы полостей *I* и *II*; Епр – приведенный объемный модуль упругости полости с жидкостью; $E_ж$ –объемный модуль упругости рабочей жидкости; δ – толщина стенки цилиндра; $E_{ст}$ – модуль упругости материала стенки цилиндра.

Макроблок “Золотник” реализует математическую модель дросселирующего распределителя на примере четырехщелевого цилиндрического золотника при произвольной гидравлической нагрузке. Расчетная схема и блок-схема золотника приведены на рис. 5, *а, б*. Расход через местное сопротивление золотника выражается зависимостью:

$$\dot{Q}_{rs} = B\left[\mu f_{rs}(z) sign(p_r - p_s)\sqrt{\frac{2}{\rho}|p_r - p_s|} - Q_{rs}\right],$$

где $f_{rs}(z)$ – площадь проходного сечения канала золотника, соединяющего узлы на входе *(i)* и выходе *(j)*, в функции перемещения золотника *z*, максимальное значение которой равно $\pi D_y^2/4$ (здесь D_y – условный проход).



а б

Рис. 5. Расчетная схема (а) и блок-схема золотника (б)

Учтены рекуперативные динамические режимы при произвольном давлении питания. Скорость движения золотника регулируется сигналом управления его распределителем. При таком управлении изменяется продолжительность пребывания распределителя в крайнем положении, что позволяет уменьшать или увеличивать среднюю скорость движения выходного звена. Однако дискретное переключение распределителя обычно сопровождается колебаниями давлений в напорной и сливной магистралях, а также в каналах аппарата управления и полостях исполнительного двигателя, что может вызвать повреждение элементов привода.

Гидроприводы большинства мобильных машин характеризуются сравнительно малой длиной простых участков трубопроводов, редко достигающей 5 м, и относительно невысоким быстродействием направляющей гидроаппаратуры. Рабочее давление достигает 20 МПа, а в отдельных случаях 30 МПа. В этих условиях, как показывают специальные исследования, для описания динамических процессов в трубопроводах с жидкостью допустима математическая модель с сосредоточенными параметрами на входе *(i)* и выходе *(j)*. Расчетная схема и блок-схема трубопровода приведены на рис. 6*, а, б*.

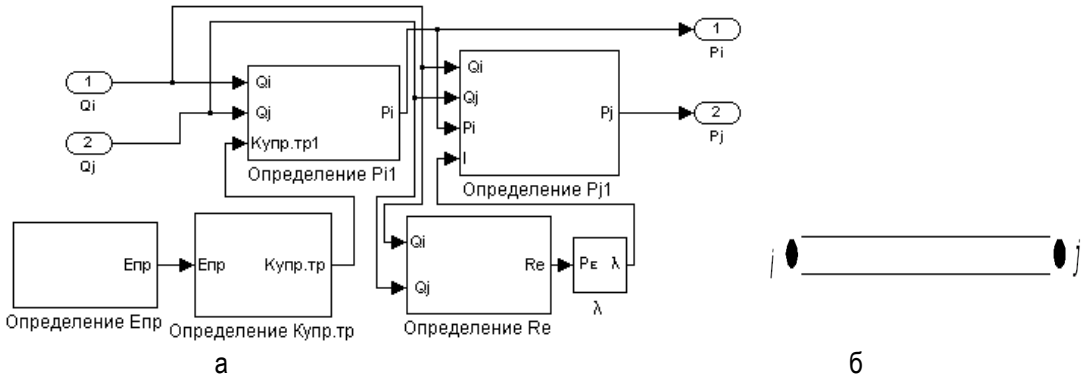


Рис. 6. Расчетная схема (а) и блок-схема трубопровода (б)

$$\dot{p}_i = \frac{Q_i - Q_j}{k_{упр.тр}}; \quad p_j = p_i - \lambda \frac{8\rho L_{тр}}{\pi^2 d_{тр}^5} \left| \frac{Q_i + Q_j}{2} \right| \frac{Q_i + Q_j}{2}; \quad k_{упр.тр} = \frac{\pi d_{тр}^2 L_{тр}}{4E_{пр}};$$

$$E_{пр} = \frac{E_{ж}}{1 + \frac{d_{тр}}{\delta_{тр}} \frac{E_{ж}}{E_{ст}}}; \quad \lambda = \begin{cases} 75/\mathrm{Re} & при \ \mathrm{Re} \le 2300 \\ 0.31464\,\mathrm{Re}^{-0.25} & при \ \mathrm{Re} > 2300 \end{cases}; \quad \mathrm{Re} = \frac{2\left|Q_i + Q_j\right|}{\pi d_{тр} \nu_{ж}},$$

где $k_{упр.тр}$ – коэффициент упругости трубопровода с жидкостью; $d_{тр}$ – диаметр трубопровода; $L_{тр}$ – длина трубопровода; $E_{пр}$ – приведенный объемный модуль упругости трубопровода с жидкостью; $E_{ж}$ – модуль упругости жидкости; $\delta_{тр}$ – толщина стенки трубопровода; $E_{ст}$ – модуль упругости материала трубопровода); λ – коэффициент потерь по длине; Re – число Рейнольдса, $\nu_{ж}$ – кинематическая вязкость жидкости; ρ – плотность рабочей жидкости.

Блок-схема трубопровода содержит пять макроблоков по определению плотности рабочей жидкости, приведенного объемного модуля упругости трубопровода с жидкостью, коэффициента упругости трубопровода с жидкостью, число Рейнольдса, коэффициента потерь по длине трубопровода.

Рассмотренные уравнения справедливы при следующих условиях:

- волновые процессы в трубопроводах не рассматриваются;
- потери давления по длине трубопровода зависят от среднего значения расходов на входе и выходе;
- инерционная составляющая сил рабочей жидкости в трубопроводах не учитывается.

В результате моделирования работы гидропривода в течение 4 с с использованием блоков “Scope”, выполняющих функции осциллографов, были получены графические результаты зависимостей параметров гидросистемы виброуплотняющего оборудования (рис. 7–8).

Давление в гидролиниях достигает максимума за 2 с и составляет 17 МПа.

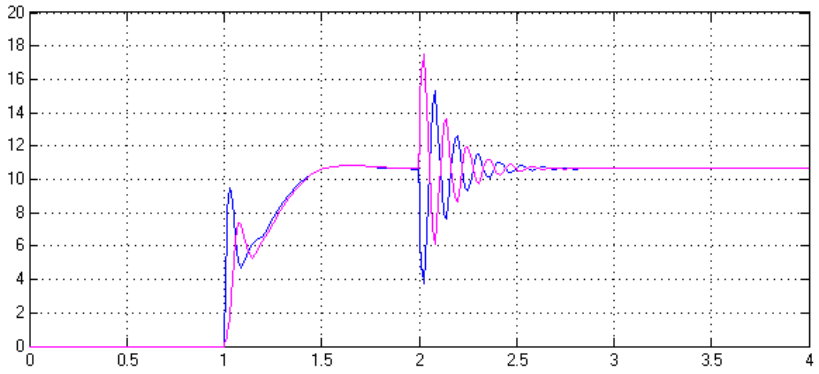


Рис. 7. Давление в гидролиниях (МПа)

Сводный график зависимостей угловой скорости, угла поворота, смещения плунжера и давления питания от времени работы гидропривода приведен на рис. 8, из которого видно, что пропорционально давлению в системе происходит изменение угловой скорости, угла поворота и смещения плунжера. Переходный процесс дросселирования рабочей жидкости в начальный период времени работы гидроцилиндра является колебательным. Через 2,5 с процесс становится стационарным. Переходная характеристика вызвана скачком градиента при турбулентном течении рабочей жидкости. При изменении разности давления на клапане процесс дросселирования неустойчив в течение 2,5 с. Далее процесс становится стационарным.

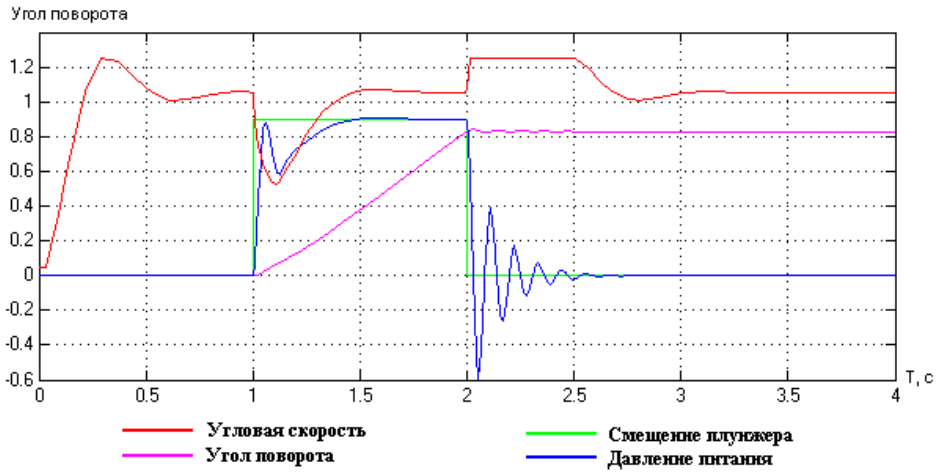


Рис. 8. Угловая скорость (рад/с), угол поворота (рад), смещение плунжера, давление питания

Выводы

Разработка программы в среде «MATLAB+Simulink» на основе визуально ориентированного программирования, включающей компьютерную библиотеку математических моделей элементов гидропривода, библиотеку Simulink-блоков, позволяет определять основные характеристики и обеспечивает устойчивую работу привода виброуплотняющего оборудования.

Литература

1. *Емельянов Р.Т., Прокопьев А.П., Климов А.С.* Моделирование рабочего процесса гидропривода с дроссельным регулированием // Строительные и дорожные машины. – 2009. – № 11. – С. 62–64.

УДК 69.01:620.9

А.В. Бастрон, Я.А. Кунгс, В.Ю. Мациенко,
А.Б. Шаталов, Н.В. Цугленок, М.А. Янова

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

В статье освещены вопросы разработки энергоэффективных домов и производственных помещений с использованием возобновляемых источников энергии. Проведен анализ поголовья по группам животных в крестьянско-фермерских хозяйствах Красноярского края. Определено функциональное назначение и основные технические показатели объекта. Даны рекомендации по использованию возобновляемых источников энергии.

***Ключевые слова**: энергоэффективность, производственные помещения, крестьянско-фермерское хозяйство, животные, возобновляемые источники энергии.*

A.V. Bastron, Ya.A. Kungs, V.Yu. Matsiyenko,
A.B. Shatalov, N.V. Tsuglenok, M.A. Yanova

DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL PURPOSE POWER EFFECTIVE HOUSES AND WORKROOMS FOR RURAL (FARMER) ECONOMIES WITH THE RENEWABLE ENERGY SOURCE USE

The development issues of the power effective houses and workrooms with the renewable energy source use of are considered. The livestock analysis on the animal groups in the rural farms of Krasnoyarsk Krai is conducted. The functional purpose and the main technical indices of the object are defined. Recommendations for the renewable energy source use are made.

Key words: energy efficiency, workrooms, rural farm, animals, renewable energy sources.

В связи с вступлением в силу 23 ноября 2009 г. Федерального закона № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями) в последние годы повышение энергоэффективности зданий стало одним из основных направлений развития строительной индустрии.

Внедрение энергоэффективных сооружений при строительстве фермерской усадьбы преследует несколько практических целей: повышение уровня комфортности, тепло- и звукоизоляции, экономию энергетических ресурсов и сокращение эксплуатационных расходов. Однако в эту концепцию входит не только усиление теплоизоляции ограждающих конструкций при помощи энергоэффективных теплоизолирующих материалов, но и специфические инженерные решения систем вентиляции и тепло- и энергоснабжения.

Энергоэффективные дома и небольшие производственные помещения сельскохозяйственного назначения с индивидуальными системами энергообеспечения будут особенно экономически эффективны в местах, удаленных от линий электропередач, там, где стоимость строительства высоковольтной линии и трансформаторной подстанции для обеспечения энергией крестьянского (фермерского) хозяйства будет сопоставима со строительством системы энергоснабжения от возобновляемых источников энергии (ВИЭ). К таким источникам относятся солнечная энергия (солнечные коллекторы, фотоэлектрические станции), энергия ветра (ветровые электростанции), энергия текущей воды малых рек (погружные микро- и мини-ГЭС) и энергия тепла земли (тепловые насосы).

Указанные возобновляемые источники энергии могут быть использованы как индивидуально, в комбинациях друг с другом, так и сочетании с традиционными источниками энергии, в зависимости от потребности установленных энергопотребителей: силовые нагрузки, электропривод, освещение и облучение, системы горячего водоснабжения для хозяйственных и производственных нужд [1].

В настоящее время использование ВИЭ широко применяются в США, Японии, Израиле, Индии, Дании, Германии, Швейцарии, в северных европейских странах – Швеции, Норвегии, Финляндии и других. Однако самое большое развитие производства и внедрения систем энергообеспечения с использованием ВИЭ происходит в последние годы в Китае.

В настоящее время в России организован довольно широкий выпуск энергетического оборудования, использующего ВИЭ.

Производство солнечных батарей фотоэлектрического действия (на основе фотоэффекта) есть в Москве, Краснодаре, Зеленограде, Рязани.

Объем внедренных солнечных коллекторов для получения горячей воды в России составляет всего 0,2 м^2 на 1000 человек. В то же время тепловая мощность солнечных коллекторов в США составляет 8670 МВт, в Испании – 4460, в Китае – 2500 МВт. В Россию поставляются солнечные коллекторы из 12 стран от 88 производителей, в том числе коллекторы с высокими энергетическими показателями Shentai-Solar из Китая. Тепловые насосы марок BUDERUS, THOR, VIESMANN, имеющие широкий ряд характеристик по мощности и температуре теплоносителя, поставляются в Россию, в том числе Санкт-Петербург. Фирма “Waterkotte”, тепловые насосы которой поставляют в Россию, считается производителем №1 тепловых насосов в Европе.

Основным поставщиком ветроэнергетических установок является фирма “Siemens” из Германии. Около 1 % всех ВЭУ в России разрабатываются по лицензиям фирмы “Siemens”. Ветроустановки мощностью 4 кВт могут быть использованы как часть общей энергоустановки в крестьянском хозяйстве. Компания AEnergy.ru предлагает микроГЭС с различными типами рабочего колеса мощностью от 5 до 180 кВт, которые могут эксплуатироваться на малых реках Красноярского края.

В Сибирском федеральном университете под руководством профессора А.Л. Встовского создана погружная микроГЭС с ортогональной гидротурбиной, которая может быть использована для энергообеспечения крестьянского (фермерского) хозяйстве при наличии малой речки в небольшом удалении от усадьбы.

Таким образом, краткий обзор фирм-изготовителей и характеристик выпускаемого оборудования позволяет сделать вывод о возможности создания энергоэффективной усадьбы с возобновляемыми источниками энергии.

При этом система теплоснабжения с ВИЭ может решать вопросы отопления, горячего водоснабжения, пассивного кондиционирования и вентиляции. Вопросы электроснабжения нагрузки потребителей могут быть выполнены на основе использования полупроводниковой электроники с минимальным потреблением электроэнергии.

Создание энергоэффективной усадьбы должно складываться из следующих этапов:

- разработка и утверждение задания на проектирование;
- разработка строительного проекта современного жилого дома и производственных помещений с наличием архитектурных элементов;
- разработка технического проекта системы энергоснабжения;
- монтаж, наладка и испытание систем энергообеспечения;
- производственные испытания энергетических режимов дома с ВИЭ.

На территории Красноярского края 88 крестьянско-фермерских хозяйств и предпринимателей, которые связаны с животноводческой деятельностью. При рассмотрении вопроса распределения количества животных по хозяйствам следует учитывать и хозяйственно-экономические зоны районирования. Различие климатических условий необходимо знать при проектировании основных зданий и сооружений (табл. 1).

Таблица 1

Количество крестьянско-фермерских хозяйств, имеющих поголовье по группам животных

Кол-во поголовья	Группа животных					Число хозяйств в зоне
	КРС	Коровы	Свиньи	Лошади	Овцы	
1	2	3	4	5	6	7
Восточная зона						
До 25	4	9	2	4	-	
26-50	6	5	2	-	1	24
51-100	5	1	3	-	-	
Свыше 100	-	-	1	-	2	
Западная зона						
До 25	8	20	1	4	2	35
26-50	5	1	-	1	-	
51-100	9	-	1	-	1	
Свыше 100	5	4	2	-	-	
Центральная зона						
До 25	-	3	-	3	-	7
26-50	-	-	-	-	-	
51-100	3	1	2	-	-	
Свыше 100	1	-	3	-	-	

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Южная зона						
До 25	3	4	-	-	-	6
26-50	3	1	-	-	-	
51-100	-	-	1	-	-	
Свыше 100	-	-	-	-	-	
Северная зона						
До 25	2	1	3	3	-	16
26-50	-	-	-	1	-	
51-100	-	1	2	-	-	
Свыше 100	1	-	3	-	-	

Крестьянско-фермерские хозяйства в большей степени развиваются в западной группе районов – 35 предприятий, несколько меньше данный показатель в восточной зоне – 24, в северной зоне – 16. В центральной и южной зонах развитие такого рода деятельности не получило широкого распространения – 7 и 6 хозяйств соответственно.

По видам хозяйственной деятельности выращивание крупного рогатого скота и свиней занимает лидирующие позиции во всех зонах, показатель количества содержания дойных коров несколько ниже и лишь отдельные хозяйства занимаются разведением и выращиванием лошадей и овец.

При анализировании имеющегося поголовья в крестьянско-фермерских хозяйствах Красноярского края фактически невозможно в среднем определить оптимальное количество животных. В каждой зоне имеются хозяйства, где поголовье различных групп животных до 5 голов. Исходя из этого, предлагаем разрабатывать проекты животноводческих помещений блочного типа (для 5–10 гол.) с возможностью наращивания объектов по мере потребности.

Ряд хозяйств западной зоны имеют достаточно большую производственную базу с высоким числом поголовья, для таких предприятий следует предлагать проекты с блоками на 100 и более животных.

При проектировании следует учитывать, что помещения для животных должны быть прямоугольной или квадратной формы. Стойловое содержание с выгулом групп должно предусматриваться для коров, КРС, лошадей, кур, овец, круглогодичное содержание в помещении – для кур и свиней (табл. 2) [3].

Таблица 2

Функциональное назначение и основные технические показатели объекта

Объект	Площадь, м^2
Жилое помещение	200
Коровник	25
Выгульная площадка	25
Моечная, молочный цех	50
Склад	50
Помещение для КРС	25
Телятник с отсеками	15
Свинарник	8,5
Отсеки для поросят	8,0
Конюшня (содержание 1 гол.)	12-16
Птичник (содержание 30-50 гол.)	25
Гараж	25
Кормоцех	25
Сенохранилище	10х10, h-5
Зернохранилище	60х20, h-5
Силосная яма	25х15, глубина 3 м
Весовая	20

В целях пожарной безопасности на территории усадьбы необходимо разместить водохранилище. Для обеспечения санитарных норм обязательна организация навозохранилища.

Согласно методике определения потребности в средствах электроснабжения для социального развития села (протокол Минсельхоза № 41 от 27.12.2001), по количеству животных, крестьянско-фермерское хозяйство относим к 3 типу. Для 3 типа крестьянско-фермерских хозяйств нормы потребляемой мощности и энергопотребления составляют:

- для жилого дома площадью 200 м^2 – 50,4 кВт и 55218 кВт·ч/год;

-для ведения крестьянско-фермерского хозяйства – 7,4 кВт и 2584 кВт·ч/год [2].

Для решения проблемы теплопотерь и необходимости применения новейших энергосберегающих технологий с привлечением современных конструкций, энергосберегающей сантехники и инженерного оборудования следует учитывать требования при архитектурно-планировочных и конструктивных решениях и предусмотреть в жилом здании:

1) подвальное помещение для размещения теплового насоса ≥ 25 м^2;

2) конструкцию крепления солнечного коллектора для получения горячей воды не менее 12 м^2 на южном скате крыши с возможностью регулирования угла наклона от 30 до 75^0;

3) установку (крепление) на кровле фотоэлектрических панелей для выработки электроэнергии мощностью не менее 5 кВт. Скат крыши южный, юго-западный, юго-восточный, регулирование угла наклона от 30 до 75^0;

4) увеличение площадей животноводческих помещений по блокам.

При проектировании систем энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей с использованием ВИЭ следует учитывать районирование территории Красноярского края по ветровым зонам, поступлению солнечной радиации и другим потенциальным возможностям использования ВИЭ. Районирование, выполненное сотрудниками кафедры электроснабжения сельского хозяйства Красноярского государственного аграрного университета под руководством член-корр. РАСХН Н.В. Цугленка, показало, что потенциальные ветроэнергетические ресурсы при переходе от первой (среднегодовая скорость ветра менее 1 м/с) к седьмой ветровой зоне (среднегодовая скорость ветра более 7 м/с) изменяются от 21, до 1,104 ГДж/м^2. При этом технические ветроэнергетические ресурсы в зависимости от конструктивных особенностей ВЭУ при переходе от первой ветровой зоны к седьмой изменяются от 5,945 до 0,279 ГДж/м^2, а удельная мощность ветра, приходящая на единицу площади поперечного сечения воздушного потока, изменяется от 682 до 35 Вт/м^2 [4, 5]. Следует учесть, что из семи рассмотренных ветровых зон эффективными для использования ВЭУ при горячем водоснабжении усадебных домов являются первые четыре, в которых средний коэффициент использования установленной мощности превышает 0,25. В остальных ветровых зонах неэффективно использовать ветроэлектрические установки [5]. Кроме того, следует учесть, что скорость ветра [1, 4, 5] и поступление солнечной радиации (табл. 3) [6] имеют сезонный характер, что, несомненно, скажется на выборе мощности энергетического оборудования, использующего ВИЭ.

Таблица 3

Поток солнечной радиации за сутки $Э_h$, кВт·ч/(м^2·сут.) и МДж/(м^2·сут.) в пригороде Красноярска

Показатель	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
кВт·ч/(м^2·сут.)	0,93	2,24	4,15	6,37	8,68	9,36	8,76	7,10	4,84	2,83	1,26	0,73
МДж/(м^2·сут.)	3,34	8,04	14,94	22,93	31,25	33,69	31,53	25,56	17,42	10,19	4,54	2,63

Выводы

1. Затраты на проектирование и производство энергоэффективного дома площадью до 200 м^2 и производственных помещений сельскохозяйственного назначения для крестьянских (фермерских) хозяйств с использованием возобновляемых источников энергии со временем окупаются за счет существенной экономии в оплате за отопление и электроэнергию, однако местоположение усадьбы на территории Красноярского края существенно влияет на себестоимость энергоресурсов, производимых с использованием ВИЭ, что должно учитываться при привязке проекта.

2. Производственные помещения сельскохозяйственного назначения рекомендуется возводить одноэтажными энергоэффективными блоками для содержания животных, рассчитаных на 5 гол. с возможностью наращивания по мере увеличения поголовья.

Литература

1. *Цугленок Н.В., Бастрон А.В., Шерьязов С.К.* Рациональное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергии в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 360 с.
2. Методика определения потребности в средствах электроснабжения для социального развития села (протокол Минсельхоза РФ № 41 от 27.12.2001). – М., 2001.
3. *Кузнецов А.Ф.* Гигиена содержания животных. – СПб., 2003.
4. Использование ветроэнергетических установок в Красноярском крае, республиках Хакасия и Тыва для горячего водоснабжения усадебных домов (коттеджей): науч.-практ. рекомендации / *А.В. Бастрон, Н.Б. Михеева, А.В. Чебодаев* [и др.] / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2004. – 103 с.
5. *Бастрон А.В., Михеева Н.Б., Чебодаев А.В.* К вопросу использования ветроэнергетических установок в АПК Красноярского края, республик Хакасия и Тыва // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – № 4. – С. 262–269.
6. *Бастрон А.В., Беляков А.А., Судаев Е.М.* Теоретические модели поля солнечной радиации и результаты исследований солнечного водонагревателя в климатических условиях Красноярского края // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 4. – С. 245–254.

УДК 69.01:620.9

А.В. Бастрон, О.Н. Животов, Я.А. Кунгс,
В.О. Фотоков, Н.В. Цугленок, А.Б. Шаталов, М.А. Янова

О ТЕХНИЧЕСКОМ ЗАДАНИИ К ПРОЕКТАМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ЖИЛЫХ ДОМОВ ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКИХ И ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

В статье рассматривается разработка технического задания к проектам энергоэффективных домов и производственных помещений сельскохозяйственного назначения для крестьянских (фермерских) хозяйств с использованием возобновляемых источников энергии.

***Ключевые слова**: техническое задание, проект, энергоэффективность, архитектурно-планировочные решения, исполнитель.*

A.V. Bastron, O.N. Zhivotov, Ya.A. Kungs,
V.O. Fotokov, N.V. Tsuglenok, A.B. Shatalov, M.A. Yanova

ABOUT THE REQUIREMENT SPECIFICATION FOR THE PROJECTS OF WORKROOMS AND HOUSES FOR RURAL AND FARM ECONOMIES WITH THE RENEWABLE ENERGY SOURCE USE

The development of the requirement specification for the projects of power effective agricultural purpose houses and workrooms for rural (farmer) economies with the renewable energy source use is considered.

Key words: requirement specification, project, energy efficiency, architectural and planning decisions, performer.

Для развития принятой нами концепции проектирования и дальнейшего строительства энергосберегающей усадьбы крестьянского (фермерского) хозяйства, безусловно, необходимо опираться на богатый мировой опыт проектирования и эксплуатации жилых зданий и сооружений сельскохозяйственного назначения. Очевидно, что энергоэффективность здания определяется совокупностью многих факторов, что необходимо учитывать при разработке технического задания [3–4].

Основанием для проектирования являются договора с заказчиками на новое строительство зданий и сооружений сельскохозяйственного назначения.

Сведения об участке и планировочных ограничениях и особые геологические условия определяются с учетом инженерно-геологических изысканий.

Типами проектируемых зданий являются:

- одноэтажный энергоэффективный сельский жилой дом;
- одноэтажные энергоэффективные блоки для содержания животных с возможностью наращивания по мере увеличения поголовья.

Продолжительность реализации проекта определяется проектом (ПОС).

Источник финансирования и предельная (ориентировочная) сметная стоимость строительства выполняется по договоренности сторон.

Проект необходимо разрабатывать в составе:

- эскизного предложения;
- проектной документации;
- рабочей документации.

Проектную документацию следует разрабатывать в объеме, достаточном для проведения Госэкспертизы и осуществления строительства. Рабочую документацию – в объеме, достаточном для реализации в процессе строительства архитектурных, технических и технологических решений.

Состав разделов проектной документации и требования к содержанию этих разделов следует выполнять в соответствии с Градостроительным кодексом, Положением о составе разделов проектной документации и требований к их содержанию, утвержденным Постановлением Правительства РФ №87 от 16.02.2008, и действующими нормативными техническими требованиями.

Выполнение и оформление проектной и рабочей документации должно проводиться в соответствии с действующими государственными стандартами системы проектной документации для строительства (СПДС), государственными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), государственными стандартами и руководящими документами на автоматизированные системы (ГОСТ 34.601-90) и иными действующими техническими документами.

В первую очередь необходимо разработать варианты архитектурно-планировочных решений для согласования с заказчиком. Градостроительные решения, генплан, благоустройство, озеленение, обеспеченность автостоянками, сводный план сетей разрабатываются согласно требованиям СНиП в соответствии с требованиями согласующих организаций и техническими условиями.

Архитектурно-планировочное решение (условие блокировки, основные принципы планировки помещений, в т.ч. с учётом потребностей инвалидов, наружная и внутренняя отделка) определяется нижеприведенными требованиями для перечня помещений, обеспечивающих функционирование крестьянского (фермерского) хозяйства:

- обеспечение доступа в здание с учетом потребностей инвалидов и маломобильных групп населения в соответствии с ВСН 62-91* (с изм. 2001 г.) и РДС 35-201-99;
- принятие архитектурно-планировочных решений с учетом ГПЗУ, технологических требований;
- разработка согласно строительным нормам и правилам энергоэффективных объектов: жилой дом для проживания членов семьи владельца крестьянского (фермерского) хозяйства; коровник; помещение для крупного рогатого скота; телятник с отсеками; свинарник; конюшня; выгульные площадки; карантинник; моечная; молочный цех; склады; кормоцех; сенохранилище; зернохранилище; силосная яма; весовая; водохранилище; навозохранилище;
- разработка животноводческих помещений согласно объемно-планировочных норм содержания животных блочного типа с возможностью наращивания:

а) на 5–10 гол.;

б) 100 гол.

Размер санитарно-защитной зоны фермы, строительные и отделочные материалы должны соблюдаться в соответствии с зоогигиеническими нормами для животноводческих объектов [2].

Конструктивные решения, изделия и материалы несущих и ограждающих конструкций (фундаменты, несущие и ограждающие конструкции, перекрытия, лестницы, шахты лифтов, перегородки, кровля) определяются проектом. Технологические решения и оборудование используются в соответствии требованиям эксплуатации.

При разработке проекта технологические решения принимаются на месте с учётом функционального назначения помещений. В инженерных решениях и оборудовании (в т.ч. для кондиционирования) необходимо предусмотреть применение современного инженерного оборудования согласно требованиям СНиП, ГОСТов и технических условий, а также прогрессивных материалов и оборудования.

Внутренние инженерные сети разрабатываются в соответствии со СНиП.

Внеплощадочные сети разрабатываются согласно полученных ТУ (технических условий). При реализации проекта следует учитывать обеспечение зданий следующими системами:

- теплоснабжение, отопление, вентиляция по СНиП 2.04.05-91*(2003), СНиП 31-06-2009;
- электроснабжение и электрооборудование по СНиП 31-06-2009, СП 31-110-2003, СНиП 23-05-95*(2003) и другим нормам и правилам [1];
- водоснабжение, канализация по СниПНПБ 88-2001;
- система удаления и утилизации навоза (вновь разработанная);
- системы противопожарной безопасности по СНиП НПБ 88-2001, НПБ110-03,СНиП 31-06-2009, МДС 21-3.2001, СНиП 21-01-97*(2002), НПБ 110-99 (с изм. 2001 г.) в соответствии с Федеральным законом №123-ФЗ от 22.07.2008 г., техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности и другими нормами и правилами. Технические средства пожарной сигнализации должны входить в Перечень технических средств охранной и охранно-пожарной сигнализации, разрешённых к применению Госпожнадзором.

К особым требованиям к проекту относятся системы и оборудование для использования возобновляемых источников энергии. Эти системы предполагают:

- применение ветроэнергетических установок с учетом рекомендаций КрасГАУ по эффективному месту их установки на территории Красноярского края [5];
- использование солнечных коллекторов для теплоснабжения сельского жилого дома и сооружений сельскохозяйственного назначения, а также устройств для суточной и недельной аккумуляции солнечной энергии с учетом рекомендаций КрасГАУ по эффективному месту их установки на территории Красноярского края [6];
- применение солнечных батарей для электроснабжения, а также устройств для суточной и недельной аккумуляции солнечной энергии с учетом рекомендаций КрасГАУ, по эффективному месту их установки на территории Красноярского края и совместной работы с традиционными источниками энергии [7];
- использование биогазовых установок для переработки навоза в биогаз с последующим использованием его в системе сельского жилого дома;
- применение тепловых насосов для теплоснабжения сельских жилых домов (геотермальные);
- использование рекуперативных теплообменников для рекуперации воздуха в сельском жилом доме и сооружениях сельскохозяйственного назначения;
- принудительное охлаждение (кондиционирование) воздуха в сельском жилом доме (при необходимости);
- использование автоматизированной системы учёта энергоресурсов (в целом по хозяйству, в отдельности по дому и каждому хозяйственному блоку) с выходом в Интернет на сайт управляющей компании;
- применение термостатных радиаторов;
- наличие датчиков света (коридоры, лестничные клетки);
- использование светильников со светодиодными лампами;
- применение системы фильтров грубой очистки воды и системы обеззараживания (при необходимости);
- установка в основании циркулярных стояков термостатических балансировочных клапанов;
- предусмотренное разделение по веткам на коллекторе отопления, а также выполнение отдельных систем отопления для жилых и технических помещений;
- установка аварийной системы теплоснабжения, независимой от возобновляемых источников тепла;
- установка приточно-вытяжных агрегатов с секциями нагрева с автоматическим управлением по температуре наружного воздуха с защитой от размораживания системы по воздуху и по воде с предварительной их фильтрацией на фильтрах;
- использование высококачественного, имеющего длительную гарантию по эксплуатации и положительные отзывы (производства Германии, Швеции, Австрии или аналоги), оборудования для возобновляемой энергетики;
- расчет при проектировании установки буферной емкости до начала строительства коробки здания;
- определение проектом технических характеристик энергетического оборудования;
- отказ от применения теплоизоляционных материалов на основе пенопласта.

Выбор систем энергообеспечения сельского жилого дома должен быть обоснован соответствующими технико-экономическими расчетами.

В составе проекта нужно разработать раздел «Охрана окружающей среды» в объёме требований «Положения о составе разделов проектной документации и требований к их содержанию», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008. №87 и технических условий.

В проекте необходимо привести требования к благоустройству площадки и малым архитектурным формам.

Обязательной частью проекта должен быть раздел по энергосберегающим мероприятиям с соответствующими экономическими расчетами: запроектировать теплозащиту ограждающих конструкций в соответствии с изменениями №3 и № 4 СНиП П-3-79* «Строительная теплотехника», СНиП 23-02-203 «Теплозащита зданий». В составе проекта разработать раздел по энергосбережению в соответствии с Федеральным законом № 261-ФЗ от 23.11.2009 г., в том числе энергетический паспорт в соответствии с п. 27.1 Постановления №87 от 16.02.2008 г. «О составе разделов проектной документации и требованиям к их содержанию» и Приложением №24 «Требований к энергетическому паспорту», утверждённых Приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 19.04.2010. №182.

Сметная документации выполняется по сметным нормативам, включенным в федеральный реестр сметных нормативов. При этом сводный сметный расчет представляется в трех уровнях цен:

- базисном;
- текущем (на дату предоставления документации в орган экспертизы);
- прогнозном (по состоянию на 4 квартал года предоставления документации в орган экспертизы с применением инвестиционных индексов Министерства регионального развития Российской Федерации).

Далее следует оформить отдельным томом ведомости объемов СМР, спецификаций и потребности оборудования в соответствии с п. 3.9 МДС 81-35.2004.

Проект организации строительства разрабатывается в соответствии со СНиП 3.01.01-85. Основные технические требования, в том числе технологическую часть, согласовывают с заказчиком, при этом принимаются во внимание его эстетические потребности и вкусы.

Требования по разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций согласно Градостроительному кодексу и действующим нормам выполнения инженерно-строительных изысканий применяются при необходимости.

Для проектно-сметной документации требуются:

1) четыре экземпляра на бумажном носителе;

2) один экземпляр на электронном носителе в формате Microsoft Office Word (текстовая часть) и AutoCAD (графическая часть). Сметная документация в формате MicrosoftExcel и АРПС, XML.

Проектная документация оказывает содействие заказчику при согласовании проектной документации в установленном законодательством порядке и получении положительного заключения органов экспертизы в соответствии с Постановлением Правительства №427 от 18.05.2009 г.

Соблюдение предложенного порядка ведения работ по разработке технического задания обеспечит слаженную работу между заказчиком и исполнителем при реализации проекта по строительству производственных помещений и жилых домов для крестьянских (фермерских) хозяйств с использованием возобновляемых источников энергии.

Литература

1. Методика определения потребности в средствах электроснабжения для социального развития села (протокол Минсельхоза РФ № 41 от 27.12.2001). – М., 2001.
2. *Кузнецов А.Ф.* Гигиена содержания животных. – СПб., 2003.
3. Строительные нормы и правила организации строительного производства СНиП 3.01.01-85. – М., 1985.
4. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации МДС 81-35. 2004. – М., 2004.
5. Использование ветроэнергетических установок в Красноярском крае, республиках Хакасия и Тыва для горячего водоснабжения усадебных домов (коттеджей): науч.-практ. рекомендации /*А.В. Бастрон, Н.Б. Михеева, А.В. Чебодаев* [и др.] / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2004. – 103 с.
6. *Бастрон А.В., Беляков А.А., Судаев Е.М.* Теоретические модели поля солнечной радиации и результаты исследований солнечного водонагревателя в климатических условиях Красноярского края // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 4. – С. 245–254.

7. *Цугленок Н.В., Бастрон А.В., Шерьязов С.К.* Рациональное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергии в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 360 с.

УДК 674.047.3

Ш.Г. Зарипов, Н.Ш. Зарипова

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОЦЕССА СУШКИ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

В статье рассматривается подход к определению энергетических затрат при сушке пиломатериалов, в частности, лиственничных. В соответствии с этим предложены методические основы расчёта энергетических затрат.

***Ключевые слова**: сушка лиственничных пиломатериалов, энергетические затраты, неравновесный термодинамический процесс.*

Sh.G. Zaripov, N.Sh. Zaripova

ENERGY CHARACTERISTICS OF THE LARCH SAW TIMBER LOW-TEMPERATURE DRYING PROCESS

The approach to the determination of the energy consumption costs in the saw timber drying, in particular, larch, is considered in the article. The methodological fundamentals for the energy consumption cost calculating are suggested in accordance with the above mentioned.

Key words: larch saw timber drying, energy consumption costs, non-equilibrium thermodynamic process.

Введение. В технологии подготовки сухих пиломатериалов к дальнейшей переработке особое место занимает сушка. От эффективности её проведения зависит как качество готового изделия, так и энергетические затраты. Для получения высококачественных сухих пиломатериалов требуется значительное время, которое в некоторых случаях исчисляется десятками суток, что предопределяет высокие энергетические затраты.

В настоящее время не существует единого подхода к определению энергетических затрат при сушке пиломатериалов вообще и лиственничных пиломатериалов в частности. Поэтому имеет место значительный разброс в получаемых разными авторами данных по определению энергетических затрат на сушку пиломатериалов [1 и др.]

В данной работе предлагается своё видение и в соответствии с этим решение поставленной проблемы применительно к сушке лиственничных пиломатериалов.

Цель исследований. Разработать методические основы расчёта энергетических затрат.

Методика и результаты исследований. Для достижения поставленной цели в период 2009–2012 гг. в Лесосибирском филиале СибГТУ были проведены комплексные экспериментальные исследования по сушке пиломатериалов из древесины лиственницы сибирской, место произрастания которой Нижнее Приангарье. Это позволило решить ряд задач и сделать следующие выводы:

- в древесине лиственницы при сушке низкотемпературными режимами (44–84°С) формируется парогазовая смесь, которая в центре доски образует силу переноса [3];
- при сушке по толщине доски перераспределяется водный раствор экстрактивных веществ [4];
- экстрактивные вещества в процессе сушки изменяют своё физическое состояние, проходя стадии «золь – гель – ксерогель»;
- сушка лиственничных пиломатериалов низкотемпературными режимами – это типичный неравновесный термодинамический процесс, что позволяет предусмотреть особенности как внешних, так и внутренних явлений;

- вывод влаги из лиственничной доски следует рассматривать как двухэтапный процесс: на первом этапе происходит нагнетание давления положительного знака в полостях клеток, расположенных в пограничной зоне доски, и вывод водного раствора за пределы клетки через мембранную систему; на втором – происходит заполнение полостей клеток пограничной зоны водным раствором экстрактивных веществ, выведенных из смежных клеток за счёт избыточного давления.

Энергетические затраты при сушке целесообразно подразделять на условно-постоянные и условно-переменные (рис. 1). Такое деление основано на том, что конвективная сушка лиственничных пиломатериалов является типичным неравновесным термодинамическим процессом. При этом высушиваемые пиломатериалы представляются в виде системы, в которой различимы тепловые процессы – внутренние и внешние, что предопределяет формирование теплового баланса указанными явлениями.

К внутренним относятся физико-химические процессы, посредством которых образуется парогазовая смесь, способная совершать работу по перераспределению и выводу на поверхность доски водного раствора экстрактивных веществ. Посредством внешнего влагообмена осуществляется отвод влаги с поверхности доски. Вместе с испаренной влагой из высушиваемой древесины отводится тепловая энергия. Восполняется эта энергия за счет теплообменных процессов.

При этом тепловой баланс высушиваемой системы будет нарушаться только в том случае, если влага из древесины удаляется. Если же по каким-либо причинам вывод влаги из древесины приостанавливается, то имеющийся тепловой баланс в доске сохраняется в исходном значении. Следовательно, на испарение 1 кг влаги в среднем требуется 2490 кДж. С учетом тепловой энергии, необходимой для восполнения выведенной за пределы высушиваемой доски тепловой энергии, суммарная потребность на вывод и испарение влаги составит 4980 кДж. На диаграмме Исикавы (рис. 1) данный вид затрат указан в виде стержневого элемента.

Остальные виды тепловых затрат формируются в виде обеспечения условий вывода влаги из древесины и её испарения с поверхности доски. Данные виды тепловых затрат зависят от эффективности применяемого режима (время сушки), а также технического состояния сушильных камер и способа осушения агента сушки.

В период исследований было обращено внимание на эффективность применяемого режима, а также способ осушения агента сушки. По данным Г.С. Гороховского, Е.Е. Шишкиной [1], указанные факторы оказывают наиболее значимое влияние на формирование энергетических затрат при сушке пиломатериалов после испарения влаги.

В ходе изучения особенностей реакции древесины лиственницы сибирской на режимные показатели было установлено, что наиболее значимое влияние оказывает температурный уровень в начальный период сушки. Это объясняется различным значением энергии связи экстрактивных веществ, находящихся в древесине, от температуры и влажности [5]. Поэтому целесообразно начинать процесс вывода водного раствора экстрактивных веществ при минимально допустимых температурах (≅44°С), что обеспечивает минимальную концентрацию указанной группы компонентов древесины в периферийной зоне доски. В результате снижается вероятность формирования блокирующего слоя по выводу влаги. В среднем время вывода влаги при сушке лиственничных пиломатериалов толщиной 50 мм снижается на 10 % по сравнению с режимами, рекомендуемыми ГОСТ 19773-83 при повышении равномерности просыхания. Значительные тепловые потери наблюдаются при осушении агента сушки, которые составляют 30,9 % от всех энергетических затрат. Проведение такой операции диктуется необходимостью поддержания на определённом уровне степени насыщенности агента сушки (φ), что позволяет выполнить граничное условие [6]:

$$\alpha'\left[\frac{du}{dx}\right]_{x=0} = \alpha'(u_{пов.} - u_y), \qquad (1)$$

где α' – коэффициент влагообмена;

$u_{пов.}$, u_y – влагосодержание поверхности доски и устойчивое влагосодержание, соответствующее состоянию среды.

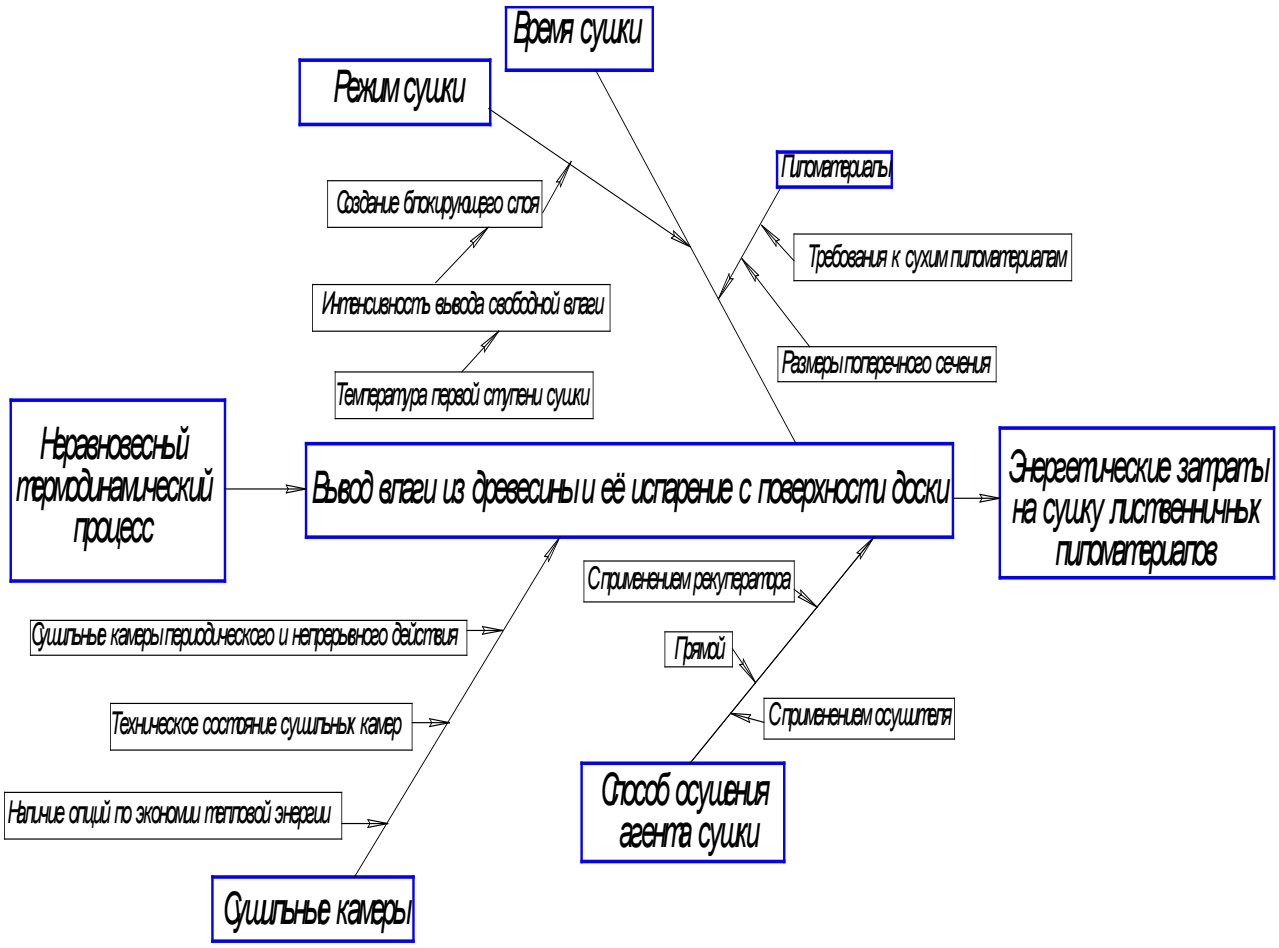


Рис. 1. Факторы, оказывающие влияние на норму расхода энергетических затрат при сушке лиственничных пиломатериалов низкотемпературными режимами

Для этого периодически из сушильной камеры выводится через вытяжные каналы определённый объём прогретого увлажнённого агента сушки, вместо которого заводится по приточным каналам сухой холодный воздух. При таком способе обезвоживания в выводимом из сушильной камеры агенте сушки содержится сухой воздух, объём которого составляет не менее 30 %.

Результаты опытных сушек позволили сделать вывод о том, что на процесс вывода влаги из лиственничных пиломатериалов градиент влагосодержания какого-либо значимого влияния не оказывает. На это указывает тот факт, что вывод влаги из древесины происходит при значениях φ, близких к 1. Данный эффект объясняется формированием градиента давления в лиственничной доске при сушке низкотемпературными режимами [6]:

$$i = -b \cdot \left(\frac{dp}{dx} \right), \tag{2}$$

где b – коэффициент, учитывающий особенности переноса влаги в древесине лиственницы под действием избыточного давления;

dp/dx – градиент давления.

Осушение агента сушки в сушильной камере осуществляется с помощью конденсатора, в котором в качестве хладоагента используется холодная вода при t_o = 18–20°С. Принципиальная схема такой сушильной камеры представлена на рис. 2.

При такой схеме регулирования агента сушки из сушильной камеры выводится тепловая энергия, которая была затрачена на вывод влаги из древесины. Таким образом, сохраняется тепловая энергия, которая содержится в сухой части агента сушки.

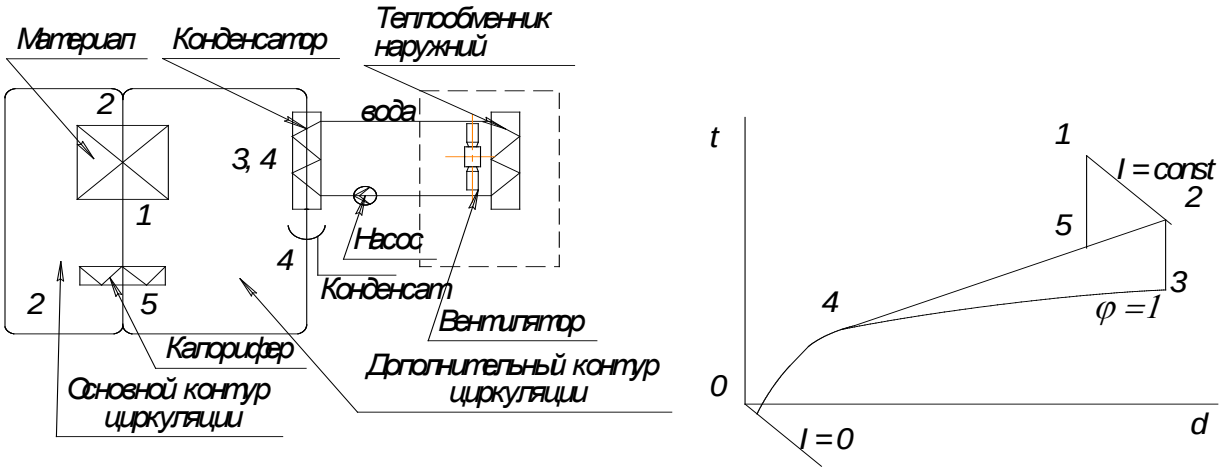


Рис. 2. Принципиальная схема (а) и график процесса на Id-диаграмме сушилки (б), оборудованной тепловым насосом с открытым контуром [7]

Значительная часть энергетических затрат при сушке лиственничных пиломатериалов приходится на привод вентиляторного узла. Результаты проведенных исследований позволили обосновать необходимость снижения производительности вентиляторов в несколько раз. Данная рекомендация основывается на том, что удельная скорость сушки в области связанной влаги снижается в несколько раз по сравнению со свободной. Поэтому отпадает необходимость поддерживать на первоначальном уровне интенсивность испарения влаги с поверхности доски. Снижение производительности вентиляторов приводит к понижению расхода электрической энергии в среднем на 20–50 %.

В таблице приведены обобщенные нормы энергетических затрат на сушку 1 кг влаги ($H_{л.}$) из древесины лиственницы. При определении тепловых потерь через ограждения, испарение увлажняющей воды, нагрев наружного воздуха, а также затрат электроэнергии на привод вентилятора, результаты расчётов носят сравнительный характер и ориентированы на усреднённые показатели по отрасли относительно породы древесины.

Обобщенные нормы энергетических затрат при сушке пиломатериалов в конвективной камере периодического действия, приведённых к 1 кг высушиваемой влаги

Составляющие затрат энергии	Затраты тепловой и электрической энергии, кДж/кг	
	По стандартным режимам	По результатам исследований
Тепловой: вывод влаги на поверхность доски	-	2490
испарение влаги с поверхности доски	2490	2490
нагрев камеры и древесины	340	340*
нагрев наружного воздуха	2261	0*
испарение увлажняющей воды	898	0*
потери через ограждения камеры	1327	1194,3*
Всего тепловой	7316	6514,3
Электрической на привод вентилятора	1370	890,5*
Всего тепловой и электрической	8686	7404,8

** Расчётные данные относительно источника [1].*

Заключение. Отличительной особенностью в представленных результатах являются две наиболее значимые статьи затрат: вывод влаги на поверхность доски и нагрев наружного воздуха. На наш взгляд, отсутствие статьи затрат «вывод влаги на поверхность доски» во второй колонке не совсем корректно, так как испарение влаги с поверхности доски в любом случае изменяет тепловой баланс в доске, который восполняется путем теплового обмена. С учетом указанной поправки эффект от проведенных исследований увеличится.

Литература

1. *Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е.* Энергосбережение в камерной сушке пиломатериалов [Электронный ресурс] // Мат-лы межвуз. НТК фак-та механической технологии древесины УГЛТУ. – Екатеринбург, 2005. – Режим доступа: famous-scientists.ru.
2. *Голицын В.П., Голицына Н.В.* Сравнительная оценка энергозатрат на сушку пиломатериала в сушильном оборудовании различного типа и способа сушки // Лесной эксперт. – 2004. – № 16. – С. 18–25.
3. *Зарипов Ш.Г.* «Сила переноса» влаги в древесине лиственницы при конвективной сушке // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. / под общ. ред. *Е.А. Памфилова*. – Брянск, 2012. – Вып. 34. – С. 39–44.
4. *Зарипов Ш.Г., Ермолин В.Н.* Избыточное давление в лиственничных пиломатериалах при низкотемпературной конвективной сушке // Лесной журнал. – 2011. – № 4. – С. 52–57.
5. Эффективный антиоксидант из древесины лиственницы / *В.А. Бабкин, Остроухова Л.А., Малков Ю.А.* [и др.] // Хвойные бореальной зоны. – 2003. – № 1. – С. 108–113.
6. *Серговский П.С., Расев А.И.* Гидротермическая обработка и консервирование древесины: учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 360 с.
7. *Расев А.И., Кучер С.А.* Утилизация тепловой энергии в сушильных камерах // Дерево.RU. – 2011. – № 6. – С. 118–122.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ

УДК 634.74

Г.С. Гуленкова

ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ

В статье рассматриваются особенности плодов облепихи, которые являются богатым источником биологически активных веществ. Автор утверждает, что знание биохимического состава облепихи, произрастающей в различных регионах, является основой рационального использования природного растительного сырья и способствует расширению ассортимента функциональных продуктов.

***Ключевые слова**: облепиха, химический состав, биологически активные вещества, витамины, минеральные вещества, липиды, сырье.*

G.S. Gulenkova

THE BIOCHEMICAL COMPOSITION PECULIARITIES OF THE SEA-BUCKTHORN BERRIES

The sea-buckthorn berry peculiarities that are the richest source of the biologically active substances are considered in the article. The author states that the biochemical composition knowledge of the sea-buckthorn growing in various regions, is the basis for the natural vegetative raw material rational use, and promotes the functional products range increase.

Key words: sea-buckthorn, chemical composition, biologically active substances, vitamins, mineral substances, lipids, raw materials.

Введение. Питание является неотъемлемой частью жизни каждого современного человека. Важнейшим принципом рационального питания является определение правильного и обоснованного соотношения основных пищевых и биологически активных веществ – белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных элементов в зависимости от возраста, пола, характера трудовой деятельности и общего жизненного уклада. Особое значение придается сбалансированности незаменимых составных частей пищи (аминокислоты, большинство витаминов и минеральных веществ, полиненасыщенные жирные кислоты).

Поэтому в настоящее время большое внимание уделяется изучению биологически активных компонентов растительного сырья и их воздействия на организм, обеспечивающих укрепление здоровья человека. В связи с этим появляется потребность в поиске перспективных растений, обладающих высоким потенциалом по синтезу биологически активных веществ. Решением поставленной задачи может быть использование местных плодово-ягодных растений, являющихся безопасными пищевыми ингредиентами растительного происхождения. К такому сырью можно отнести плоды облепихи крушиновидной (Hippophae rhamnoides L.) [3,4].

Цель исследований. Изучение биохимического состава плодов облепихи крушиновидной (Hippophae rhamnoides L.) различных сибирских регионов.

Задачи исследований. Исследовать химический состав плодов облепихи из различных регионов (Алтайский край, Красноярский край, республики Хакасия и Тыва) с выявлением перспективных сортов для промышленной переработки.

Материалы и методы исследований. Для исследования пищевой и биологической ценности сортов облепихи, растущих в разных экологических зонах, определяли общее содержание сухих веществ, титруемую кислотность, сумму сахаров, содержание пектиновых веществ, клетчатки, массовую долю липидов и жирных кислот. Данные по пищевой ценности плодов облепихи приведены в табл. 1 [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенный анализ химического состава сортов облепихи показал, что наибольшее количество сухих веществ (13–14 %) накапливают плоды облепихи в Алтайском и Красноярском крае, Республике Хакасия. Сорт Золотистая Сибири, растущий в Республике Хакасия, отличается большим накоплением сухих веществ, чем в Красноярском крае (на 0,8 %). Минимальное

содержание сухих веществ Чуйская накапливает в условиях Тывы. Сахара в плодах облепихи составляют основную долю растворимых веществ. Наибольшее количество сахаров накапливают плоды в Алтайском крае и Республике Хакасия. Установлены довольно значительные различия содержания титруемой кислотности. Так, в Алтайском и Красноярском крае плоды облепихи накапливают максимальное количество органических кислот. С продвижением с севера на юг кислотность плодов снижается, а содержание липидов увеличивается. Высокий сахарокислотный индекс у местных сортов из Республики Тыва (Каа-Хемская, Морозная). В условиях Тывы сорт Чуйская накапливает наименьшее количество сахаров и органических кислот. Однако сахарокислотный коэффициент достигает максимальных значений. Вкус плодов тем лучше, чем выше сахарокислотный коэффициент, который может служить адаптационным признаком, а также характеристикой, определяющей выбор сорта для промышленной переработки.

Таблица 1

Содержание органических веществ в плодах облепихи

Сорт	Показатель						
	Сухие вещества	Общее кол-во редких сахаров	Органические кислоты	Сахарокислотный коэффициент	Сумма пектиновых веществ	Клетчатка	Липиды
Образцы ГНУ Алтайский НИИСС Россельхозакадемии							
Ажурная	13,8±0,06	3,5±0,06	2,7±0,2	1,3±0,1	0,5±0,03	0,3±0,02	5,3±0,3
Алтайская	13,5±0,05	3,1±0,03	2,8±0,04	1,1±0,02	0,4±0,1	0,3±0,02	3,6±0,03
Иня	14,0±0,06	4,5±0,05	1,7±0,05	2,6±0,1	0,4±0,02	0,3±0,02	4,2±0,04
Чуйская	14,1±0,01	4,5±0,06	1,3±0,2	3,6±0,6	0,5±0,03	0,3±0,02	4,7±0,03
Образцы отдела Красноярского НИИСХ Россельхозакадемии							
Золотистая Сибири	12,6±0,09	4,2±0,08	2,1±0,01	2,0±0,05	0,4±0,03	0,3±0,01	2,6±0,4
Оранжевая	13,4±0,07	3,5±0,09	2,8±0,1	1,3±0,06	0,4±0,05	0,4±0,03	2,9±0,1
Чуйская	13,9±0,04	4,1±0,03	1,8±0,2	3,4±0,5	0,5±0,03	0,3±0,03	3,9±0,1
Образцы ГНУ НИИАП Хакасии Россельхозакадемии, п. Зеленое							
Золотистая Сибири	13,4±0,02	4,8±0,1	2,1±0,03	2,3±0,06	0,3±0,03	0,3±0,01	3,1±0,08
Оранжевая	13,5±0,03	3,5±0,04	1,5±0,03	2,3±0,07	0,4±0,01	0,3±0,02	3,5±0,1
Чуйская	14,0±0,1	4,5±0,02	1,6±0,04	2,8±0,08	0,5±0,01	0,3±0,03	5,0±0,1
Образцы ГНУ Тувинский НИИСХ Россельхозакадемии, Шагонарский заповедник							
Каа-Хемская	12,6±0,06	2,9±0,03	0,4±0,04	7,2±0,6	0,4±0,02	0,3±0,04	3,8±0,2
Морозная	13,0±0,03	3,8±0,1	0,6±0,05	6,3±0,6	0,4±0,04	0,3±0,03	4,9±0,3
Чуйская	13,4±0,03	3,6±0,04	1,2±0,06	3,0±0,2	0,3±0,07	0,3±0,02	4,9±0,08

Плоды разных экологических групп облепихи значительно отличаются по содержанию липидов. Накопление липидов в плодах облепихи зависит от погодных условий в период вегетации. Высоким накоплением характеризуются плоды алтайских сортов (3,6–5,3 %), Хакасии (3,1–5,0 %) и Тывы (3,8–4,9 %). Плоды облепихи сортов Золотистая Сибири, Оранжевая и Чуйская из Красноярского края накапливают липидов в 1,5 раза меньше, чем те же сорта в условиях Хакасии. Более 20 % сухого вещества в плодах облепихи со-

ставляли липиды, представленные в основном триацилглицеринами. Качество растительных масел определяется жирнокислотным составом. Идентифицировано 25 жирных кислот, в том числе 11 предельных и 14 непредельных с числом углеродных атомов от 9 до 26.

В мякоти плодов облепихи в липидах из насыщенных жирных кислот преобладают миристиновая, пальмитиновая, эйкозановая и тетракозановая, полиненасыщенных – олеиновая, линолевая и α-линоленовая, пальмитолеиновая и гексадекадиеновая. Высокое их содержание отмечено у облепихи, растущей в Красноярском крае. Минимальное количество миристиновой кислоты содержат плоды из Республики Тыва. Наибольшее количество ненасыщенных жирных кислот отмечено у плодов облепихи из Красноярского края и Республики Тыва. Большее накопление ненасыщенных жирных кислот характерно для растительных организмов, распространенных в холодных природных зонах. Остальные жирные кислоты определены в пределах сотых и тысячных долей процента и на общее содержание жирных кислот существенного влияния не оказывают. Все исследуемые образцы облепихи имеют сбалансированный жирнокислотный состав. Данные по масличности плодов облепихи характеризуют их как ценное пищевое сырьё [1].

Витаминный состав плодов облепихи весьма разнообразен. Были определены водорастворимые (витамины С, РР) и жирорастворимые (провитамин А, Е) витамины.

Плоды разных экологических групп облепихи отличаются по накоплению аскорбиновой кислоты в плодах (табл. 2). Содержание витамина С варьирует от 84,0 до 281,2 мг%. Высокие значения отмечены у сортов из Красноярского края (160,8–281,2 мг%) и Республики Хакасия (109,2–141,0 мг%). Низкие значения витамина С установлены для всех сортов облепихи, растущей в Республике Тыва (84,0–105,1 мг%). Высокое накопление токоферолов характерно для всех сортов облепихи из Хакасии (9,2–13,7 мг%) и Тывы (12,5–13,1 мг%). Выявлено, что накопление каротина находится в прямой зависимости от содержания сухих веществ и в обратной – от массы плода.

Таблица 2

Содержание витаминов в плодах облепихи, мг%

Сорт	Витамин С	Витамин Е	Каротиноиды	Витамин РР
Образцы ГНУ Алтайский НИИСС Россельхозакадемии				
Ажурная	110,6±0,01	10,0±0,04	12,4±0,05	0,36±0,02
Алтайская	104,0±0,01	6,3±0,03	11,7±0,03	0,51±0,03
Иня	114,4±0,01	5,2±0,03	13,1±0,04	0,29±0,02
Чуйская	134,6±0,01	12,0±0,05	9,7±0,002	0,45±0,03
Образцы отдела Красноярского НИИСХ Россельхозакадемии				
Золотистая	160,8±0,02	10,6±0,04	10,2±0,03	0,80±0,08
Оранжевая	281,2±0,03	7,7±0,04	9,8±0,03	0,42±0,02
Чуйская	120,0±0,01	10,8±0,03	11,2±0,03	0,35±0,03
Образцы ГНУ НИИАП Хакасии Россельхозакадемии, п. Зеленое				
Золотистая	135,8±0,02	9,2±0,04	13,1±0,04	0,89±0,08
Оранжевая	141,0±0,03	10,0±0,04	13,9±0,04	0,94±0,03
Чуйская	109,2±0,03	13,7±0,03	14,5±0,05	1,02±0,1
Образцы ГНУ Тувинский НИИСХ Россельхозакадемии, Шагонарский заповедник				
Каа-Хемская	84,0±0,003	12,5±0,05	10,2±0,03	0,44±0,05
Морозная	95,1±0,004	13,1±0,06	15,6±0,05	0,49±0,05
Чуйская	105,1±0,01	13,0±0,06	11,5±0,03	0,98±0,08

Состав золы плодов облепихи разнообразен. В ходе исследований были определены в значительных количествах макроэлементы – калий, кальций, магний, железо и микроэлементы – цинк, медь. Общая зольность плодов облепихи определяется биологическими особенностями сорта. Ниже представлены данные по содержанию некоторых минеральных веществ (табл. 3).

Таблица 3

Содержание минеральных веществ в плодах облепихи, мг/кг

Сорт	Зола, %	Калий	Кальций	Магний	Железо	Цинк	Медь
Образцы ГНУ Алтайский НИИСС Россельхозакадемии							
Ажурная	0,52	208,8±0,5	79,2±0,7	20,3±0,2	58,3±0,4	15,8±0,12	5,1±0,04
Алтайская	0,43	192,7±0,4	86,3±0,3	20,6±0,3	43,4±0,6	17,8±0,12	5,4±0,04
Иня	0,39	185,5±0,3	81,8±0,1	18,8±0,2	36,7±0,5	15,1±0,13	4,7±0,04
Чуйская	0,48	202,7±0,4	75,9±0,7	16,1±0,1	47,6±0,5	16,5±0,12	4,5±0,04
Образцы отдела Красноярского НИИСХ Россельхозакадемии							
Золотистая Сибири	0,37	181,1±0,3	62,5±0,1	17,3±0,06	41,3±0,4	14,1±0,11	6,7±0,08
Оранжевая	0,65	218,8±0,7	67,4±0,1	16,8±0,06	39,9±0,3	14,1±0,13	6,9±0,08
Чуйская	0,50	203,0±0,4	65,6±0,1	17,2±0,06	45,3±0,4	14,3±0,13	6,4±0,05
Образцы ГНУ НИИАП Хакасии Россельхозакадемии, п. Зеленое							
Золотистая Сибири	0,51	208,4±0,8	65,0±0,3	17,8±0,3	48,9±0,4	15,7±0,12	5,6±0,04
Оранжевая	0,65	216,0±0,7	66,8±0,3	17,5±0,2	45,1±0,4	16,7±0,12	5,1±0,05
Чуйская	0,42	192,3±0,4	60,1±0,2	18,2±0,1	49,6±0,4	15,5±0,12	5,3±0,04
Образцы ГНУ Тувинский НИИСХ Россельхозакадемии, Шагонарский заповедник							
Каа - Хемская	0,32	179,2±0,2	77,3±1,9	20,6±0,1	48,5±0,3	14,7±0,12	6,9±0,04
Морозная	0,46	200,0±0,4	74,1±1,8	21,2±0,2	50,0±0,3	15,1±0,12	6,3±0,03
Чуйская	0,45	194,1±0,4	80,0±0,7	19,5±0,3	51,4±0,3	14,3±0,1	7,4±0,04

Наименьшее количество золы обнаружено у сорта Каа-Хемская (Тыва), наибольшее у сорта Оранжевая (Хакасия). Основным элементом золы является калий. Максимальное количество этого элемента накапливают плоды из Красноярского края и Республики Хакасия. Однако по содержанию таких элементов, как кальций, магний и железо, эти образцы значительно уступают. По количественному содержанию микроэлементов цинка и меди существенных различий между сортами не наблюдается [2].

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что плоды облепихи являются ценным сырьем с точки зрения содержания биологически активных веществ. Проведенные исследования химического состава плодов облепихи из четырех исследуемых регионов позволяют увидеть наиболее перспективные сорта для промышленной переработки (Алтайская, Иня, Чуйская из Алтайского края, Оранжевая, Чуйская из Красноярского края, Чуйская, Оранжевая из Хакасии, Морозная, Чуйская из Тывы). Это дает возможность выбора сырья для обогащения традиционных продуктов питания необходимыми микронутриентами.

Литература

1. *Гуленкова (Шин) Г.С., Чепелева Г.Г.* Исследование жирнокислотного состава плодов облепихи (Hippophae rhamnoides L.) // Идентификация и фальсификация продовольственных товаров. – Красноярск, 2007. – С. 91–94.
2. *Гуленкова (Шин) Г.С., Чепелева Г.Г.* Облепиха – природный источник биологически активных веществ // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья. – Барнаул, 2007. – С. 339–342.
3. Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровень / *В.И. Покровский, Г.А. Романенко, В.А. Княжев* [и др.]. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 344 с.
4. *Сергеев В.Н., Конаев Ю.И.* Биологически активное растительное сырье в пищевой промышленности // Пищевая промышленность. – 2001. – № 6. – С. 28.

УДК 658.62.664

И.В. Дойко

НАКОПЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ECHINACEA PURPUREA L. MOENCH. ПРИ ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ

В статье представлены результаты исследований биологически активных веществ в эхинацее пурпурной, выращенной в условиях светокультуры, исследованы возможности ее применения в качестве функциональной добавки.

***Ключевые слова**: эхинацея пурпурная, иммуностимулятор, гидроксикоричные кислоты, биологически активные вещества.*

I.V. Doyko

BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE ACCUMULATION IN CONEFLOWER (ECHINACEA PURPUREA L. MOENCH.) UNDER ARTIFICIAL CULTIVATION CONDITIONS

The research results of the biologically active substances in coneflower (Echinacea Purpurea L. Moench.) grown in the artificial lighting conditions, the possibilities of its use as a functional additive are presented in the article.

Key words: coneflower (Echinacea purpurea), immune stimulant, hydroxy-cinnamic acids, biologically active substances.

Введение. Проблема взаимоотношений человека и окружающей среды с точки зрения охраны внутренней среды человека и укрепления его здоровья с давних пор является одной из глобальных проблем человечества. В настоящее время действие негативных факторов окружающей среды способствует снижению иммунного статуса у большинства населения, особенно в регионах с неблагоприятной экологической обстановкой и суровыми климатическими условиями. В связи с этим актуальным является потребление в повседневном рационе пищевых продуктов, содержащих в своем составе экологически чистые натуральные, в т.ч. растительные, добавки иммуностимулирующего действия [3]. Среди перспективных растений с такими свойствами следует отметить неспецифическое для нашего региона растения семейства астровых – эхинацею пурпурную [6]. Выращивание его в искусственных условиях может быть оправдано при гарантированном высоком выходе биологически активных веществ (БАВ), обеспечивающих лекарственную ценность получаемой биомассы. Известно, что одним из способов интенсификации вторичного метаболизма является создание искусственного стресса, в т. ч. при помощи изменения светового фактора [4]. Поэтому в настоящей работе показана возможность выращивания ценной растительной биомассы с повышенным содержанием БАВ.

Цель исследований. Изучение влияния различных спектральных режимов облучения на накопление биологически активных веществ в биомассе Echinacea purpurea L. Moench. при выращивании в условиях светокультуры.

Задачи исследований. Определить влияние спектральных режимов искусственного облучения на накопление биологически активных веществ, в частности, гидроксикоричных кислот в эхинацее пурпурной.

Результаты исследований и их обсуждение. Объектом исследований являлось растение семейства астровых – эхинацея пурпурная. Эхинацея (*Moench Meth*) – многолетнее травянистое растение, в естественных условиях произрастает в субтропических и умеренных зонах Северной Америки и других областях. Растение высотой от 50 до 150 см со слабоветвистыми прямостоячими стеблями.

В процессе выращивания растений был использован вегетационный метод в условиях светокультуры. Известно, что в отличие от полевого, он позволяет более детально выявлять значение отдельных факторов, влияющих на развитие растений, а также поддерживать более постоянными в благоприятных границах различные внешние условия: одинаковое обеспечение растений влагой, выравненное корневое питание и одинаковые для всех растений условия освещения и температуры. В экспериментах в качестве источников излучения использовались лампы ДРИ-2000-6, достоинством которых является способность давать высокоинтенсивные лучистые потоки в области ФАР. Для выделения из ламп излучения в синей области спектра 400–500 нм применяли фильтры из голубого органического стекла (потому получаемая область ФАР далее именуется условно «голубая») [5]. В качестве контрольного варианта использовали излучение этого же типа ламп, но без цветных светофильтров. Уровень облученности ФАР в опыте и контроле составлял 100 Вт/м^2. Такой выбор был связан с тем, что при этой интенсивности облучения обычно достигается достаточно высокий энергетический КПД фотосинтеза растений [4].

С учетом вышеизложенного эхинацею пурпурную в эксперименте культивировали при двух различных спектральных режимах:

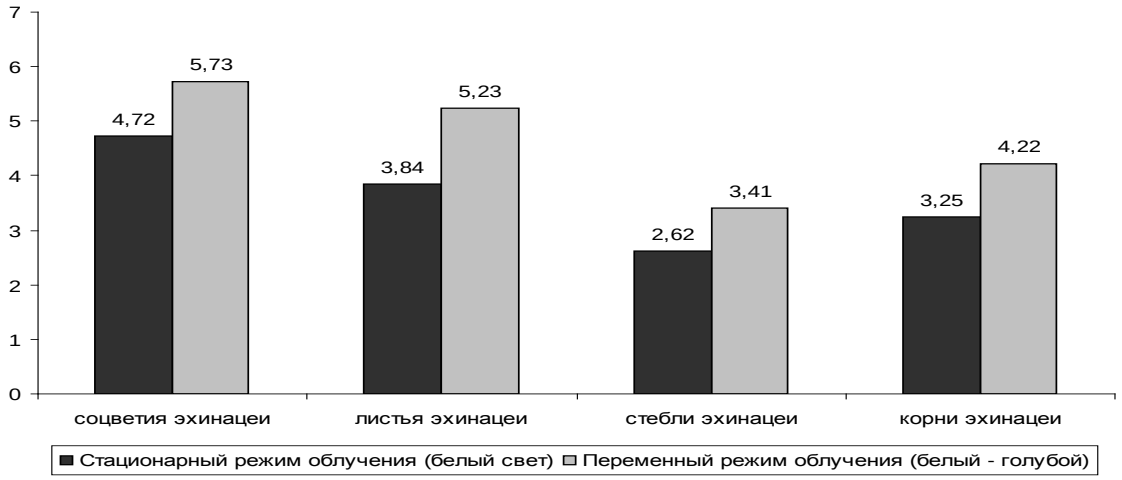
- на стационарном спектральном режиме облучения (контрольные образцы) растения на протяжении всего вегетационного периода выращивали на белом свету;

- на переменном спектральном режиме облучения (опытные образцы) растения выращивали на белом свету до начала фазы цветения, после чего переводили на «голубой» свет на 10 сут.;

Исследовали различные органы растений, которые могли служить сырьем для получения целевых продуктов – специфических биологически активных веществ: соцветия, листья, стебли и корни. Сбор урожая проводился в период интенсивного цветения растений.

Спектральный состав света, воздействуя на растения, оказывает влияние на синтез и накопление самых различных биохимических продуктов [5]. Определено влияние смены спектральных характеристик света в предуборочный период на относительное содержание в изучаемых растениях гидроксикоричных кислот (ГКК). По литературным данным, именно гидроксикоричные кислоты обладают антимикробным и иммуностимулирующим действием [6]. Производные гидроксикоричных кислот (главный компонент – цикориевая кислота) содержатся во всех частях растения эхинацеи пурпурной и этот класс соединений был выбран для стандартизации сырья травы эхинацеи, сухого экстракта и лекарственных препаратов [1].

Определение суммы гидроксикоричных кислот (фенилпропаноидов) в эхинацее пурпурной проводили методом прямой спектрофотометрии (при длине волны 330 нм), экстракцию – 40 %-м этиловым спиртом при нагревании в течение 45 мин. Оптическую плотность полученного раствора измеряли на спектрофотометре СФ-26 при длине волны 330 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм [2]. Все полученные результаты обработаны при помощи математико-статистических методов с использованием критерия Стьюдента. Относительное содержание гидроксикоричных кислот (ГКК) в отдельных органах эхинацеи пурпурной при стационарном и переменном спектральном режимах облучения в расчете на сухую биомассу зависело от органа растения и спектрального состава света (рис.). Так, при выращивании растений на постоянном белом свету (контрольный вариант) максимальное количество ГКК зарегистрировано в листьях эхинацеи пурпурной – 4,72 %, что в 1,2 раза выше, чем в соцветиях, и в 1,4 раза выше, чем в корнях. В стеблях растения отмечали низкое количество ГКК – 2,62 %, что в 1,8 раза ниже, чем в листовой биомассе.



Содержание гидроксикоричных кислот в эхинацее пурпурной при стационарном и переменном спектральных режимах облучения

Следует заметить, что в результате смены спектрального режима облучения (перевод с белого на «голубой» свет) во всех изучаемых органах растений наблюдали накопление производных гидроксикоричных кислот ($P < 0,05$). По сравнению с контрольным вариантом (стационарный режим облучения) в листьях эхинацеи пурпурной их количество выше в 1,2 раза. В соцветиях эхинацеи пурпурной содержание ГКК возросло в 1,4 раза, а в стеблях и корнях увеличение определяемого соединения в результате их перестановки на «голубой» свет возросло в среднем в 1,3 раза. Таким образом, листья и соцветия растений при разных режимах облучения характеризовались высоким выходом гидроксикоричных кислот. При смене спектрального режима облучения содержание гидроксикоричных кислот увеличивалось равномерно во всех органах растения.

Заключение. Практическая ценность данных исследований заключается в том, что выращивание в условиях светокультуры при варьировании спектрального состава света в период вегетации дает возможность сократить сроки получения лекарственно-пищевого сырья без снижения содержания активного начала,

а также использовать зеленую биомассу в качестве источника биологически активных веществ (БАВ). Полученную растительную биомассу возможно использовать в качестве лекарственного сырья и функциональной добавки для создания новых функциональных продуктов.

Литература

1. ВФС 42-2371-94. Трава эхинацеи пурпурной. – М., 1994. – 8 с.
2. Количественное определение суммы гидроксикоричных кислот в надземной части Echinacea purpurea (L.) Moench / *В.А. Куркин, О.И. Авдеева, Е.В. Авлеева* [и др.] // Растительные ресурсы. – 1998. – Т. 34. – Вып. 2. – С. 81–85.
3. Применение экстрактов растительного сырья в качестве биологически активных добавок / *Л.А. Маюрникова* [и др.] // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 1999. – № 2. – С. 50.
4. *Тихомиров А.А., Шарупич В.П., Лисовский Г.М.* Светокультура растений: биофизические и биотехнологические основы: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния РАН, 2000. – 213 с.
5. *Тихомиров А.А., Лисовский Г.М., Сидько Ф.Я.* Спектральный состав света и продуктивность растений. – Новосибирск: Наука, 1991. – 168 с.
6. Фитохимический состав представителей рода эхинацеи (Echinacea Moench) и его фармакологические свойства (обзор) / *В.Н. Самородов, С.В. Поспелов, Г.Ф. Моисеева* [и др.] // Хим.-фармац. журн. – 1996. – Т. 30. – № 4. – С. 32–37.

УДК 641.56

И.В. Мацейчик, С.М. Корпачева, Е.А. Сигина

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ИССЛЕДОВАНИЕ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КАЛЬМАРА С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ

В статье представлены результаты исследований растительных добавок на реологические свойства фаршей для биточков из кальмаров и рыбы на органолептические, физико-химические и структурно-механические показатели готовых изделий.

***Ключевые слова**: кулинарные изделия из кальмара, растительные добавки, органолептические свойства, реология, физико-химические показатели.*

I.V. Matseychik, S.M. Korpacheva, E.A. Sigina

FORMULATION DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE SQUID CULINARY PRODUCTS WITH VEGETABLE ADDITIVES

The research results of the vegetable additives on the rheological properties of the squid and fish cutlets stuffing on the finished product organoleptic, physical, chemical, structural and mechanical properties are presented in the article.

Key words: squid culinary products, vegetable additives, organoleptic properties, rheology, physical and chemical indices.

Введение. Маркетинговые исследования потребительского рынка показывают, что в настоящее время большим спросом пользуются морепродукты и продукты их переработки. В связи с этим особое внимание уделяется созданию новых видов кулинарной продукции из них.

Кальмар во многих странах считается деликатесом, мясо которого напоминает омара. При этом цена на него намного ниже. Независимые эксперты оценивают российский рынок потребления кальмара как быстрорастущий, так как согласно исследованиям, порядка 70 % россиян ввели в свой рацион этот продукт [1].

Кальмар – это ценное промысловое беспозвоночное, богатое витаминами, минеральными веществами и микроэлементами, – железом, фосфором, кальцием, а также экстрактивными веществами, содействующими выделению желудочного сока и придающими мясу кальмара своеобразный вкус [2].

Введение в рецептуры кулинарных изделий из кальмара различных растительных добавок позволит улучшить органолептические и структурно-механические свойства изделий, повысит их пищевую ценность при одновременном уменьшении закладки сырья [3,4].

Материалы и методы исследований. На кафедре технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета оптимизированы рецептуры кулинарных изделий – биточков из кальмара и рыбы. В качестве контрольного образца была выбрана «традиционная» рецептура из сборника рецептур. Рассматривалось введение кальмара для приготовления фарша как в вареном, так и сыром виде.

На первом этапе разработки была произведена замена рыбы в фаршах для биточков растительным сырьем, таким, как картофель и капуста, на 25 и 50 % соответственно при введении в рецептуру сырого кальмара; замена хлеба картофелем на 100 % и капустой на 50 % при введении в рецептуру либо вареного кальмара, либо сырого. Замена сырья производилась на стадии повторного измельчения фарша.

Полуфабрикаты исследовали по органолептическим показателям, результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты органолептической оценки биточков из кальмара с растительными добавками

№ п/п	Показатель	Вкус	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция	Средний балл
		Балл					
1	Кальмар (вареный) + 100 % картофель (хлеб)	4,7	4,3	5	5	4,7	4,74
2	Кальмар (вареный) + 50 % капусты (хлеб)	5	4	5	5	5	4,8
3	Контрольный	4,7	4,7	5	5	4	4,68
4	Кальмар (сырой) + 100 % картофель (хлеб)	4,7	5	5	5	4,3	4,8
5	Кальмар (сырой) +25 % капуста (рыба)	4,3	5	5	5	4,7	4,8
6	Кальмар (сырой) +25 % картофель (рыба)	5	5	5	5	4,7	4,94
7	Кальмар (сырой) +50 % капуста (рыба)	5	4	5	5	3,3	4,46
8	Кальмар (сырой) +50 % картофель (рыба)	3,7	3,7	4,7	5	4	4,22
9	Кальмар (сырой) +50 % капуста (хлеб)	4	4,3	4	5	3,7	4,2

Результаты исследований и их обсуждение. Исходя из органолептических показателей полуфабрикатов, были определены оптимальные соотношения вводимых компонентов.

Наименьшее количество баллов при органолептической оценке «Биточков из кальмара и рыбы с растительными добавками» получили образцы №8 и №9. Они имели плотную консистенцию и трещины на по-

верхности. Для приготовления кулинарных изделий – биточков – эти фарши использовать нежелательно, но их можно рекомендовать для начинок пельменей и вареников.

Образцы кулинарных изделий с растительными добавками №1–7, получившие наивысшие баллы, оценивались по структурно-механическим, реологическим и физико-химическим показателям.

В ходе исследований было установлено, что значение вязкости фаршей для биточков из кальмара и рыбы, а также сочности изделий, возрастает при введении в рецептуру растительных добавок, однако степень влияния различных овощей неодинакова, что обусловлено некоторыми особенностями их химического состава. Введение овощей улучшает структуру фарша. Экстремальных значений эффективная вязкость достигает в образце из сырого кальмара с заменой рыбы на 25 % картофелем (рис. 1).

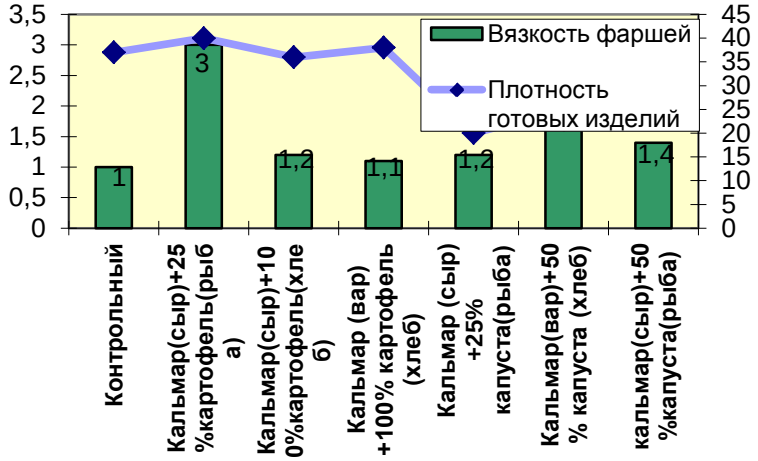


Рис. 1. Результаты реологических показателей фаршей и готовых изделий – биточков из кальмара с растительными добавками

На основании полученных результатов с помощью программы «Статистика» были построены трехмерные линейные поверхности зависимости содержания сухих веществ и плотности изделий от концентрации вводимых добавок (рис. 2–3).

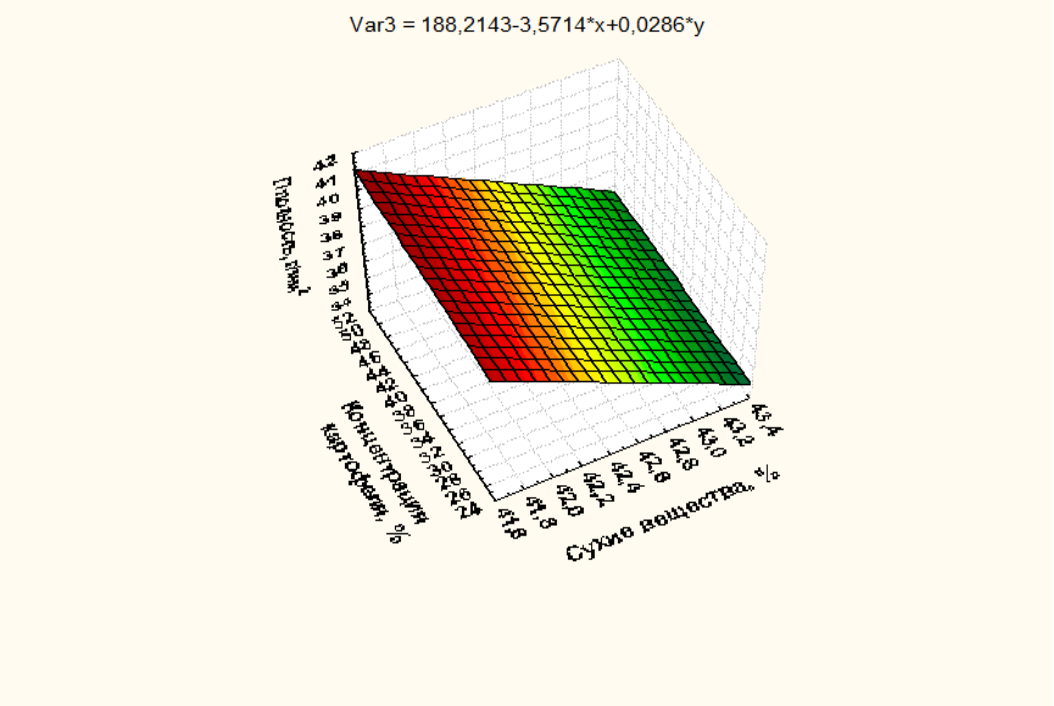


Рис. 2. Влияние концентрации картофеля (25, 50 %) на реологические свойства биточков из кальмара

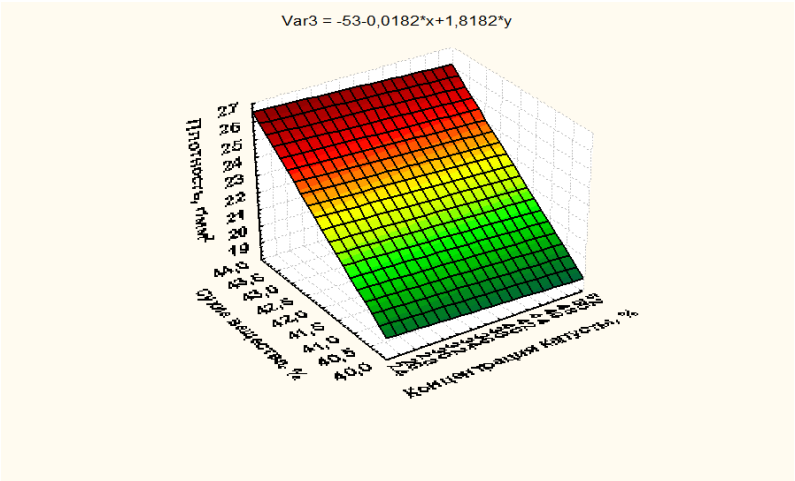


Рис. 3. Влияние концентрации капусты (25, 50 %) на реологические свойства биточков из кальмара

Результаты исследований свидетельствуют о том, что при увеличении концентрации картофеля плотность изделий увеличивается, а содержание сухих веществ уменьшается. Увеличение плотности изделий при замене рыбы сырым картофелем предположительно объясняется тем, что в данные образцы вводили вместо вареного кальмара сырой, тем самым, увеличивая содержание влаги. При тепловой обработке крахмальные зерна картофеля поглотили влагу частично, оставшаяся была выпрессована в результате деструкции белков рыбы и кальмара. Вследствие этого плотность готовых изделий в сравнении с контрольным образцом увеличилась незначительно, что не отразилось на сочности готовых биточков. Уменьшение содержания сухих веществ является следствием уменьшения закладки рыбы, которая содержит большее значение минеральных веществ по сравнению с картофелем.

Для биточков с капустой при увеличении концентрации капусты в образцах плотность и содержание сухих веществ в готовых изделиях уменьшается. Это объясняется тем, что в процессе тепловой обработки изменяются полисахариды, содержащиеся в клеточных стенках, главным образом, протопектин.

Определение качества кулинарных изделий из кальмара с растительными добавками проводили по физико-химическим показателям стандартными методами. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследования физико-химических показателей блюда «Биточки из кальмаров с растительными добавками»

№ п/п	Образец	Показатель качества					
		Содержание сухих веществ, %, не менее	Кислотность, %, не более	Содержание клетчатки, г	Зольность, %	Содержание витамина С, мг	Содержание соли, %
1	Контрольный	36,2	2,75	0,31	2,03	0,59	0,56
2	Кальмар (сырой) +25 % картофель (рыба)	41,7	3,12	0,37	2,48	1,79	0,41
3	Кальмар (сырой) +50 % капуста (рыба)	43,3	3	0,43	1,62	5,99	0,38
4	Кальмар (сырой) +100 % картофель (хлеб)	40	3	0,34	2,77	3,19	0,44
5	Кальмар (вареный) +100 % картофель (хлеб)	43	3	0,34	1,61	3,19	0,35
6	Кальмар (сырой) +25 % капуста (рыба)	40,4	3	0,37	1,8	3,29	0,47
7	Кальмар (вареный) +50 % капуста (хлеб)	43,4	2,63	0,38	1,79	5,99	0,47

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание сухих веществ, кислотности и соли для биточков из кальмара с растительными добавками находится в норме и соответствует данным видам изделий. Вместе с тем установлено, что при введении растительных добавок изделия обогащаются клетчаткой, витамином С и минеральными веществами (рис. 4–5).

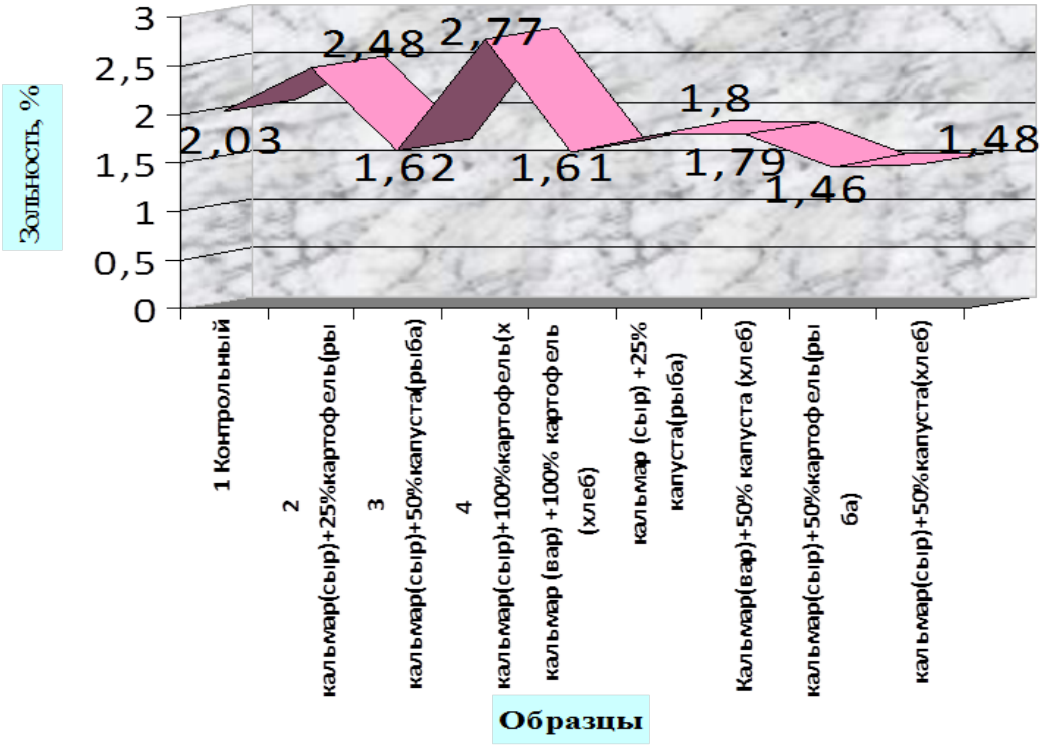


Рис. 4. Влияние растительных добавок на содержание золы

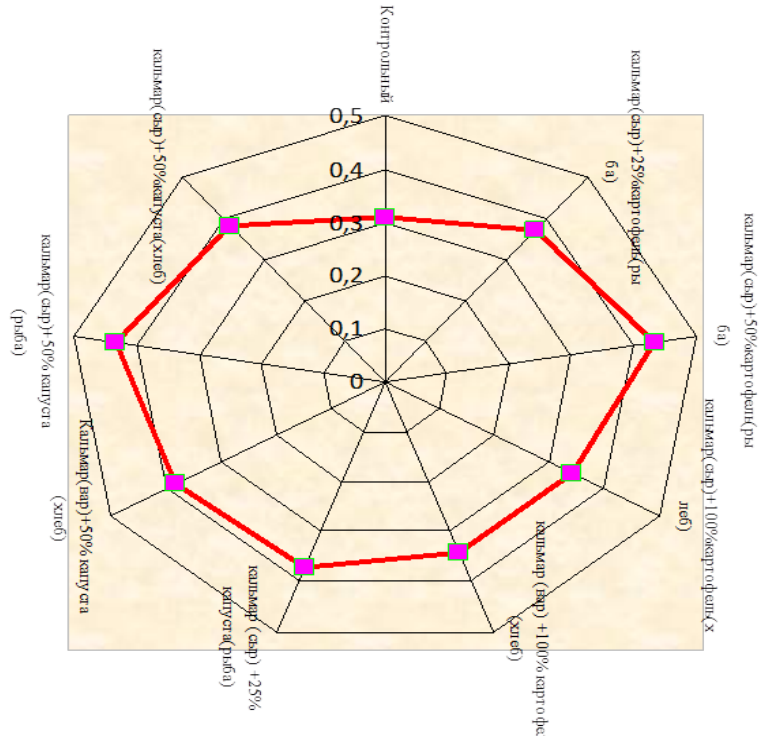


Рис. 5. Влияние растительных добавок на содержание клетчатки

Заключение. Результаты проведенных исследований подтверждают целесообразность оптимизации рецептур биточков из кальмара и рыбы. Использование растительного сырья повысит пищевую ценность изделий, улучшит органолептические, структурно-механические и реологические свойства, что позволит рекомендовать их для диетического и лечебно-профилактического питания.

Литература

1. *Красовский П.А.* Экспертиза качества нерыбных пищевых продуктов промысла (морепродуктов). – М.: Высш. шк. экспертизы, 2003.
2. *Нилов Д.Ю., Некрасова Т.Э.* Современное состояние и тенденции развития рынка функциональных продуктов питания и пищевых добавок// Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2005. – № 2. – С. 28–29.
3. *Парфенова С.Н.* Разработка технологии рецептур кулинарных изделий с использованием комбинированного мясного фарша: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Владивосток, 2006.
4. *Чемис Г.Н.* Обоснование и разработка технологии фаршевых полуфабрикатов из мяса кальмаров: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Владивосток, 2000.

УДК 658.512:637.146

Е.И. Решетник, В.А. Максимюк, А.М. Емельянов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАНИЯ МОЛОЧНОГО И ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ

В статье рассматривается возможность обогащения творожного продукта зерновым компонентом и биологически активными веществами, выработанными из древесины лиственницы Даурской.

***Ключевые слова**: творожный продукт, пшеничные отруби, творог нежирный, арабиногалактан, функциональное питание.*

E.I. Reshetnik, V.A. Maksimyuk, A.M. Emelianov

MULTICOMPONENT PRODUCT TECHNOLOGY IMPROVEMENT BASED ON THE DAIRY AND GRAIN RAW MATERIAL COMBINATION

The possibility of the curd product enrichment by the grain component and biologically active substances received from Daurskaya larch wood is considered in the article.

Key words: curd product, wheat bran, n

Введение. На состояние здоровья человека оказывает влияние совокупность таких факторов, как наследственность, образ жизни, экологическая обстановка окружающей среды, социальное окружение и трофический статус. Одним из самых доступных способов воздействия на организм человека является трофический статус. В рационе питания человека ежедневно должно присутствовать более 600 взаимосвязанных макро- и микронутриентов, чего невозможно добиться при употреблении традиционных пищевых продуктов.

Одним из решений этой проблемы является разработка и создание функциональных продуктов питания на основе животного и растительного сырья с использованием биологически активных веществ, полученных из безопасного и экологически чистого сырья.

Большой популярностью в настоящее время пользуются творожные продукты, имеющие высокое содержание массовой доли белка и обогащенные зерновыми компонентами, так как молочно-растительные системы наиболее полно соответствуют форме сбалансированного питания.

Поступление с продуктами белков, жиров, углеводов и других компонентов должно сопровождаться введением соответствующего количества балластных веществ. В связи с этим в последние годы всё большее внимание уделяется пищевым волокнам.

В качестве зернового компонента интерес представляют продукты переработки пшеницы, обладающие более сбалансированным аминокислотным составом и высоким содержанием нерастворимых пищевых волокон в отличие от других злаковых культур.

Арабиногалактан – природный источник растворимых пищевых волокон, необходимых для сбалансированного функционирования иммунной системы. Обладая свойствами пребиотика, поддерживает нормальный баланс микрофлоры желудочно-кишечного тракта, способствует росту полезных бифидо- и лактобактерий, чрезвычайно важных для защиты слизистой оболочки желудка от патогенных микроорганизмов [1].

Выбор нежирного творога, выработанного традиционным способом, в качестве основы для творожного продукта не случаен. Это обусловлено его популярностью в традиционном рационе питания, технологическими и функциональными свойствами.

На основании вышесказанного разработка технологии творожного продукта с использованием продуктов переработки пшеницы с повышенным содержанием периферийных частей и арабиногалактана является актуальной [4].

Цель исследований. Изучение возможности использования пшеничных отрубей, полученных из различных сортов пшеницы, выращенной на территории Амурской области, и арабиногалактана, полученного из лиственницы Даурской, для обогащения творожного продукта с использованием в качестве основы нежирного творога с повышенным содержанием влаги.

Материалы и методы исследований. Для производства поликомпонентного продукта в качестве основного сырья предлагается использовать нежирный творог, соответствующий требованиям ГОСТ Р 52096-2003, с массовой долей влаги не более 80 %, с кислотностью не более 220ºТ, выработанный кислотно-сычужным способом. По органолептическим показателям нежирный творог должен иметь мягкую рассыпчатую консистенцию, чистый, кисломолочный вкус без посторонних привкусов и запахов, белый цвет, равномерный по всей массе.

В качестве зернового компонента используются пшеничные отруби, полученные из различных сортов пшеницы, – Амурская 1495, ДальГАУ 1, ДальГАУ 2, выращенные на территории Амурской области.

В качестве источника растворимых пищевых волокон и стабилизатора структуры исследовали возможность внесения арабиногалактана, полученного из лиственницы Даурской, который согласно ТУ 9325-008-706-921-52-08 выпускается и реализуется под торговой маркой «Лавитол (арабиногалактан)» на ЗАО «Аметис» г. Благовещенск Амурской области.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе проведенного эксперимента были изучены органолептические, физико-химические и микробиологические показатели пшеничных отрубей. Исследование проводилось на базе лаборатории ООО «Амурагроцентр» г. Благовещенск Амурской области.

Изучено влияние дозы внесения пшеничных отрубей в нежирный творог на формирование органолептических показателей творожного продукта. Злаковый компонент вносили до термизации в нежирный творог, выработанный по традиционной технологии сычужно-кислотным способом.

Результаты, полученные при изучении органолептических и физико-химических показателей качества пшеничных отрубей, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Органолептические и физико-химические показатели качества пшеничных отрубей

Показатель	Результат исследований	НД на метод испытания	Нормируемый показатель
1	2	3	4
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	14,0	ГОСТ 9404	Не более 15 %
Цвет	Красно-коричневый с сероватым оттенком	ГОСТ 27558	Красно-желтый или красно-коричневый с сероватым оттенком
Запах	Свойственный, без посторонних запахов	ГОСТ 27558	Свойственный, без посторонних запахов

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Вкус	Свойственный, без посторонних привкусов	ГОСТ 27558	Свойственный, без горьковатого и кислого привкусов
Металломагнитная примесь, мк/кг: частицы размером до 2 мм частицы размером от 0,5 до 2 мм	2,8 0,87	ГОСТ 20329	Не более 5 мк/кг Не более 1,5 мк/кг
частицы размером от 0,5 до мм	0,87	ГОСТ 20329	Не более 1,5 мк/кг
частицы с острыми краями	Отсутствуют	ГОСТ 20329	Не допускаются
Массовая доля сырой золы, %	5,28	ГОСТ Р 51418	Не менее 4,5 %
Массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте, %	0,14	ГОСТ Р 51418	Не более 1,0 %
Массовая доля сырого протеина, %	15,64	ГОСТ Р 51417	Не менее 15,0 %
Массовая доля сырой клетчатки, %	9,23	ГОСТ Р 52839	Не менее 9,0 %
Массовая доля кальция, %	0,14	ГОСТ 26570	Не менее 0,14 %
Массовая доля фосфора, %	0,97	ГОСТ 26557	Не более 1,0 %
Массовая доля водорастворимых хлоридов, %	0,11	ГОСТ Р 51421	Не менее 0,10 %
Зараженность вредителями или наличие следов	Не обнаружено	ГОСТ 27559	Не допускается

Проведенные исследования подтвердили целесообразность использования пшеничных отрубей при выработке творожного продукта на основе нежирного творога. Были определены необходимые технологические операции предварительной обработки пшеничных отрубей:

- измельчение;
- термическая обработка при температуре 170±5°С в течение 4–5 мин;
- выдержка отрубей в сыворотке при соотношении 1:1 при температуре 55°С в течение 6–8 мин [3].

Нежирный творог, подготовленные отруби вносили в рабочую ёмкость куттера-диспергатора. Перемешивание смеси осуществлялось при скорости вращения ножей 3000 об/мин в течение 30–60 с. Термизация смеси осуществляется при температуре 65±1°С в течение 5 мин и скорости вращения ножей 1500 об/мин, так как данный режим способствует получению продукта с наиболее оптимальными физико-химическими, реологическими и органолептическими показателями. Охлаждение полученного продукта до температуры 43±3°С осуществляли в том же аппарате путём подачи хладагента в межстенное пространство.

Дозу пшеничных отрубей варьировали от 3 до 12 % от массы нежирного творога с шагом 3 %. Необходимую дозу вносимых отрубей определяли органолептическим способом. Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2

Органолептические показатели творожного продукта в зависимости от дозы внесения пшеничных отрубей

Доза внесения, %	Вкус и запах	Консистенция	Цвет
3	Кисломолочный, с привкусом пшеничных отрубей	Однородная	Белый, с кремовым оттенком равномерный по всей массе
6	Свойственный творогу, с привкусом пшеничных отрубей и жареного ореха	Однородная, слегка вязкая	Светло-кремовый, равномерный по всей массе
9	Свойственный пшеничным отрубям	Однородная, вязкая, с наличием частиц отрубей	Кремовый, равномерный по всей массе
12	Ярко выраженный вкус пшеничных отрубей	Однородная, плотная, с наличием частиц отрубей	Светло-коричневый, равномерный по всей массе
Контроль	Кисломолочный, свойственный творогу	Однородная, нежная	Белый

На основании проведенных исследований установлено, что оптимальная доза внесения пшеничных отрубей в творожную основу составляет 6 % от массы нежирного творога. Данный образец имел нежный, чистый, кисломолочный вкус и запах с привкусом зерновой добавки, однородную пастообразную консистенцию, светло-кремовый цвет, равномерный по всей массе.

Использование арабиногалактана при производстве творожного продукта можно рассматривать не только в качестве стабилизатора структуры, но и как биологически активную пищевую добавку при разработке функционального продукта питания [5].

Арабиногалактан – комплексный природный водорастворимый полисахарид, обладающий многообразием биологического действия и разносторонностью целебных свойств, экстрагируемый из древесины лиственницы различных видов.

По органолептическим показателям арабиногалактан представляет собой аморфный сухой порошок белого цвета с кремовым оттенком, имеющим слабовыраженный сладкий привкус и легкий аромат хвои.

По физико-химическим показателям и показателям безопасности пищевая добавка «Лавитол (арабиногалактан)» соответствуют требованиям, представленным в табл. 3–4.

Таблица 3

Показатели безопасности пищевой добавки «Лавитол (арабиногалактан)»

Показатель	Результат исследований
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	
свинец	0,010
кадмий	0,0015
мышьяк	0,002
ртуть	0,0001
Пестициды, мг/кг, не более:	
ГХЦГ (сумма изомеров)	Отсутствует
ДДТ и его метаболиты:	Отсутствует
гептахлор	Отсутствует
алдрин	Отсутствует
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	10
БГКП (колиформы) в 0,1 г	Не обнаружено
E. coli в 1,0 г	Не обнаружено
Патогенные микроорганизмы (в том числе сальмонеллы в 10,0 г)	Не обнаружено
Дрожжи, КОЕ/г, не более	10
Плесени, КОЕ/г, не более	10
Радионуклиды, Бк/кг, не более:	
стронций-90	1,9
цезий-137	1,2

Таблица 4

Физико-химические показатели пищевой добавки «Лавитол (арабиногалактан)»

Показатель	Результат исследований
Массовая доля арабиногалактана, %, не менее	90,95
Массовая доля влаги, %	4,4

Арабиногалактан при производстве творожных продуктов экономически целесообразно вносить в готовый творог. Его предварительно растворяли в творожной сыворотке, в которую далее вносили подготовленные пшеничные отруби. Количество вносимого арабиногалактана составляет 1 % от творожной массы.

Заключение. При проведении предварительных экспериментов установлено, что арабиногалактан, применяемый при выработке термизированного творожного продукта, играет роль стабилизатора, обеспечивающего эффект «пастеризации» кислого казеинового сгустка, а также в фиксации и стабилизации консистенции готового продукта [2]. В результате поставленных задач подобраны оптимальные функциональные компоненты – пшеничные отруби и пищевая добавка «Лавитол (арабиногалактан)», разработана технология производства творожного продукта.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы: введение 6 % пшеничных отрубей и 1 % арабиногалактана в нежирный творог способствуют получению комбинированного творожного продукта, обладающего характерными для творожных масс органолептическими показателями, сбалансированным составом и функциональными свойствами, а также позволяют усовершенствовать технологию поликомпонентных термизированных продуктов на основе комбинирования молочного и зернового сырья за счёт использования натуральных компонентов, обладающих свойствами стабилизации консистенции готового продукта.

Литература

1. Биологически активные вещества из древесины лиственницы / *В.А. Бабкин, Л.А. Остроухова, Ю.А. Малков* [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – Т. 1. – № 3. – С. 363–367.
2. Влияние пищевых волокон на структурно-механические свойства творожных десертов / *Н.И. Дунченко, В.А. Агарков, С.В. Купцова* [и др.] // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 1. – С. 29–32.
3. *Максимюк В.А., Решетник Е.И.* Исследование и разработка технологии творожного продукта с использованием функциональных компонентов // Взаимодействие научно-образовательных учреждений, бизнеса и власти: сб. науч. тр. – Благовещенск, 2011. – С. 99–106.
4. *Решетник Е.И., Максимюк В.А., Уточкина Е.А.* Изучение возможности создания белкового продукта, содержащего функциональные добавки на основе растительного сырья Дальнего Востока // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 4. – С. 51–55.
5. *Решетник Е.И., Максимюк В.А., Уточкина Е.А.* Кисломолочный продукт, обогащенный арабиногалактаном // Молочная промышленность. – 2011. – № 11. – С. 56–57.

УДК 664.143 ***Н.Н. Типсина, Г.К. Селезнева***

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ КРЫЖОВНИКА В КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье рассмотрены основные характеристики крыжовника и описана технология приготовления полуфабрикатов из его плодов. Приведены данные эксперимента по внедрению крыжовника в кондитерские изделия.

***Ключевые слова**: плоды крыжовника, порошок, пюре из крыжовника.*

N.N. Tipsina, G.K. Selezneva

GOOSEBERRY SEMI-FINISHED PRODUCT APPLICATION IN THE CONFECTIONERY INDUSTRY

The main characteristics of the gooseberry are considered in the article and the technology of semi-finished product preparation from its berries is described. The experimental data on the gooseberry introduction into confectionery products are given.

Key words: gooseberry berries, powder, gooseberry puree.

Введение. Каждый из нас знает о пользе и влиянии витаминов на наш организм. В настоящее время тема правильного сбалансированного питания и обогащения пищевых продуктов всевозможными витаминами, минералами и прочими биологически активными веществами является очень популярной. Однако несмотря на это, в нашей стране по-прежнему наблюдается нехватка продуктов питания функционального назначения, доступного для всех слоев населения. Поэтому данная тема является по-прежнему актуальной, так как применение плодов крыжовника в качестве добавки в различные пищевые продукты не только повысит их вкусовые качества, но и обогатит необходимыми для нашего организма незаменимыми и ценными веществами.

Растение крыжовник представляет собой небольшой куст высотой 1–1,5 м и примерно такого же диаметра. Он формируется из прикорневых побегов, которые с возрастом превращаются в ветви. В отличие от смородины, ветви крыжовника быстро отклоняются от вертикали, поэтому куст крыжовника чаще имеет раскидистую форму, но известны сорта и с прямостоячими ветвями.

По своему химическому составу плоды крыжовника стоят на одном из первых мест среди прочих культур. В плодах крыжовника в больших количествах содержатся биологически активные гипотензивные и капилляроукрепляющие, противосклеротические Р-активные соединения, а также клетчатка и пектин, способствующие выведению из организма тяжелых металлов. В ягодах содержится большое количество серотонина, обладающего противоопухолевой активностью, способностью повышать кровяное давление у гипотоников, понижать содержание сахара в крови при диабете. По содержанию сахаров, среди которых преобладают глюкоза и фруктоза, крыжовник стоит на втором месте после винограда. Богат крыжовник и органическими кислотами, в основном яблочной и лимонной. Минеральный состав плодов также удачно сбалансирован и способствует жизнедеятельности клеток и поддержанию кислотно-щелочного равновесия в организме человека.

Материалы и методы исследований. С точки зрения применения крыжовника на производстве он также является конкурентоспособным сырьем в сравнении с другими культурами, так как сможет обеспечить бесперебойную работу в течение всего года. Это обусловлено тем, что крыжовник является самой неприхотливой и урожайной культурой (1 куст способен давать огромное количество ягод, в среднем до 25 кг и более) и может обеспечить поступление сырья во время созревания в течение длительного периода (до 60 дней).

С целью обеспечения бесперебойной работы производства целесообразна заготовка сырья в сезон. Для этого культуру можно заготавливать как полуфабрикат (пюре), а так же как порошок на предприятиях малой и средней мощности, и отправлять на централизованную переработку. Для наибольшей сохранности полуфабриката и его свойств целесообразнее всего использовать консерванты, которые отвечают всем требованиям. Переработка крыжовника ведется по определенной малоотходной технологической схеме, которая приведена на рис. 1.

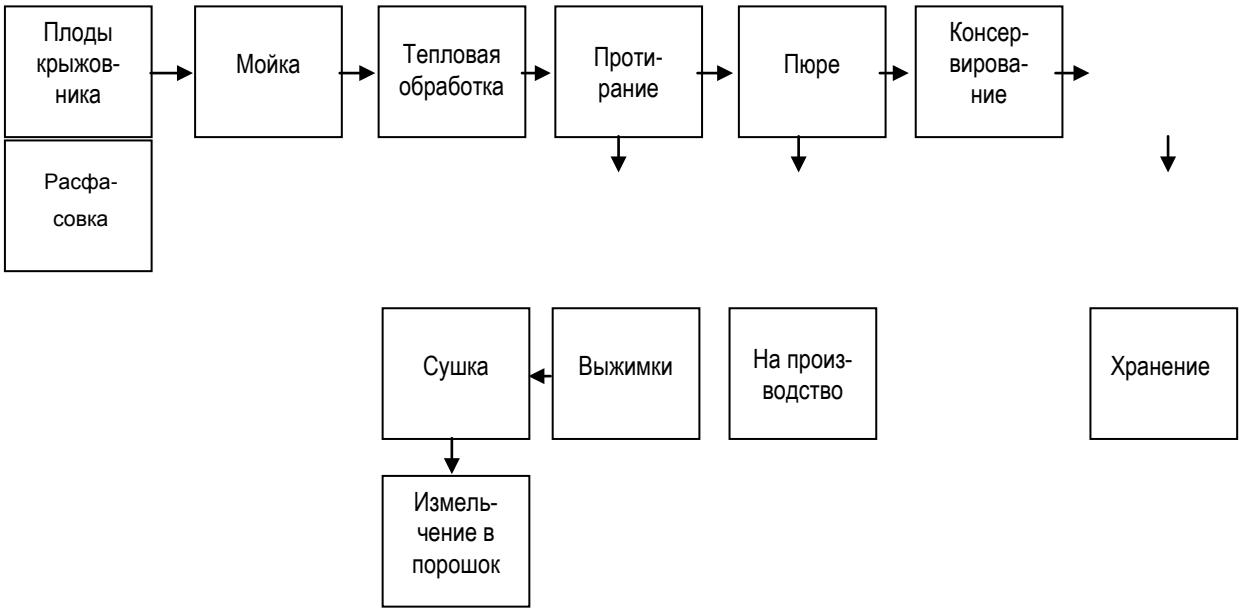


Рис. 1. Схема получения пюре из плодов крыжовника

Технология получения полуфабриката-пюре из плодов крыжовника заключается в следующем.

Мойка сырья. Моют ягоды в моечно-встряхивающей машине. Для удаления посторонних примесей и загнивших или заплесневевших экземпляров мытые плоды инспектируют.

Тепловая обработка. Для размягчения тканей ягод после инспекции подвергают тепловой обработке. Цель тепловой обработки – размягчить ткань плодов для облегчения протирания и инактивировать окислительные ферменты, для чего ягоды нагревают в воде при Т=60–70°С. Основным оборудованием, используемым для нагревания плодов, являются шнековые подогреватели. Под влиянием нагревания и кислот, присутствующих в плодах, происходит гидролиз протопектина, находящегося в срединных пластинках и клеточных стенках. При этом связь между клетками нарушается, часть их стенок разрушается и ткань размягчается. После тепловой обработки плоды ягоды сразу поступают на протирочные машины.

Протирание. Плодовая масса при этом разделяется на две фракции: жидкую, состоящую из измельченной мякоти, и твердую, включающую семена, кожицу и косточки. При протирании косточковых плодов используют проволочные или резиновые бичи, которые не разбивают косточки. В зависимости от перерабатываемого сырья бичи применяют разных конструкций. Для первого протирания используют сита диаметром отверстий 1–1,5 мм, для второго сита – 0,5–0,8 мм. Качество протирания контролируют по отсутствию в пюре дробленых косточек, кожицы, семенных камер и огрубевших частиц мякоти. Второе протирание называется финишированием. В результате финиширования пюре приобретает тонкоизмельченную нежную консистенцию.

Консервирование. Вводят химические консерванты непосредственно после протирки, не допуская больших задержек. Обычно пюре консервируют, когда оно охладится до 40–50°С. Консерванты добавляют в смеситель в закрытом резервуаре с мешалкой в виде раствора. При сульфитировании пюре лучше использовать баллон с сернистым ангидридом. Из большого перечня консервирующих средств, разрешенных для использования в пищевой промышленности, наиболее часто применяются для консервирования фруктово-ягодного пюре и пульпы бензойная и серная кислоты. Бензойная кислота (C_6H_5COOH) обладает сильным бактерицидным действием в кислых средах с малым содержанием азотистых веществ, что характерно для фруктово-ягодного пюре. Необходимую для консервирования пюре дозировку бензойной кислоты варьируют в пределах 0,05–0,10 % в зависимости от естественной кислотности пюре.

Расфасовка. Подготовленную пюреобразную массу фасуют в тару. Продукт фасуют на дозировочно-наполнительных автоматах, затем наполненные банки закупоривают металлическими лакированными крышками на автоматических вакуум-закаточных машинах или паровакуумной закаточной машине.

Хранение. После расфасовки полуфабрикатов по тарам их отправляют в специализированные складские помещения с определенной влажностью и температурным режимом.

Предлагаемая технологическая схема производства полуфабрикатов из плодов крыжовника является не только практичной в применении и ресурсосберегающей, но и экологически безопасной, так как является

практически безотходной. Также следует отметить, что, поскольку в данной технологии предполагается использование свежего сырья и исключена стадия заморозки, то это позволяет сохранить в наших полуфабрикатах максимум из первоначального содержания витаминов и других ценных веществ и значительно обогатить различные кондитерские и хлебобулочные изделия.

Выход полуфабрикатов из 1 кг крыжовника:

- 840 г пюре;
- 160 г выжимки.

После приготовления из ягод крыжовника пюре содержание сухих веществ снизилось, а в связи с получением выжимок кислотность увеличилась.

Так как порошок и высушенные ягоды содержат в себе из-за отсутствия влаги более концентрированную среду, то содержание кислотности и сахаров в них больше, чем у пюре. Данные представлены в табл.

Химический состав полуфабрикатов из ягод крыжовника

Полуфабрикат	Массовая доля СВ, %	Массовая доля титруемых кислот, % лимонной кислоты	Активная кислотность, pH	Массовая доля редуцирующих сахаров, %	Массовая доля общего сахара, %
Пюре из свежих ягод крыжовника	18	2,31	2,8	10,24	11,7
Порошок из свежих ягод крыжовника	85,0	2,45	3,4	10,95	12,3

Результаты исследований и их обсуждение. Для проведения исследований в качестве опытных образцов использовались бисквитный полуфабрикат и мармелад желейный, в которые вносились порошок и пюре крыжовника в качестве добавки.

В ходе эксперимента выяснилось, что в умеренных количествах порошок крыжовника оказывает благотворное воздействие на тесто, бисквитный полуфабрикат получается более объемным и воздушным. Данные приведены на рис. 2–3.

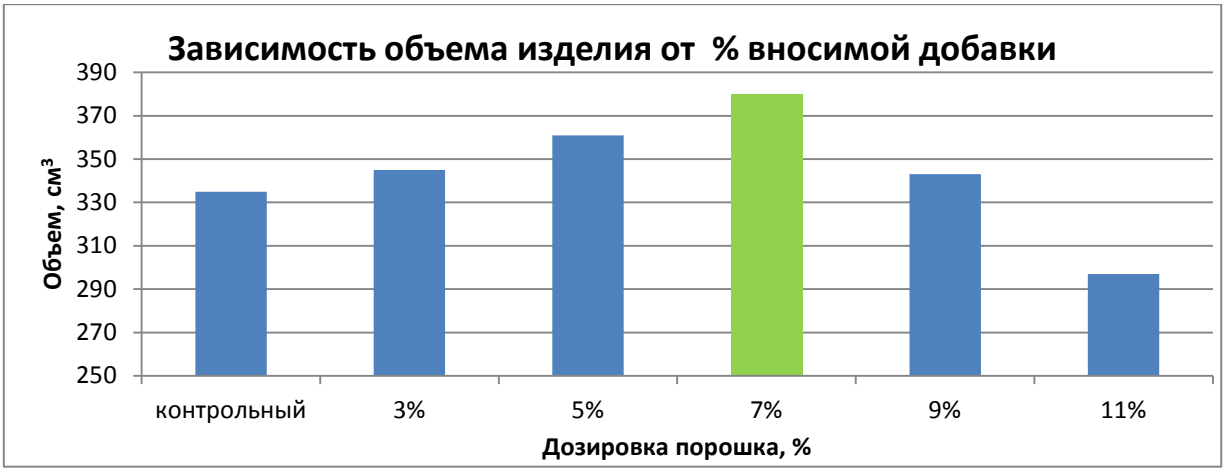


Рис. 2. Зависимость объема изделия от дозировки вносимой добавки

Из данных диаграммы на рис. 2 видно, что до 7 % включительно вносимый порошок улучшал реологические свойства изделий, объем их увеличивался, консистенция становилась более воздушной и пышной, а свыше 7 % наблюдался обратный процесс. Это связано с особенностью бисквитного теста, пышность которого напрямую зависит от качества клейковины в муке, и чем сильнее клейковина, тем хуже изделие. В данном случае вносимый порошок вместо 7 % муки ослабляет клейковину и тем самым улучшает изделие, но до определенного момента, когда клейковины становится слишком мало, т.е. начинается обратный про-

цесс: изделие ввиду сильного насыщения кислородом становится неспособным держать каркас, происходит опадание.

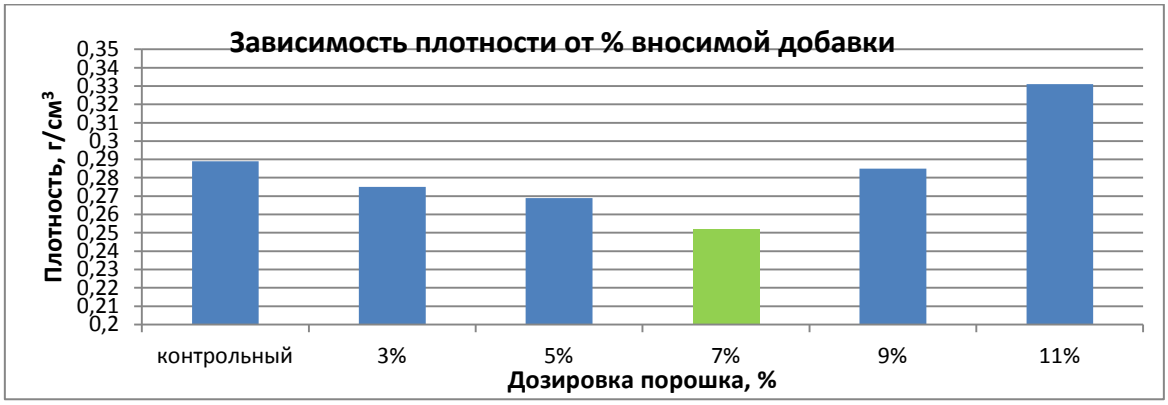


Рис. 3. Зависимость плотности изделия от дозировки вносимой добавки

Из диаграммы на рис. 3 видно, что оптимальным соотношением дозировки порошка и муки является образец с 7 %, так как данный образец обладает наименьшей плотностью в отличие от остальных.

По результатам проведенных исследований был выбран образец №4 с 7 % внесением порошка крыжовника, так как он является наиболее удачным и отвечает всем требованиям качества.

Действие пюре крыжовника, оказываемое на мармелад при внесении, можно охарактеризовать как положительное, так как при этом значительно улучшаются вкусовые качества изделий, которые приобретают красивый насыщенный цвет. Благодаря природным красителям, которые в избытке присутствуют в крыжовнике, улучшается консистенция и структура изделий. Содержание сухих веществ и редуцирующих сахаров также увеличивается. Данные эксперимента приведены на рис. 4–5.

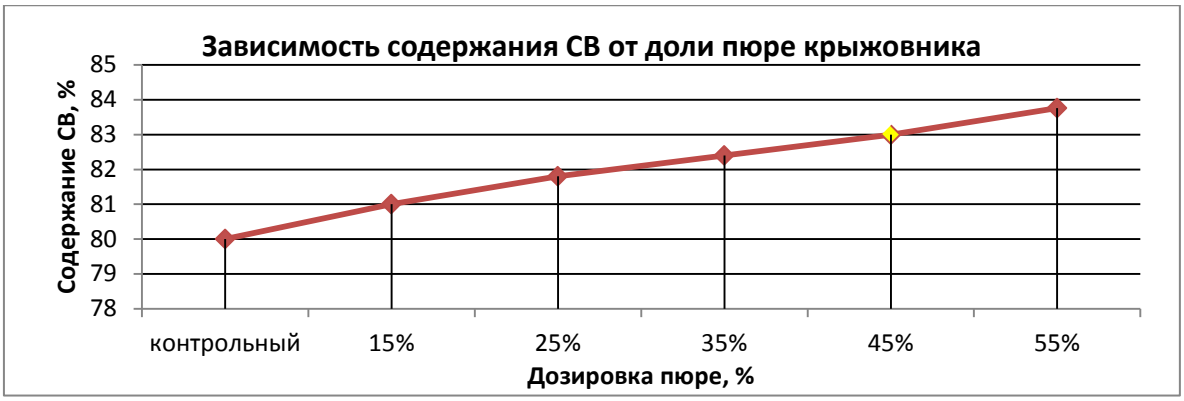


Рис. 4. Зависимость содержания СВ в мармеладе от дозировки вносимой добавки

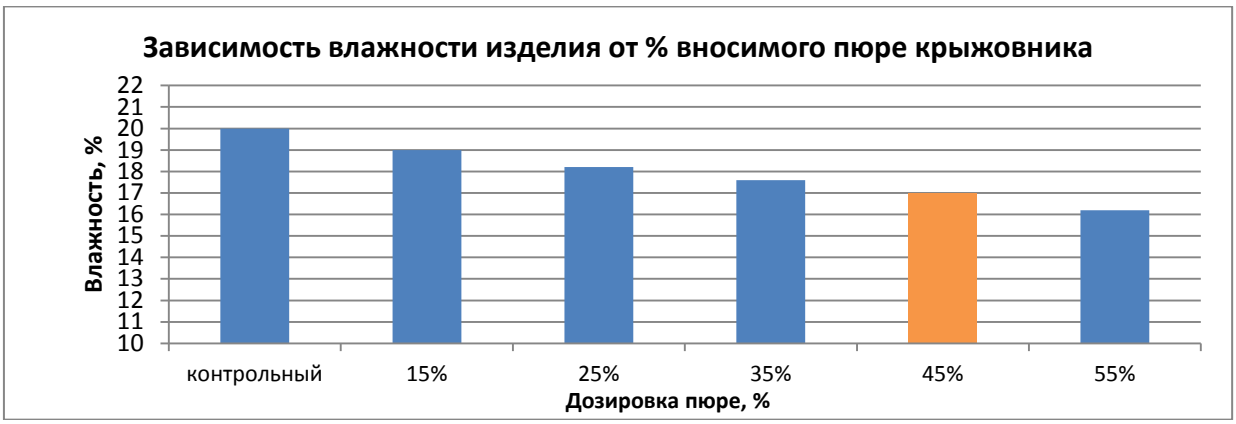


Рис. 5. Зависимость влажности мармелада от дозировки вносимого пюре

Данные исследований показывают, что с увеличением количества вносимой добавки пюре из крыжовника вместо воды влажность мармелада уменьшается, показатели влажности мармелада желейного должны быть в пределах 17–20 %, поэтому оптимальным является изделие под №5 с 45 % внесением пюре.

По внесению в бисквитный полуфабрикат пищевой добавки – порошка крыжовника – можно сделать вывод, что в результате этого качество изделий улучшается по органолептическим, физико-химическим показателям, а также происходит обогащение изделий витаминами, минеральными веществами, Р-активными соединениями и органическими кислотами. Энергетическая ценность у нового вида изделия снижается.

По внесению в мармелад желейный пищевой добавки – пюре из плодов крыжовника – следует сделать вывод, что улучшаются органолептические и физико-химические характеристики, изделие приобретает ярко выраженный прекрасный вкус и цвет без внесения ароматизаторов и красителей, также за счет внесения крыжовника изделие обогащается практически всеми витаминами, минеральными веществами, органическими кислотами и в большом количестве Р-активными веществами. Энергетическая ценность у нового вида изделия незначительно увеличивается.

Выводы

Благодаря использованию полуфабрикатов из крыжовника, расширяется ассортимент и совершенствуются технологии производства мучных и сахарных кондитерских изделий. На основании этого можно сделать следующие выводы:

- плоды крыжовника богаты Р-активными веществами (катехины, антоцианы и т.д.);
- витамин С в ягодах крыжовника гармонично сочетается с витамином РР, что весьма важно, поскольку эти витамины наиболее эффективно действуют совместно;
- широкому использованию ягод крыжовника препятствует недостаточная изученность их технологических свойств и в связи с этим отсутствие рекомендаций по их использованию;
- получение стойких в хранении полуфабрикатов из ягод сглаживает сезонность в производстве различных продуктов переработки, повышает ресурсный потенциал.

Применение порошкообразных и пюреобразных пищевых полуфабрикатов позволит:

- создать прогрессивные технологии и изделия нового поколения;
- улучшить качество выпускаемой продукции;
- снизить энергетическую ценность пищевых продуктов;
- обогатить состав продуктов питания биологически ценными компонентами;
- разработать целый ряд новых продуктов функционального назначения: детского, диетического и диабетического назначения;
- разработать новые виды многих пищевых красителей.

Таким образом, доказана перспективность использования сырьевой базы плодов крыжовника Красноярского края, получения из них полуфабрикатов с последующим внедрением их в производство кондитерских и хлебобулочных изделий. Так как плоды крыжовника являются одной из перспективных ягодных культур для производства пищевых продуктов, занимая 5-е место по площади насаждений, они способны обеспечить обогащение продуктов необходимыми питательными веществами, а также найти применение в детском, диетическом и функциональном питании.

Литература

1. *Ападина О.Н.* Крыжовник: пособие для садоводов-любителей. – М.: Ниола-Пресс, 2007. – 144 с.
2. *Личко Н.М.* Технология переработки продукции растениеводства. – М.: КолосС, 2008. – 616 с.
3. *Типсина Н.Н.* Новые виды кондитерских и хлебобулочных изделий с местным растительным сырьем. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2009. – 260 с.
4. *Типсина Н.Н.* Новые виды кондитерских изделий с местным растительным сырьем: монография. – Красноярск, 2009. – 168 с.
5. *Типсина Н.Н., Наумова Л.А.* Использование фруктово-ягодных полуфабрикатов в рецептурах для диетического питания // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2004. – № 6. – С. 198–200.
6. *Фатьянов В.А.* Крыжовник. – М.: Вече, 2005. – 32 с.

УДК 664

Н.Н. Типсина, Н.Ю. Яковчик

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕРНИКИ

В статье представлен анализ сырьевой базы черники, а также химический состав ее плодов. Обсуждается польза черники и возможность ее применения в медицине.

***Ключевые слова**: черника, ареал произрастания, химический состав черники.*

N.N. Tipsina, N.Yu. Yakovchik

BILBERRY RESEARCH

The analysis of the bilberry raw material source and its berry chemical composition are presented in article. The bilberry advantage and the possibility of its application in medicine are discussed.

Key words: bilberry, growing area, bilberry chemical composition.

Черника обыкновенная (Vaccinium myrtillus L.) – невысокий кустарничек семейства брусничных. Научное название рода происходит от латинского слова vacca – «корова», что говорит о пригодности листьев некоторых видов на корм скоту. Видовое название myrtillus представляет уменьшительное от myrtus – «мирт» – по сходству растения с маленьким миртом [2].

Ягоды сочные, кисло-сладкие, черного цвета, семена мелкие. Цветет в мае-июне. Поспевает в июле-августе. Используются ягоды и листья черники.

Черника повсеместно распространена в лесной полосе Белоруссии, преимущественно в средней и северной зонах. Часто она образует сплошной покров в осветленных хвойных и смешанных лесах. Встречается также в европейской части России, Восточной и Западной Сибири, Кавказе, Дальнем Востоке, Ближнем Востоке, Восточной Азии, северной части Северной Америки [4].

Как правило, черника растёт в широколиственных и хвойных лесах, в тундре, лесотундре, на сфагновых болотах, в горах до 2000 м на уровне моря. Часто доминирует в растительном покрове, образуя обширные заросли. Охраняется в заповедниках. Максимальная урожайность черники в лесах европейской части России достигает 526–860 кг/га. Урожаи черники довольно устойчивы. В таблице 1 представлен промысловый запас ягод в России.

В качестве лекарственного сырья используют плоды и побеги. Ягоды заготавливают в период полного созревания утром или вечером. В последнее время при заготовке ягод используют средства малой механизации – ковш с зубцами, но часто после применения ковша для сбора сильно повреждаются листовые и плодоносящие почки, что способствует резкому сокращению урожайности. При заготовке не следует брать зеленоватые и испорченные плоды, ветви, листья. Собранные вручную плоды складывают в корзины или ведра. Не разрешается ягоды мыть и перекладывать из одной тары в другую. Сушеные ягоды черники хранят в ящиках, выложенных бумагой. В фазе цветения собирают побеги черники, стараясь не повредить цветки, плоды [1].

Таблица 1

Биологический запас плодов промысловых видов черники

Округ, регион	Эксплуатационный запас	Биологический запас
Сибирский:	41	49
Красноярский край	80,0	400,0
Новосибирск	60,0	200,0
Иркутская область	70,0	200,0
Ханты-Мансийский АО	100,0	200,0
Республика Коми	39,9	132,9
Архангельская область	40,5	98,8
Республика Карелия	28,7	70,0
Уральский	34	26
Северо-Западный	20	20

Согласно данным табл. 1, на территории Красноярского края хорошо развита сырьевая база, в связи с этим изучение ягод является весьма актуальным вопросом. К тому же у черники богатый химический состав [1].

В ее состав входят незаменимые органические кислоты, такие, как лимонная, молочная, хинная, кислота, яблочная и янтарная. Именно такой уникальный кислотный состав во многом определяет уникальные лечебные свойства черники. Кроме того, в ее состав входят многие необходимые нам для нормальной жизнедеятельности минералы.

Это соли железа, калия, марганца, меди, серы, фосфора, хрома и цинка. По содержанию марганца чернике нет равных среди растений [3].

Кроме того, в ягоде присутствуют каротин (витамин А), витамины группы В, витамины С и РР, имеются дубильные вещества, спирты и эфирное масло. Сравнительная характеристика черники по химическому составу в зависимости от сорта представлена в табл. 2.

По химическому составу ягоды черники очень богаты полезными веществами и элементами [6].

Таблица 2

Сравнительная характеристика черники в зависимости от сорта

Питательные вещества, микроэлементы, витамины на 100 г продукта	Черника садовая "Bluecrop" – Vaccinium corymbosum "Bluecrop"	Черника лесная обыкновенная Vaccinium myrtillus L.
Калорийность	44	44
Белки	1,1	1,1
Вода	86,0	86,0
Жиры	0,6	0,6
Углеводы	7,6	7,6
Моно- и дисахариды	7,6	7,6
Пищевые волокна	3,1	3,1
Органические кислоты	1,2	1,2
Зола	0,4	0,4
Витамин А	1,5	1,7
Витамин В1	0.01	0,04
Витамин В2	0,02	0,03
Витамин С	10,0	0,6
Витамин РР	0,3	0,4
Железо	0,7	0,7
Калий	51,0	51,0
Кальций	16,0	12,0
Магний	6,0	6,0
Натрий	6,0	3,0
Фосфор	13,0	13,0
Цинк	0,16	0,16

Народные названия напоминают о способности ягод черники окрашивать в темный цвет губы, зубы, пальцы (черника, чернец, черничник, чернишник, чернега и др.). Раньше из черничного сока изготовляли пурпурные и фиолетовые краски для художников, при дублении кож получали коричневый и желтый цвета. Ягоды черники кисло-сладкие, приятные на вкус. Они хороши в свежем виде и при приготовлении из них варенья, компотов, морсов. В пищевой промышленности сок из черники является ценным красителем для вин и напитков.

Черника не только источник пищи, но и здоровья. Ягоды содержат органические кислоты, сахара, пектин, витамины С, В1, В2, РР, каротин, дубильные вещества, жизненно важные микроэлементы. Найдены полезные вещества и в листьях – аскорбиновая кислота, эфирные масла, гликозиды.

С помощью черники лечат подагру, ревматизм, нарушенный обмен веществ, экзему, расстройства кишечника, малокровие. С лечебной целью используют чаще ягоды: сушеные, свежие, засыпанные сахаром. Для профилактики рекомендуется съедать по 30–50 г черники 2 раза в день. Ягоды улучшают кровоснабжение сетчатки глаз и тем самым обостряют ночное зрение. На их основе даже разработаны специальные средства повышения остроты зрения у летчиков и космонавтов.

При желудочно-кишечных расстройствах и поносе (особенно у детей) принимают по 50–100 г свежих ягод или настой из сухих. Для приготовления настоя 4 чайные ложки сухих плодов заливают 1 стаканом кипятка и настаивают 8 ч. Выпивают в течение дня.

Отвар используют для полоскания горла при ангине, для компрессов при сыпи на коже и некротических язвах, при ожогах. Для его приготовления 100 г сухих плодов заливают 0,5 л горячей воды и кипятят пока количество воды не уменьшится до 0,3 л.

Настоем листьев снижают количество сахара при диабете, благодаря наличию в них неомиртиллина. Он же способствует растворению камней при почечнокаменной и мочекаменной болезнях. Листья заготавливают во время цветения, когда в них особенно много неомиртиллина и микроэлементов.

Черника является распространенным сырьем на территории Красноярского края, ее полезные свойства позволяет задуматься о применении ее как функциональной добавки в кондитерские изделия, так как данная добавка позволит обогатить продукт витаминами и другими полезными веществами [5].

Литература

1. *Валова З.Г.* Продуктивность черничников Россиии //Докл. Ботан. конг. – Л.: Наука, 1985. – Т. 2.
2. *Вигоров Л.И.* Сад лечебных культур. – Свердловск, 1976. – 172 с.
3. *Коробкина З.В.* Витамины и минеральные вещества плодов и ягод. – М., 1969. – 80 с.
4. *Кощеев А.К., Кощеев А.А.* Дикорастущие съедобные растения. – 2-е изд. – М.: Колос, 1994. – 351 с.
5. *Попов А.И.* Перспективы использования лекарственных растений Красноярского края //Проблемы реформирования региональной экономики: мат-лы междунар. науч-практ. конф. – Кемерово, 1994. – С. 340–341.
6. *Чиков П.С., Лаптев Ю.П.* Витаминные и лекарственные растения. – М.: Колос, 1976. – 367 с.

УДК 631.362

А.И. Ярум

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ НА ОСНОВЕ НОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В статье рассмотрены вопросы совершенствования технологии переработки зерна гречихи в крупу на основе нового патентозащищенного оборудования с целью энерго- и ресурсосбережения.

***Ключевые слова**: сепарация, зерно, гречиха, крупа, технология, энерго- и ресурсосбережение, новое оборудование, пропариватель, шелушитель, сушилка.*

A.I. Yarum

BUCKWHEAT GRAIN PROCESSING TECHNOLOGY IMPROVEMENT ON THE BASIS OF THE NEW EQUIPMENT

The issues of the technology improvement for the buckwheat grain processing into cereal on the basis of the new patent-protected equipment with the purpose of energy and resource saving are considered in the article.

Key words: separation, grain, buckwheat, cereal, technology, energy and resource saving, new equipment, steamer, peeler, dryers.

Введение. Сепарирование зерновых смесей – одно из основных процессов переработки зерна крупяной отрасли промышленности. Ответственным этапом послеуборочной обработки зерна гречихи является очистка ее от примесей. Совершенствование всех процессов очистки зерна гречихи позволит сэкономить время и минимизировать затраты, которые зависят от технической оснащенности и эффективности применяемого технологического оборудования. Существующая технология переработки зерна гречихи в крупу имеет целый ряд недостатков.

В настоящее время технология переработки зерна гречихи в крупу предусматривает очистку зерна от примесей, гидротермическую обработку (ГТО), сушку пропаренного зерна, охлаждение и шелушение, но базируется на старых, металлоемких, малопроизводительных и энергоемких машинах, которые необходимо совершенствовать.

Пропариватели А9-БПБ не обеспечивают равномерность пропаривания зерна, загрузочный и разгрузочный пробковые затворы ненадежные в работе, происходит утечка пара в производственное помещение, половина теплоты выбрасывается в атмосферу с отработавшим паром.

Паровые сушилки ВС-10-49М металлоемкие, низкопроизводительны, требуют большого расхода пара. Кондуктивный способ теплопередачи зерну от паровых труб приводит к неравномерности сушки и оказывает влияние на потребительские достоинства готовой продукции.

Вальцедековые станки 2ДШС-3Б для шелушения гречихи имеют ряд конструктивных недостатков как по надежности в эксплуатации, так и эффективности шелушения, что приводит к повышенному дроблению ядра и увеличению выхода продела.

Цель исследований. Совершенствование существующей технологии переработки зерна гречихи в крупу на основе разработанного нового патентозащищенного оборудования.

Задачи исследований. Разработка новой энергоресурсосберегающей техники для модернизации технологии переработки зерна гречихи.

Методика и результаты исследований. Разработанные на кафедре машин и аппаратов пищевых производств КрасГАУ устройства для первичной очистки зерна, ГТО и шелушения способны модернизировать технологический процесс переработки зерна гречихи в крупу.

Схема переработки зерна гречихи в крупу включает следующие операции: пропуск зерна через пневмосепаратор, ситовый сепаратор, пропаривание, сушка, охлаждение, шелушение на центробежном шелушителе, контроль готовой продукции, упаковка готовой продукции.

Устройство для пневматического разделения сыпучих материалов, представленное на рис. 1, работает следующим образом.

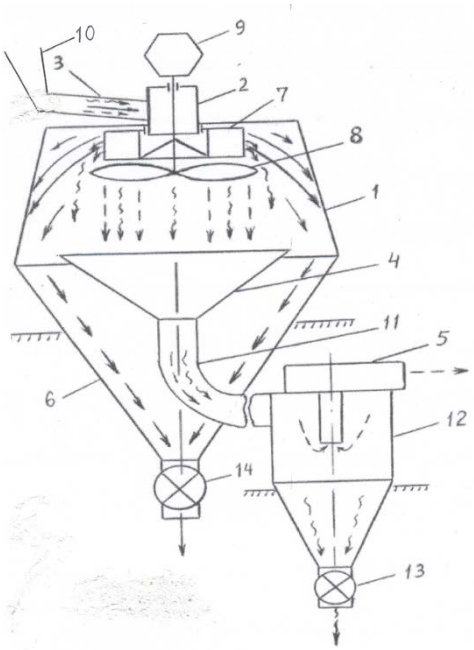


Рис. 1. Устройство для пневматического разделения [1]

Зерновая смесь из воронки 10 и входного патрубка 3 тангенциально поступает в подготовительную камеру 2, где переходит во вращательное движение и поступает на конус лопастного ротора 7, отбрасываясь под действием центробежных сил от поверхности лопастей ротора 7 к конусной поверхности корпуса 1 смесь разделяется. Тяжелая фракция скользит по стенке корпуса 1 вниз и выводится через шлюзовой затвор 14, а легкая фракция уносится воздушным потоком, создаваемым дополнительным вентилятором 8 ротора 7 в приемник 4 для легких примесей. Легкие примеси транспортируются по воздухопроводу 11, поступают и осаждаются в циклоне 12 и через шлюзовой затвор 13 удаляются наружу.

Применение данного устройства позволяет повысить эффективность процесса разделения смеси зерна гречихи за счет использования лопастного ротора, создающего центробежные силы, под действием которых происходит интенсификация процесса расслоения зерновой смеси. Дополнительный вентилятор ротора способствует быстрому выводу легких фракций из корпуса устройства, а выполнение верхней части корпуса в виде усеченного конуса способствует плавному скольжению зерна гречихи в накопитель, что позволяет протекать процессу сепарации более эффективно, чем в вертикальных аспирационных каналах существующих машин.

После очистки зерна гречихи от легких фракций оно поступает на ситовый сепаратор для очистки зерна от мелких и дробленых зерен.

Ситовый анализатор (рис. 2), содержащий набор сит и приводной механизм, который выполнен в виде шести цилиндров с подвижными штоками, проходящими через их центральное отверстие и закрепленными в эластичных тороидах, заполненных текучей средой с пневмоуправлением возвратно-поступательного движения в цилиндрах, что позволяет повысить эффективность работы за счет целенаправленного программирования функций рассева, а также бесступенчатого управления и плавности регулирования.

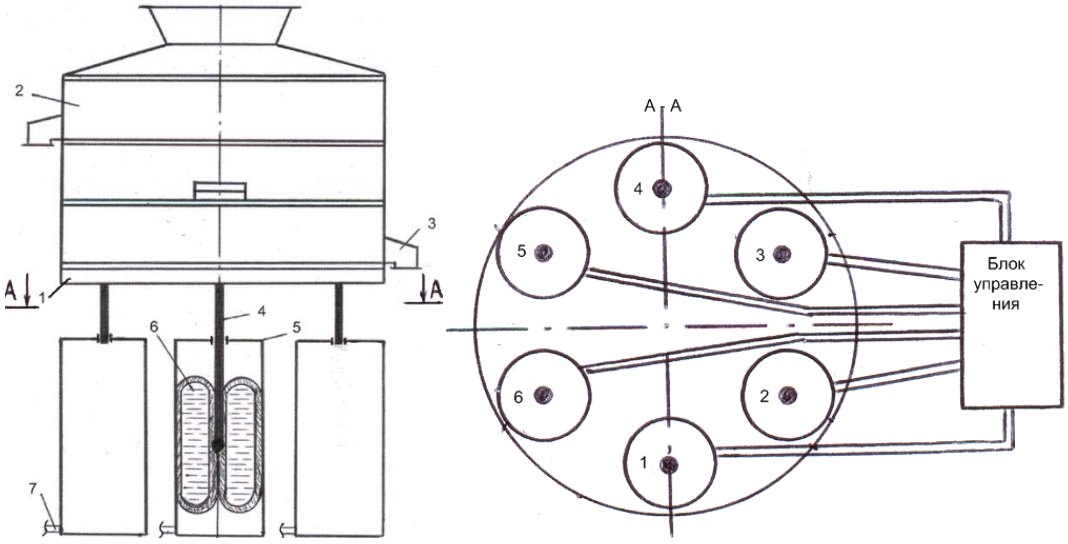


Рис. 2. Ситовый анализатор [2]

По шлангу 7 пневмоимпульс заданной частоты и амплитуды поступает в один из цилиндров 5, его эластичный тороид 6 перекатывается вверх, продвигая вверх шток 4 своего цилиндра 5 и поднимая край корпуса 1. Другой пневмоимпульс подается в заданный цилиндр 5, аналогично шток которого поднимает свой край корпуса 1. Создавая периодически резкий сброс давления в цилиндрах 5, каждое сито 2 получает встряску через корпус 1, что способствует повышению эффективности рассева и самоочистке сита. Материал, загружаемый в верхнее сито, разделяется на классы в соответствии с числом установленных сит в наборе и каждый разгружается через соответствующую своему ситу течку 3. Путем определения объема или веса каждого класса можно регулировать технологический процесс рассева зерна гречихи.

В блоке управления задается алгоритм подачи в цилиндры 5 пневмоимпульсов. Блок управления позволяет получать многовариантность настройки амплитуды и частоты пневмоимпульсов, возможность целенаправленного программирования функций рассева, бесступенчатого управления и плавности регулирования.

Алгоритм работы сепаратора следующий. Шток первого цилиндра поднимает корпус сепаратора на угол α, а штоки второго и шестого цилиндра создают поочередно вертикальные виброколебания. Через 10 с штоки первого, второго и шестого цилиндров резко опускают корпус сепаратора в горизонтальное положение, а шток четвертого цилиндра поднимает корпус сепаратора на угол α, при этом штоки третьего и пятого цилиндра создают поочередно вертикальные виброколебания в течение 10 с. Затем цикл повторяется. В результате создается виброжиженный слой на наклонной плоскости с отрывом от поверхности и его разрыхлением, с приобретением новых свойств, характерных для вязкой жидкости. Применяя закон Ньютона для вязкой жидкости, получим:

$$\tau = \mu \frac{dy}{dx},$$

где τ – касательное напряжение слоя; μ – коэффициент динамической вязкости, $\frac{dy}{dx}$ – градиент скорости движения слоев.

После преобразования и интегрирования данного уравнения [6] с учетом граничного условия $v|_{x=0} = 0$ получим зависимость для текущей скорости слоя:

$$v(x) = \frac{pgSina}{\mu}\ (hx - \frac{x2}{2}),$$

где h – высота слоя зерна; α – угол наклона поверхности к горизонту.

После ситового сепаратора зерно гречихи поступает в пропариватель. Конструкция пропаривателя позволяет организовать подачу пара снизу по всему объему зерна гречихи, что обеспечивает равномерность насыщения всей зерновой массы паром, устраняет образование застойных зон. Парораспределитель представляет собой вертикальный полый шнек с возрастающим шагом кверху и имеющий по всей поверхности отверстия, размер которых меньше размера обрабатываемого зерна, причем цилиндрическая камера заключена в герметичный контейнер, в котором дополнительно размещены нижний и верхний коллекторы и между ними трубы по всей боковой поверхности цилиндрической камеры, причем межтрубное пространство герметичного контейнера заполнено кварцевым песком, а трубы смещены к внешней стенке цилиндрической камеры, касаясь ее своей поверхностью, при этом входной и выходной патрубки снабжены датчиками влажности, а на выходе отработанного пара установлены датчик давления с регулятором, управляемым от блока управления, регулировка давления снижает общее время пропаривания, т.е. увеличивает производительность пропаривателя.

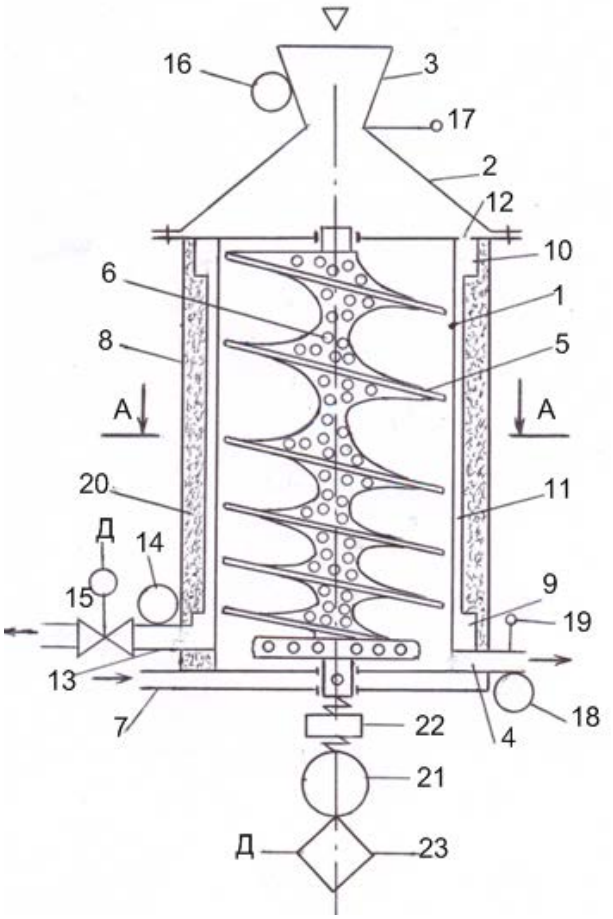


Рис. 3. Пропариватель [3]

Пропариватель работает следующим образом. Через загрузочный патрубок 3 цилиндрической камеры 1, заключенной в герметичный контейнер 8, заполняют зерном до уровня фланцевого соединения его с конусной крышкой 2, измеряя его влажность датчиком 16. Перекрывают загрузочный патрубок 3 заслонкой 17, разгрузочный патрубок 4 заслонкой 19 и подают пар в вертикальный шнек 5 через патрубок 7. Шнек 5 начинает медленно вращаться от привода 21 через редуктор 22. Пар, проходя через отверстия 6, заполняет весь объем цилиндрической камеры 1, равномерно пропаривает зерно и через отверстие 12 поступает в верхний коллектор 10, затем по трубам 11 проходит в нижний коллектор 9, обогревая кварцевый песок 20 и выходит через патрубок 13 с датчиком давления 14 и регулятором 15. Выходное давление измеряется датчиком 14, устанавливается блоком управления 23 и поддерживается регулятором 15 по линии Д-Д. В блок управления 23 задается выходная влажность зерна. Разность влажностей, измеренной датчиком 16 и заданной, определяет время пропаривания. При достижении заданного установленного времени пропаривания подачу пара прекращают и постепенно открывают патрубок 13 для сброса пара. Для выпуска зерна открывают задвижку 19 патрубка 4 с одновременным измерением влажности зерна датчиком 18. В случае недостаточного увлажнения зерна заслонка 19 и патрубок 13 закрываются, а блок управления 23 дает команду на рециркуляцию зерна шнеком 5 с подачей пара через патрубок 7 и регулировкой давления на выходе пара. Сравнение влажностей между полученной от датчика 18 и заданной определяют добавочное время пропаривания. Дальнейшая работа пропаривателя повторяется согласно вышеописанной схеме.

Применение различных алгоритмов работы пропаривателя позволяет улучшить его работу и уменьшить энергопотребление. После пропаривания зерно подается на сушилку (рис. 4).

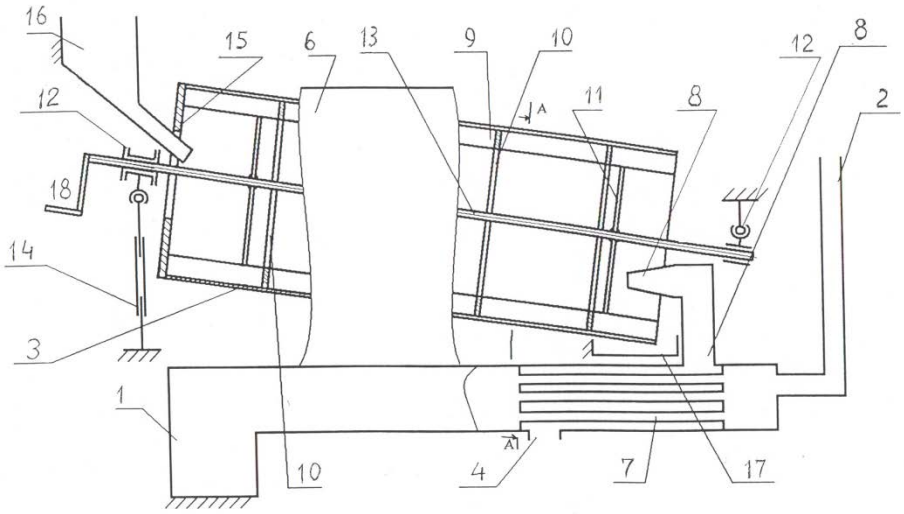


Рис. 4. Автономное устройство для сушки высоковлажного растительного сырья [4]

Устройство, представленное на рис. 4, работает следующим образом. В топке 1 разжигаются дрова. Дым проходит между жаровыми трубами 7 и выходит в дымовую трубу 2. Нагретый воздух из жаровых труб 7 по воздуховоду 5 через конфузор 8 поступает в полый цилиндр 3, в который с другой стороны загружается зерно гречихи с помощью приемного лотка 16 через отверстие в передней крышке 5. Вращая рукоятку 18 вала 13 (или привод вала выполнен от электродвигателя с редуктором), который вращаясь в шарнирно-подшипниковом узле 12 с помощью спиц 11 вращает полый цилиндр 3. Зерно гречихи пересыпается с помощью гребней 9 и задерживается на кольцах 10, равномерно распределяясь по всему объему полого цилиндра 3. Расположение конфузора 8 внутри сушильной камеры – полого цилиндра 3 – обеспечивает увеличение скорости движения воздуха внутри сушильной камеры и более равномерное распределение температурного поля. По мере расхода горячего воздуха в жаровую трубу 7 поступает холодный воздух через воздуховод 4. Наклонное расположение сушильной камеры 3 при её вращении обеспечивает перемещение зерна по сушильной камере, при этом продольные гребни 9 обеспечивают подъём зерна и падение его с перемещением к выходу из сушильной камеры 3, а поперечные кольца 10 замедляют движение к выходу зерно гречихи и выгрузку его в выпускной лоток 17. Изменение скорости вращения вала 13 сушильной камеры 3 и изменение угла его наклона с помощью талрепа 14 изменяют время нахождения объекта сушки внутри сушильной камеры 3. Щиты 6 обеспечивают омывание сушильной камеры 3 горячим воздухом от

топки 1 и более равномерному её прогреву. Наклонное расположение сушильной камеры 3 обеспечивает движение воздуха внутри её за счёт разности удельных весов холодного и горячего воздуха.

После сушки зерно гречихи поступает на охлаждение воздухом в перенастроенный сепаратор (вентилятор циклона 5 работает в обратном направлении), изображенный на рис. 1. После охлаждения зерно гречихи подается на шелушитель (рис. 5).

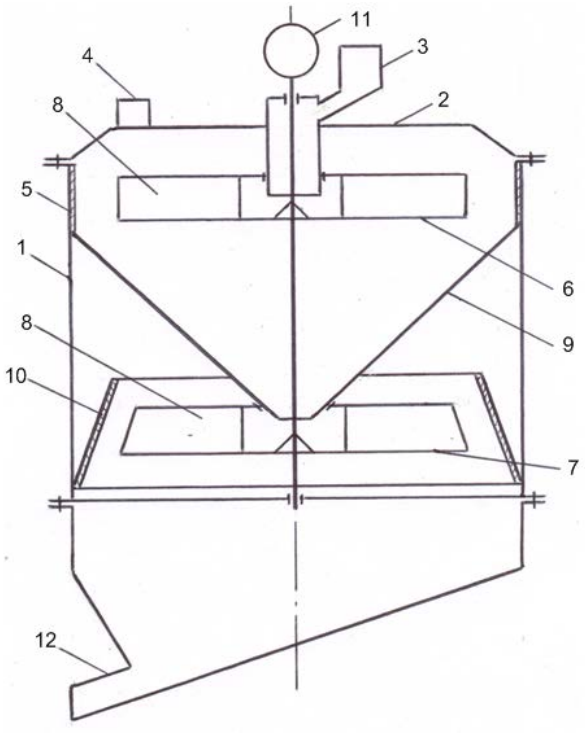


Рис. 5. Шелушитель зерна [5]

Шелушитель работает следующим образом. Зерно поступает в загрузочный патрубок 3 в крышке 2 на вращающийся верхний диск 6 с лопастями 8, размещенными в корпусе 1. Вращение ротора производится от привода 11. Под действием центробежной силы зерно по направляющим лопастям 8 разгоняется и, срываясь, ударяется о деку 5 с рифленой поверхностью. Шелушение происходит в результате трения зерна о режущие кромки рифленой поверхности деки 5 и дальнейшего трения зерновок друг о друга во время скольжения зерна по воронке 9. Затем зерно попадает на нижний диск 7 с лопастями 8, где оно также за счет центробежной силы разгоняется и ударяется о резиновую поверхность дополнительной конусной деки 10. Происходит окончательное мягкое шелушение зерна. Из шелушителя продукт выводится через разгрузочный патрубок 12, а шелуха выводится через аспирационный патрубок 4.

Преимущество этого устройства в том, что частицы продукта посредством вращательного движения по воронке 9 и взаимного трения зерновок подвергаются мягкому шелушению, которое продолжается на дополнительной деке 10 с резиновым покрытием. Расширяется рабочая зона, что способствует повышению эффективности шелушения и снижению выхода битого продукта.

Таким образом, применение данного устройства повышает эффективность шелушения и расширяет функциональные возможности этого процесса, исключая использование дополнительного оборудования для предварительного разделения зерна на фракции.

Заключение. Разработаны новые энергоресурсосберегающие патентозащищенные конструкции для первичной очистки зерна гречихи и предложено улучшение показателей технологического процесса на базе нового технологического оборудования, а также модернизированная технология переработки зерна гречихи в крупу. Предложены и конструктивно проработаны новые технические решения устройств, защищенные патентами на изобретения, позволяющие повысить качественные показатели процессов переработки зерна гречихи в крупу.

Литература

1. Пат. №123353 Российская Федерация, МПК B07B 7/01. Устройство для пневматического разделения сыпучих материалов / *Самойлов В.А., Ярум А.И.*; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Краснояр. гос. аграр. ун-т; заявл. 22.09.10; опубл. 27.12.12.
2. Заявка № 2012116190/13. Решение о выдаче патента 24.04.13, кл.в 01 N 15/02. Ситовый анализатор / *Самойлов В.А., Ярум А.И.*; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Краснояр. гос. аграр. ун-т; заявл. 20.04.12.
3. Пат. №128837 Российская Федерация, МПК B02B 1/08. Пропариватель / *Самойлов В.А., Ярум А.И.*; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Краснояр. гос. аграр. ун-т; заявл. 07.11.12; опубл. 0.06.2013.
4. Пат. №123353 Российская Федерация, МПК B02B 1/08. Шелушитель / *Самойлов В.А., Ярум А.И.*; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Краснояр. гос. аграр. ун-т; заявл. 07.11.12; опубл. 10.06.2013.
5. Пат. №2467269 Российская Федерация, МПК F 26 B 11/04. Автономное устройство для сушки высоковлажного растительного сырья /*Невзоров В.Н., Холопов В.Н., Ярум А.И., Дугин П.В., Самойлов В.А.*; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Краснояр. гос. аграр. ун-т; заявл. 20.05.11, опубл. 20.11.12.
6. *Злочевский В.Л., Тарасевич С.В., Воронкин П.А.* Исследование процессов движения сепарируемых материалов на ситах с вертикальными виброколебаниями// Наука и молодежь: мат-лы 2-й Всерос. науч.-практ. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2005. – С. 35–37.

ОХРАНА ТРУДА

УДК 331.45

Т.В. Еремина, А.Ф. Калинин

МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАВМООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РУЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

В статье дана методология совершенствования системы электробезопасности ручных электрических машин. Приведен алгоритм построения диаграмм типа «дерево». Определены виды травмоопасных ситуаций дерева событий.

***Ключевые слова**: ручная электрическая машина, система электробезопасности, электротравма, дерево событий, дерево исходов, травмоопасная ситуация.*

T.V. Yeremina, A.F. Kalinin

THE MATHEMATICAL MODELING METHOD OF INJURY-CAUSING SITUATIONS IN THE MANUAL ELECTRIC MACHINE OPERATION

The methodology for electrical safety system perfection of the manual electric machines is given in the article. The algorithm of diagram sort "tree" development is set forth. The traumatic situation types of the event tree are defined.

Key words: manual electric machine, electric safety system, electric trauma, event tree, tree of outcomes, injury-causing situation.

Введение. На современном этапе развития применения ручных электрических машин (РЭМ) на сельскохозяйственных объектах, фермерских хозяйствах и в быту с совершенствованием применяемых методов организации работ на основе оптимизации системы электробезопасности целесообразно использовать комплексный подход к исследованию, т.е. аналитический и математическое моделирование.

Общая методология исследования и совершенствования системы электробезопасности РЭМ структурно-логическим и математическим методами базируется на рассмотрении следующих аспектов [1]:

- системно-элементном, качественно и количественно характеризующим состав системы;
- системно-структурном, концентрирующим внимание на математических способах связи и организации взаимодействия её элементов;
- системно-функциональном, учитывающим задачи основных компонентов системы.

Система электробезопасности рассматривается как сложное понятие, являющееся средством представления объектов и используемое в целях их качественного исследования и совершенствования.

Применяя математические методы анализа системы электробезопасности, нужно определить роль какого-либо вида моделирования и его значение в процессе создания системы и выделить то общее, что присуще всем моделям. Таким образом, модель – это естественный или искусственный объект, находящийся в соответствии с изучаемым объектом. Информация о состоянии системы электробезопасности при эксплуатации РЭМ должна быть упорядочена.

Цель исследований. Математический анализ возникновения электротравматизма при эксплуатации РЭМ.

Задачи исследований. Построение алгоритма математической модели травмоопасной ситуации и отбор наиболее опасных инцидентов.

Для изучения возникающих в системе электробезопасности травмоопасных ситуаций следует использовать методы моделирования, в общем виде включающие следующие этапы:

- учет наиболее существенных факторов, определяющих возникновение травмоопасной ситуаций и её последствий;
- составление смысловых (описательных) моделей;
- формализация травмоопасной ситуации и оценка количественных характеристик.

Наиболее полно рассматриваемой модели удовлетворяет формализованное представление системы в виде графических диаграмм причинно-следственных связей [2]. На наш взгляд, предпочтительным являются диаграммы типа «дерева происшествий», которые обладают высокой информативностью представления и описания изучаемых явлении, хорошей наглядностью и декомпозируемостью, возможностью применения формализованных процедур системного анализа этих моделей и системного синтеза мероприятий, направленных на реализацию заданных целей системы.

Семантическая модель типа «дерева происшествий» включает одно головное событие, которое соединяется с помощью конкретных логических условий с исходными и промежуточными предпосылками, обусловившими в совокупности его появление. В нашем случае головное событие дерева представляет аварию электроустановки или несчастный случай, а его «ветви» – набор соответствующих предпосылок, образующих их причинные цепи. «Листьями» дерева происшествия служат исходные события-предпосылки (отказ электроустановки, ошибки оператора), дальнейшая детализация которых нецелесообразна.

Объекты и методы исследований. С учетом изложенного сформулируем основные требования к построению диаграмм типа дерева.

1. Модель должна состоять только из одного головного события, поэтому представим дерево происшествий в виде совокупности двух деревьев: дерево события (возникновения травмоопасной ситуации) и дерева исходов (последствия травмоопасной ситуации).

2. Каждое из двух моделей содержит свое головное событие и некоторое множество предшествующих ему предпосылок-ошибок людей, поломка оборудования, негативные внешние воздействия. Причем в состав этих деревьев следует включать все логические связи между имеющимися предпосылками, соблюдение которых необходимо и достаточно для возникновения травмоопасной ситуации.

3. Построение дерева событий и дерева исходов следует начинать не от исходных ошибок, отказов техники и опасных внешних воздействий к головному событию, а наоборот. При этом само головное событие, соответствующие ему предпосылки верхнего и последующих уровней, а также образованные ими причинные цепи, следует выявлять на основе знания общих закономерностей возникновения электротравмы.

Результаты исследований и их обсуждение. На рисунке 1 приведен алгоритм построения диаграмм дерева событий и дерева исходов. Первый этап включает описание систем электробезопасности. Здесь должна быть собрана и изучена следующая информация: структура объекта; пространственное размещение его элементов; основные виды работ, осуществляемые на электроустановке; отказы оборудования, имевшие место; эксплуатационная надежность электрооборудования; возможные ошибочные действия оператора и т.д.

Второй этап содержит таксономию потенциальной опасности и ее классификацию. Здесь важно выделить наиболее опасные источники.

Третий этап предназначен для выявления возможных инцидентов (электротравм). Анализ состоит в построении прецедентных сочетаний несчастных случаев: инициирующие события – промежуточные события – инцидент. При этом следует учитывать различные возможные инициирующие события, такие, как аварии электроустановки, отсутствие или отказ средств электрозащиты, ошибки оператора и т.д. На этом этапе будем использовать метод дерева событий в предположении, что верхнее нежелательное событие предоставляет собой электротравму.

Четвертый этап – анализ постинцидентных сочетаний исходов, которые могут имеет место после инцидента – получения электротравмы. На этом этапе используем метод дерева исходов при условии, что здесь рассматривается в виде инцидента один из возможных его исходов (летальный, инвалидность, временная нетрудоспособность).

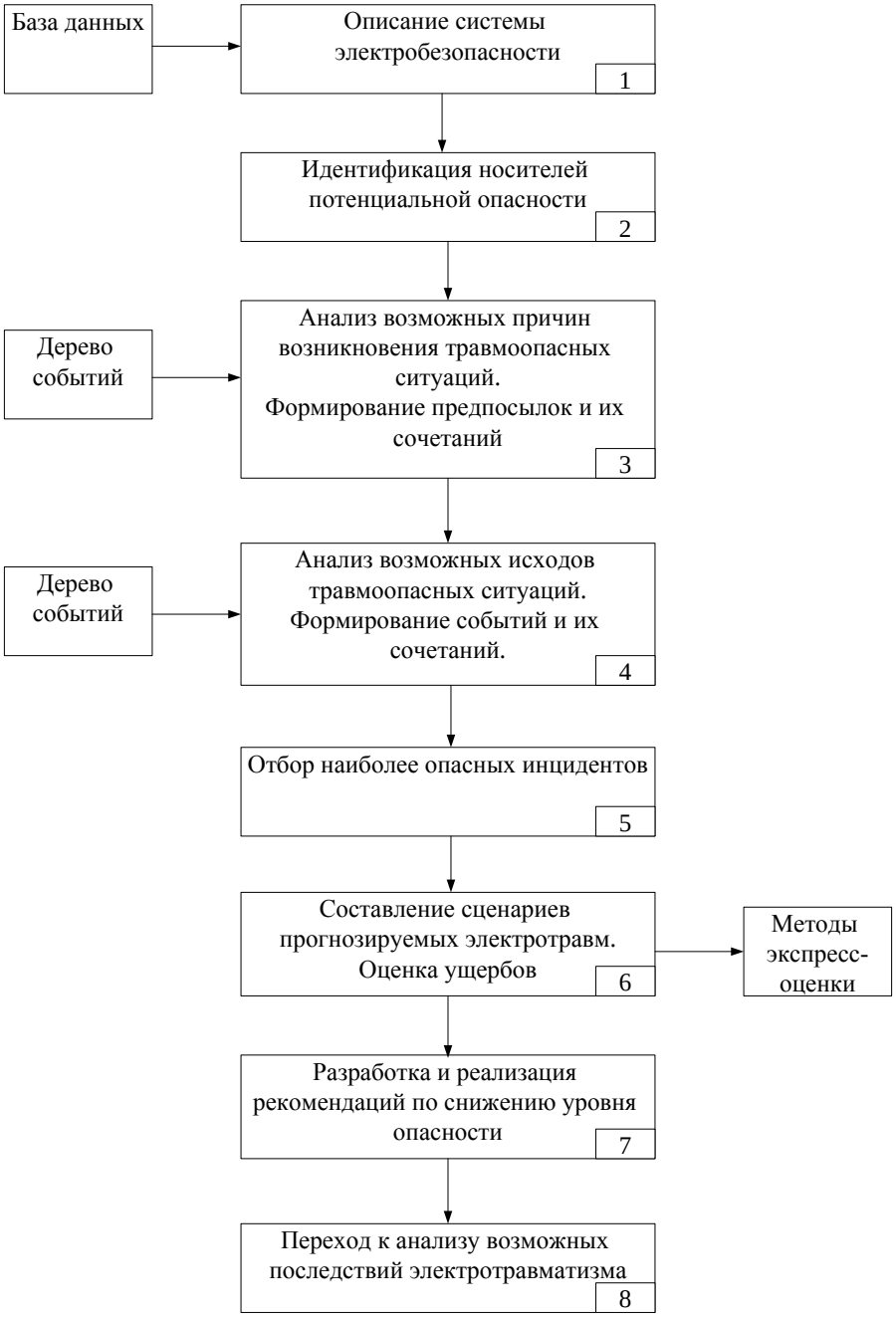


Рис. 1. Блок-схема построения диаграмм типа «дерево»

Пятый этап включает отбор наиболее опасных инцидентов и формирование окончательного итогового его списка. При составлении такого списка используются методы, позволяющие ранжировать инциденты и отбирать среди них наиболее опасные.

Шестой этап предполагает составление сценариев несчастных случаев на основе итогового списка инцидентов и оценку возможных ущербов.

Заключительный блок содержит разработку рекомендаций по снижению уровня опасности электротравмирования при эксплуатации, в том числе РЭМ.

Следующим этапом моделирования травмоопасных ситуаций в электроустановках является априорная оценка их числовых параметров.

Как правило, она связана с определением вероятности появления конкретных несчастных случаев, аварий, в том числе и математического ожидания их количества на заданном интервале времени. Здесь же рассчитываются размеры ущерба и затрат, связанных с возникновением и предупреждением опасных ситуаций в электроустановках [3]. Рассмотрим применение методики оценки риска электротравмирования РЭМ (табл.)

Разделим вероятности, находящиеся в левой колонке на несовместимые группы, учитывая, что общей причиной первых трех опасностей является наличие открытых токоведущих частей. Причина четвертой опасности – повреждение изоляции фазного провода относительно корпуса РЭМ. Два головных события приведены в правой колонке таблицы.

Определение травмоопасных ситуаций дерева событий

Потенциальная опасность	Вероятность, %	Головное событие	Вероятность, %
Двухфазное прикосновение	2,0	-	-
Двухфазное прикосновение между фазным и нулевым проводом	8,2	Прикосновение к токоведущим частям	22,4
Однофазное прикосновение между фазным проводом и землей	12,2	Прикосновение к корпусу РЭМ оказавшему под напряжением	77,6
Прикосновение между корпусом, на котором произошло замыкание фазного провода, и землей	77,6	-	-

Руководствуясь изложенным выше подходом (рис. 2), рассмотрим головное событие «Электротравма при прикосновении корпусу РЭМ».

Выполним следующие процедуры:

а) определим все предпосылки и элементарные события, которые могут вызвать головное событие;

б) рассмотрим отношения между событиями с помощью логических операций И или ИЛИ.

Головное событие А (рис. 2) произойдет, если будут иметь место все четыре события Б,В,Г и Д, представленные входами логической операции И.

Наличие напряжения на корпусе РЭМ (событие Б) возможно, если имевшее место замыкание токоведущих частей на ее корпус (событие Е) не было устранено перед применением РЭМ (событие Ж).

Касание человеком корпуса РЭМ (событие В) возможно при любом из событий И, К и Л, которые представлены входами логической операции ИЛИ.

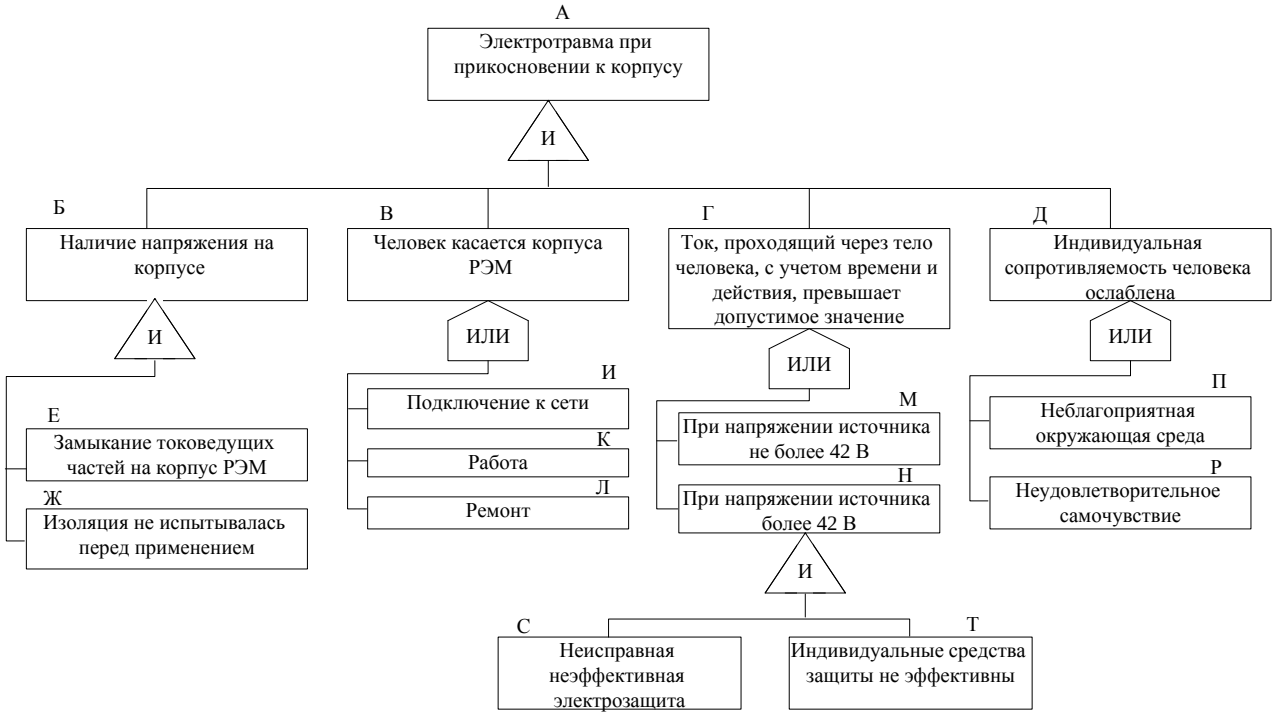


Рис. 2. Дерево событий и исходов

Ток, проходящий через тело человека, может превысить допустимое значение (событие Г) как при источнике напряжением не более 42 В (событие М), так и при источнике напряжением более 42В (событие Н) при неэффективных индивидуальных защитных средствах (событие Т) и недейственных средств электрозащиты (событие С)[1].

Индивидуальная сопротивляемость человека к действию электрического тока будет ослаблена (событие Д) при неблагоприятной окружающей среде (событие П) или неудовлетворительным его самочувствием (событие Р).

Выводы. Существующие методы анализа электротравматизма не направлены на выявление факторов, влияющих на процессы формирования несчастных случаев, что не обеспечивает повышение эффективности мероприятий по предупреждению травматизма.

В этой связи электротравма рассматривается как некоторое сложное событие, формирование которого определяется введением в систему электробезопасности РЭМ блока информационного обеспечения для решения следующих задач:

1. Комплексное излучение причинно-следственных связей признаков, влияющих на уровень электротравматизма.
2. Статистическая оценка показателей эффективности системы электробезопасности.
3. Прогнозирование показателей частоты и тяжести электротравматизма.

Литература

1. *Якобс А.И.* Развитие системы обеспечения электробезопасности в сельском хозяйстве // Электробезопасность в сельском хозяйственном производстве: сб науч. тр. – М.: ВИЭСХ, 1984. – Т. 62. – С. 3–9.
2. *Гермейер Ю.Б.* Введение в историю исследования операций. – М.: Наука, 1971. – 383 с.
3. *Рагозин А.* Общие закономерности формирования и количественная оценка природных рисков на территории России // Вопросы анализа риска. – 1999. – № 2 .– 28 с.

[1] Под недейственностью средств электрозащиты будем понимать их отсутствие, отказ, а также несоответствие их параметров установленным нормам.

ИСТОРИЯ, КУЛЬТУРОЛОГИЯ И СОЦИОЛОГИЯ

УДК 316.3

Е.В. Тетерина

ЭНТРОПИЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ

В статье изложены результаты исследований социальной энтропии. Рассмотрены механизмы ее возрастания и специфика протекания энтропийных процессов в обществе.

***Ключевые слова**: социальная энтропия, энтропийный процесс, негэнтропия.*

E.V. Teterina

ENTROPY PROCESS IN THE SOCIAL SPHERE

The research results of the social entropy are set forth in the article. The mechanisms of its increase and the entropy process development specificity in the society are considered.

Key words: social entropy, entropy process, negentropy.

В условиях глобальной коммуникации интенсивность современных экономических, политических и культурных процессов приводит к социальной дезорганизации и распаду традиционных общественных укладов. Данные процессы актуализируют исследования социальной энтропии как меры отклонения социальной системы от эталонного состояния, при котором проявляется снижение уровня организации, эффективности функционирования, темпов развития системы. Если отталкиваться от определения энтропии как меры неупорядоченности системы [1], то социальная энтропия связана с неупорядоченностью особого рода − рассогласованностью индивидуальных интенций взаимодействующих субъектов, препятствующей их самоопределению. В таком состоянии социума снижается возможность становления человека как уникального культурного формообразования, а общество трансформируется в безликую, аморфную массу, или в такой же безликий, но жестко иерархичный порядок. Энтропия будет минимальной, когда человек идентифицирует себя с индивидуализированным социумом, когда во множестве «других» происходит «узнавание себя». Индивидуализированный социум становится для человека «бытием в культуре», в котором возрастает потребность взаимодействия и соответственно возможность самоопределения. Социальная энтропия – это процесс разрушения индивидуализированного человеческого бытия как мира культуры. Отсюда понятие «энтропийные процессы в социальной сфере», характеризующее рост, усиление социальной энтропии.

В XX веке на Западе была разработана теория социальной энтропии – одна из самых влиятельных в настоящее время макросоциологических моделей социальной организации, в которой энтропийный подход широко применялся для анализа процессов социальной эволюции. В работах К. Бейли («Теория социальной энтропии») и М. Форсе («Маловероятностный порядок: энтропия и социальные процессы») [2] представлены основные концепции социальной энтропии. Согласно результатам исследований К. Бейли и М. Форсе, теория социальной энтропии базируется на критике классической социологии Г. Спенсера, Т. Парсонса и В. Парето, концепции которых строятся на модели равновесия в его механическом понимании. Если в классической социологии порядок отождествляется с равновесием, устойчивостью, неслучайностью, а беспорядок с неравновесностью, конфликтом, случайностью, то в теории социальной энтропии дело обстоит противоположным образом. Отрицательная энтропия правит упорядоченным (противостоящим хаосу) миром сложных развивающихся систем, в первую очередь потому, что такие системы открыты окружающему миру, они находятся с ним в постоянном активном энергетическом взаимодействии. По мнению авторов теории социальной энтропии, более характерное состояние социума – это нестабильность,

неравновесность, вызванная в процессе развития социальных систем беспрестанным колебанием между организацией и дезорганизацией, тенденцией к смерти и тенденцией к выживанию. Состояние максимума энтропии в социальной системе определяется как максимальная неупорядоченность или наиболее вероятное состояние системы; напротив, минимум энтропии всегда есть минимум неупорядоченности. При этом состояние равновесия рассматривается как частный случай, как ситуация, когда уровни энтропии остаются постоянными во времени. М. Форсе отмечает, что главная опасность для развития общества заключается не в усложнении конфликтов, а в энтропийной тяге к инертности, усредненности, гомогенности. Отсюда можно сделать вывод, что «порядок и беспорядок не противостоят один другому, т.е. энтропийный хаос не обязательно является хаосом в общем смысле слова, так как имеет место „стабильная иерархия"» [2]. Другими словами, требование стабильности ведет к структурным неравенствам. Отечественные исследователи также разрабатывают проблемы возникновения, роста и преодоления социальной энтропии. Так, С. Боровиков, С. Переслегин и Е. Переслегина рассматривают понятие социальной энтропии («инферно») S как меру социальной энергии, связанную с диссипативными (рассеивающимися) процессами. Согласно данной концепции, «инферно» есть социальное движение, превращенное в беспорядочную (тепловую) форму. При этом социальная энтропия возрастает в следующих случаях:

– при попытке добиться физически или социально невозможного результата (например, «мир без наркотиков», «честная политика» и тому подобные программы);

– при наличии «конфликта интересов», когда в рамках индивидуального или группового тоннеля реальности не существует такого конечного состояния системы, при котором все конфликтующие стороны осуществили свои намерения (например, двое добиваются должности, которая может достаться только одному из них, то вся деятельность проигравшего пошла на увеличение социальной энтропии);

– при «ошибках перевода», когда получаемая информация существенно отличается от той, которую индуктор намеривался передать;

– при трансляции окружающим негативных эмоций (гнев, раздражение, зависть, обида).

Все перечисленные механизмы роста социальной энтропии допускают управление со стороны общества. С. Боровиков, С. Переслегин и Е. Переслегина доказывают, что, используя гуманитарные технологии, можно минимизировать возрастание инферно в социальной системе [3]. В. Каплунов, анализируя понятие «социальная энтропия» с позиции информационного подхода, уточняет, что понятие информационной энтропии – негэнтропии [4] – является фундаментальным в миропонимании, однако ясности в определении этого понятия вообще и применения его к социальным явлениям в частности нет. Социальная энтропия и социальная негэнтропия связаны диалектической связью. Из всего множества цивилизованных способов управления людьми, огромным набором вещей (предметов) каждый человек в данный момент времени и пространстве действия занят каким-то определенным и конечным управлением-действием, и это есть негэнтропия с ожидаемым результатом. Все остальное пространство-время социума есть социальная энтропия как возможность. При этом следует проводить границу между действием «здесь и сейчас» и последующим, поскольку это и есть момент перехода социальной энтропии в социальную негэнтропию.

Экономические, политические, культурные, природные, социальные, правовые, экологические, психологические и многие другие переменные человеческой жизни интегральным образом проецируются на то переживание человеком существующего социального порядка и своего места в нем, которое составляет основу социальной энтропии. Энтропия становится основной динамической характеристикой социальной системы и в ней отражается вся многофакторность социальной динамики, все сложное наложение таких факторов в актуальном переживании человеком формы своей связанности с социальным миром. Однако в теории социальной энтропии существуют внутренние ограничения методологического и мировоззренческого характера, не позволяющие претендовать на роль универсальной теории социальных изменений. Это связано с тем, что концепция социальной энтропии фиксирует внимание на неравновесных моментах развития, явно недооценивая важнейшие для самосохранения системы состояния стабильности и устойчивости. В своем стремлении «обезвредить хаос» теория социальной энтропии не видит конструктивной роли хаоса как носителя информационных новаций и даже как проводника внешних воздействий, что и обеспечивает системе стабильный характер. Это приводит к логическому парадоксу, неразрешимому «внутренними силами» теории социальной энтропии: последовательная борьба со случайностями (флуктуациями) неизбежно ведет к закрытию, изоляции системы, то есть к росту устойчивости и равновесия. Чем более успешна борьба с энтропией, тем быстрее система приближается к энтропийному финалу, чем жестче порядок, тем ближе хаос, распад системы [5]. Ярким примером служит современная геополитическая политика, проводимая США по «внесению порядка» (концепции «экспорта хаоса», «демократических транзитов») в страны исламского мира, в частности, это происходит посредством поддержания демократических сил в странах Ближнего Востока, Азии и Африки. При этом, кроме политических

средств, в качестве инструментов «наведения порядка» используются экономические, в том числе силовые меры воздействия, а также манипулирование этническими и религиозными противоречиями в странах незападного мира [6]. Подобное «наведение порядка» приводит к росту социальной энтропии, проявляющейся в усилении антиамериканских настроений, эскалаций военных конфликтов, криминализации обществ и иных негативных для общества последствиях.

Таким образом, исследование энтропийных процессов в социальной сфере как проблемы роста социальной энтропии, условий ее возникновения, особенностей протекания и возможностей преодоления имеет фундаментальную значимость, поскольку имеет жизненно важное значение как для общества в целом, так и для каждого ее гражданина в отдельности.

Литература

1. *Тетерина Е.В.* К вопросу о понятии социальной энтропии // Гуманитарный выбор: сб. науч. тр. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2010. – С. 54–57.
2. Организация и дезорганизация как механизм социальных изменений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://soc-work.ru/article/755.
3. *Боровиков С., Переслегин С., Переслегина Е.* Русский археолог – Социальная термодинамика и проблема идентичностей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.archipelag.ru/geoculture/concept /princips/thermodynamics.
4. *Каплунов В.* Что такое социальная энтропия // Независимый альманах «Лебедь». – 2005. – № 421. – С. 15–24.
5. *Вершков А.В.* Отрицательный вклад в энтропию // Теория и история. – 2008. – № 1. – С. 182–186.
6. *Пискорская С.Ю.* К вопросу о концепции «экспорта хаоса» в рамках глобализационных процессов // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 12. – С. 202–207.

УДК 947:314.7/9

Г.А. Реут

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ТРУДА В ЗАКРЫТЫХ ГОРОДАХ СИБИРИ В 1950–1960-х гг.

В статье рассмотрены проблемы организации принудительного труда на строительстве в закрытых городах Сибири в начале 1950–1960-х гг., позволившего значительно сократить сроки сооружений атомных объектов и ускорить жилищное строительство.

***Ключевые слова**: закрытый город, строительство, принудительный труд, Железногорск (Красноярск-26), Северск (Томск-7), Зеленогорск (Красноярск-45), Минсредмаш.*

G.A. Reut

ORGANIZATION OF FORCED LABOUR IN THE CLOSED CITIES OF SIBERIA IN 1950–1960

The issues of the forced labor organization on the construction in the Siberian closed cities at the beginning of1950–1960 that allowed to shorten nuclear object construction terms considerably and to speed up the housing construction are considered in the article.

Key words: closed city, construction, forced labor, Zheleznogorsk (Krasnoyarsk-26), Seversk (Tomsk-7), Zelenogorsk (Krasnoyarsk-45), Minsredmash.

Принудительный труд являлся одним из важнейших факторов, способствовавших успешной реализации советского атомного проекта. Основным подрядчиком являлся Главпромстрой МВД СССР. В его ведении находились различные виды рабочей силы, в т.ч. заключенные. Главпромстрой осуществлял строительство крупномасштабных объектов в обстановке строгой секретности. Практически все хозяйственные проекты финансировались по фактическим затратам. Существовал лишь утвержденный план, который требовалось выполнить любой ценой. Это обстоятельство давало возможность требовать выделения дополнительных ресурсов и позволяло скрывать факты бесхозяйственности, расточительности, хищений и т.д.

В исправительно-трудовых лагерях (ИТЛ) на строительстве Сибхимкомбината в Северске (Строительство №601), Горно-химического комбината в Железногорске (Строительство №994/Железных рудников) и Электрохимзавода в Зеленогорске (Строительство №604) были сосредоточены несколько десятков тысяч заключенных. 27.05.1949 г. ИТЛ «А», расположенный на месте будущего строительства Сибхимкомбината, был передан в ведение Управления строительства и получил наименование «Управление ИТЛ «ГХ» МВД СССР. Численность заключенных на 1.01.1950 г. составляла 10 912 чел.[1] На 1.10.1951 г. в ИТЛ Строительства №601 имелось 5 лагерных отделений, 5 лагпунктов и 1 отдельный лагпункт (Промкомбинат), в которых содержались 15 376 чел.[2] 20.03.1950 г. вышел приказ МВД СССР №00196 об организации ИТЛ «ДФ» при Строительстве №994 (п/я 9) Главпромстроя МВД. 7.09.1950 г. ИТЛ при Строительстве №994 был переименован в ИТЛ Строительства горно-металлургических предприятий[3].

Прокладку железнодорожной ветки от станции Базаиха (близ г. Красноярска) до площадки строительства Горно-химического комбината выполняли заключенные ИТЛ Гранитный и Специальное управление строительства №505, находившееся в ведении ГУЛЖДС. Формирование ИТЛ ДФ началось только 9.10.1950 г., когда закончилась прокладка железнодорожной ветки[4]. ИТЛ Гранитный и Спецуправление №505 были переданы из ГУЛЖДС в состав ИТЛ предприятия п/я 9 ГУЛГМП МВД СССР с 4.01.1951 г. на Строительство железных рудников (далее – СЖР)[5]. На 1.01.1952 г. количество заключенных в ИТЛ СЖР составляло 15 103 чел.[6]

В течение всего времени существования ГУЛАГа сохранялась актуальность проблемы экономической эффективности принудительного труда. Концентрация многотысячных контингентов рабочей силы в ИТЛ не только не обеспечивала, а наоборот, зачастую снижала отдачу от их использования. Значительная часть заключенных не была задействована, главным образом, по причине плохой организации труда. Ежедневно тысячи людей оставались в зоне по совершенно неосновательным причинам.

В первом полугодии 1952 г. в целом по ИТЛ и колониям МВД СССР из-за непредоставления работы ежедневно не использовалось 80 000 человек, в то время как в 1951 г. число заключенных, не работавших по этой причине, составляло 47 500 человек. Численность не работавших по разным причинам составляла 6,8 % всего контингента. Количество заключенных, не выполнявших нормы выработки, в первом полугодии 1952 г. составляло 27,7 % ко всей численности заключенных, используемых на сдельных работах. По лагерям Главпромстроя ежедневно простаивало 8666 чел., из них по вине производства 3213 чел. При этом Главпромстроем было заявлено к завозу в январе 1952 г. 18 300 чел. и в феврале 29 100 чел. В итоге одни лагеря несли неоправданные расходы на содержание неработавших заключенных, в это время как другие лагеря испытывали острый недостаток в рабочей силе[7].

В лагерях, функционировавших в закрытых городах Сибири, присутствовали аналогичные явления. В 1950 г. в ИТЛ СЖР группа А (вывод на работу) составляла 66,7 % вместо предусмотренных по плану 86 %, а группа Г (невывод на работу по причинам отсутствия фронта работ, конвоя, вещевого довольствия и др.) составляла более 20 %. Себестоимость списочного человеко-дня заключенных превышала сметную стоимость. В целом убытки по содержанию лагеря составляли 981 тыс. руб. Из числа работающих заключенных 24 % не выполняли норму выработки. В 1951 г. группа А составляла 84 %, что равнялось плану, а группа Г снизилась до 4,9 %. Производительность труда в среднем по ИТЛ СЖР в 1950 г. составляла 107,4 %, а в 1951 г. она возросла до 130,8 %. При этом не выполняющих норм выработки в целом по ИТЛ СЖР насчитывалось 20,8 % к числу работающих заключенных[8]. Вывод на работу контингента ИТЛ СЖР в 1952 г. составил 81,6 %, что было ниже установленного плана. При этом производительность труда из месяца в месяц снижалась со 128 % в январе 1952 г. до 111 % в декабре 1952 г. Число работающих заключенных, не выполнявших нормы выработки, возросло до 27 %[9]. Низкая заинтересованность в результатах труда и невыполнение установленных норм выработки требовали применения различных способов стимулирования. Одним из наиболее действенных стимулов являлись так называемые «зачеты».

На Строительстве №601 система зачета рабочих дней была введена с 1.07.1949 г. При выполнении месячной нормы выработки на 100–120 % заключенным, занятым на основных работах и на подсобных строительных производствах, отработанный день засчитывался за 1,5 дня. При выполнении плана на 121–

---

[1] История Северска: очерки. – Северск, 2009. – С. 123, 125, 127, 150.
[2] ЦХИДНИ Красноярского края. Ф. П-3930. Оп. 1. Д. 8. Л. 229.
[3] URL: http://www.memo.ru/HISTORY/NKVD/GULAG/r3/r3-173, 389, 279, 174.htm.
[4] *Кучин С.П.* Полянский ИТЛ. Красноярск-26, 1999. С. 23, 46.
[5] Железногорск. Красноярск, 2000. С. 433, 434.
[6] *Земсков В.Н.* Демография заключенных, спецпоселенцев и ссыльных (30–50-е годы) // Мир России. 1999. № 4. С. 118.
[7] *Иванова Г.М.* История ГУЛАГа. 1918–1958. М., 2006. Т. 4. С. 352, 335.
[8] ЦХИДНИ КК. Ф. П-3930. Оп. 1. Д. 1. Л. 108, 109; Д. 13. Л. 238, 245.
[9] ЦХИДНИ КК. Ф. П-3930. Оп. 1. Д. 26. Л. 124.

135 % – за 2 дня, на 136–150 % – за 2,5 дня, от 151 % и выше – 3 дня. Для поощрения инженерно-технических работников, занятых непосредственно на производстве, один день засчитывался за три при выполнении подчиненным подразделением производственного плана более чем на 140 %[10].

Зачеты способствовали повышению производительности труда, но нередко зачетные проценты добывались с помощью приписок. Так, 29.03.1952 г. в ИТЛ СЖР в лагерном отделении №1 до 30 бригад имели «подозрительную производительность труда» в 151 %. Например, в бригаде Фурман имелось 4 звена. Если у первого производительность составляла 151 %, то у второго и четвертого 11 %, а у третьего – 3 %. В целом бригада выполнила план только на 93 %, а одно звено все-таки получило зачеты. Случались и другие «чудеса в табелях». Простой заключенным не оплачивался и время простоя не засчитывалось в фактически отработанное время. При этом заключенный, проработавший 5 ч, получал 3 дня зачетов за «производительность труда». Если бригада работала 26 рабочих дней, в табелях проставлялось только 19, чтобы получить зачеты[11].

Противоречие между интересами заключенных и производственными задачами проявлялось в том, что «надо план выполнять, а бригадир старается выжать побольше процентов, и чтобы в бригаде было меньше людей». Хотя в целом план не выполнялся, при этом отдельные заключенные «выполняли норму» на 120 % и получали зачеты. Например, по ЛО №9 в 1953 г. производительность труда составляла 140 %. В то же время лагерь имел около 3 млн руб. убытков. Это объяснялось тем, что заключенные, которые работали курьерами, парикмахерами или на вспомогательных работах, проходили по нарядам как бурильщики и имели хороший заработок[12].

В качестве дополнительного поощрения использовалось дифференцированное питание. Всем заключенным, состоявшим на довольствии по основной норме, занятым на тяжелых физических работах, предусматривалось увеличение пайка на 25 % и выдача дополнительно 100 г хлеба. Перевыполнение нормы выработки до 115 % поощрялось дополнительным пайком в 100 г хлеба, а при выработке от 116 до 130 %, помимо хлебной добавки, выдавалось 80 г крупы, 15 г сахара, по 20 г рыбы и мяса. Дополнительный паек утраивался при выполнении трудовой нормы свыше 150 %. Для рекордистов, кроме дополнительных пайков, готовились блюда повышенной калорийности и более высоких вкусовых качеств (пирог, рыбопродукты и так далее)[13].

Важным способом стимулирования являлся перевод контингента ИТЛ на заработную плату, который был завершен во второй половине 1950 г. У заключенных появилось стремление к производительному труду, уплотнению рабочего дня, рационализации производственных процессов, переходу с подсобных и второстепенных работ на работы основного производства, повышению своей квалификации и т.д. Данная мера способствовала укреплению лагерной дисциплины и сокращению невыходов на работу[14].

Так, например, выплата заработной платы работающей части контингента ИТЛ Строительства № 601, своевременное утверждение и оглашение зачетов рабочих дней значительно повысили заинтересованность заключенных в увеличении производительности труда. В среднем по ИТЛ технический процент выполнения норм выработки в январе составил 107 %, феврале – 113, марте – 120 %. При этом качество работ, выполненных в I квартале 1951 г., было признано хорошим[15].

Данные за первое полугодие 1951 г. свидетельствуют о том, что основная масса работающих заключенных имела свыше 100 % выработки (табл. 1).

Таблица 1

Выполнение норм заключенными ИТЛ Строительства №601[16]

Норма, %	I квартал 1951 г.		II квартал 1951 г.	
	Количество работающих, чел.	%	Количество работающих, чел.	%
До 100	3021	30,0	2894	21,7
От 101 до 119	2269	26,3	4469	33,7
От 120 до 199	4269	42,1	5629	42,5
От 200 и более	167	1,6	291	2,1
Итого	10086	100	13283	100

[10] История Северска. С. 128.
[11] ЦХИДНИ КК. Ф. П-3930. Оп. 1. Д. 21. Л. 301, 302.
[12] ЦХИДНИ КК. Ф. П-5550. Оп. 5. Д. 8. Л. 48, 46.
[13] История Северска. С. 128.
[14] История сталинского ГУЛАГа. М., 2004. Т. 4. С. 306.
[15] ЦДНИ Томской области. Ф. 4359. Оп. 1. Д. 53. Л. 44.
[16] Там же.

Выполнение и перевыполнение норм способствовало увеличению заработной платы работающих заключенных (табл. 2)

Таблица 2

Выдача заработка на руки заключенным ИТЛ Строительства №601 на 30.06.1951 г.

Размер заработка	Кол-во работающих, чел.	%	Размер заработка	Кол-во работающих, чел.	%
10 % заработка	2000	15,0	От 201 до 300 руб.	2491	18,7
До 75 руб.	1985	14,9	От 301 до 500 руб.	1380	10,4
От 76 до 100 руб.	2613	19,7	От 501 до 750 руб.	109	0,8
От 101 до 150 руб.	1620	12,3	От 751 до 1000 руб.	6	0,04
От 151 до 200 руб.	1080	8,1		Всего 13284	100

Как следует из данных табл. 2, около 50 % работающих заключенных получали не более 100 руб., 20 % зарабатывали от 100 до 200 руб. и около 20 % от 200 до 750 руб.

С появлением денег в лагерях распространенным явлением стала игра в карты на деньги, возникали карточные долги, процветало воровство и вымогательство денег у физически слабых заключенных. Участились драки, пьянство, наркомания[17].

В условиях криминального характера лагерного контингента практически все применявшиеся методы стимулирования заключенных приобретали побочный отрицательный эффект, который минимизировал или препятствовал достижению ожидаемого результата. Значительная часть низового нормировочного аппарата ИТЛ состояла из заключенных. Нормировщики под воздействием угроз «уголовно-бандитствующего элемента», а иногда и сознательно, по соглашению, допускали приписки или производили неправильное нормирование нарядов. Нередко объемы работ, выполненные одними бригадам, приписывали другим и т. д. В результате эффективность трудоиспользования заключенных в большей мере зависела не от разного рода стимулов, а от эффективности организации рабочего процесса в целом.

Одним из важнейших факторов, препятствовавших оптимальной организации работ, являлась текучесть рабочей силы, особенно возросшая после амнистии.

Согласно Указу Президиума ВС СССР от 27.03.1953 г. об амнистии в течение II квартала 1953 г. ИТЛ Строительства №601 покинули 22 231 заключенный, что составило 44 % от общей численности работавших на 1.04.1953 г. В числе амнистированных оказывалось много специалистов, работавших прорабами, десятниками и бригадирами[18].

Со строительства железных рудников в связи с амнистией также убыло значительное количество заключенных. С выбытием квалифицированной рабочей силы темпы работ замедлились. Весь 1953 г. прошел в организации и реорганизации. В III квартале лаготделения «ежедневно ликвидировались». Только в конце IV квартала обстановка стабилизировалось. За 1953 г. прибыло из других лагерей 4366 заключенных[19].

Выработка на отработанный чел.-дн. в 1953 г. составила в целом по Полянскому ИТЛ 27 руб. 68(72) коп. при плане 25 руб. 50 коп. При этом 2 лагерных отделения №8 и №9 являлись нерентабельными и дали за 1953 г. убытков свыше 7 млн руб. В среднем за год не выполняли норм выработки 13,3 % заключенных-сдельщиков[20].

К концу 1950-х гг. количество заключенных сократилось и в 1959 г. оба ИТЛ были реорганизованы в лагерные отделения (далее – ЛО). На 1.01.1959 г. в Полянском ЛО насчитывалось 9047 заключенных, а в Воронинском ЛО находилось 6917 заключенных[21].

В данный период репрессивно-концентрационный потенциал ГУЛАГа себя уже исчерпал. В условиях повышения потребности в более квалифицированной рабочей силе дальнейшее использование заключенных в значительной степени утратило целесообразность. Тем не менее на строительстве

[17] *Кузнецов В.Н.* Закрытые города Урала: исторические очерки. Екатеринбург, 2008. С. 69–70.
[18] История Северска. С. 150.
[19] ЦХИДНИ КК. Ф. П-5550. Оп. 5. Д. 8. Л. 36, 39.
[20] ЦХИДНИ КК. Ф. П-5550. Оп. 5. Д. 6. Л. 127, 128.
[21] *Земсков В.Н.* Указ. соч. С. 124; http://memo.ru/history/nkvd/gulag/r3/r3-65.htm.

комбината №825 (ЭХЗ) в Зеленогорске в составе Управления строительства №604 уже на закате «эры ГУЛАГа» 31.07.1957 г. был создан Орловский ИТЛ «для осуществления строительства промышленных объектов МСМ СССР»[22].

На строительстве ЭХЗ и города заключенные использовались около 3 лет и их количество было существенно ниже, чем в ИТЛ на строительстве ГХК и СХК.

Спецконтингент Орловского ИТЛ уже явно играл вспомогательную роль. Объекты работ не были стабильными и часто менялись. Численность спецконтингента была подвержена колебаниям: 01.10.1957 г. – 610 чел., 01.01.1958 г. – 2468 чел., 01.01.1959 г. – 4238 чел., 01.01.1960 г. – 1600 чел.[23]

Несмотря на то что количественное наполнение Орловского ИТЛ по сравнению с Полянским ИТЛ и Воронинским ИТЛ было меньше, использование заключенных здесь также не было достаточно эффективным. Не хватало инструмента, не было обогревательных помещений, из-за отсутствия столовой на объектах терялось по 3 ч на обед в зоне. За октябрь 1957 г. в целом по Орловскому ИТЛ было запланировано выводить на оплачиваемые работы 1313 чел., или 83,5 % от имевшихся в наличии 1570 заключенных. Фактически выводилось только 1026 чел., или 65,5 %. Недовывод заключенных на оплачиваемые работы из-за отсутствия охраны ежедневно составлял по 287 чел., или 18 %. Выполнение норм выработки в среднем по ИТЛ составило 114 %. Не выполняло нормы 165 чел. При этом невыполнение норм выработки объяснялось низкой квалификацией рабочих, внутрисменными простоями и отсутствием достаточного фронта работ. Сказывались недостатки в организации трудоиспользования. Заключенные одного и того же отряда выводились на работу на несколько объектов. Это приводило к неорганизованности во время разводов на работы и к бесконтрольности за работавшими заключенными со стороны начальников отрядов. Предварительно заявленная Хозорганом численность рабочей силы зачастую превышала фактическую потребность. Например, заявка на ноябрь 1957 г. была дана на 1312 чел., а по ежедневным заявкам работодателей количество заключенных снизилось до 790 чел. В результате до 20.11.1957 г. ежедневно 500 заключенным не предоставлялось работы[24].

В 1958 г. вывод заключенных на оплачиваемые работы по группе А составил 83,0 % при плане 82,4 %, в I квартале 1959 г. соответственно 82,7 % при плане 81,3 %. В 1958 г. выработка на один отработанный чел.-дн. составила 26 руб. 12 коп. при плане 25 руб. 30 коп. Производительность труда составила 111,3 %, при этом значительное количество бригад норм выработки не выполняло. План выработки на 1 отработанный чел.-дн. за I квартал 1959 г. составил 22 руб. 8 коп. вместо планового задания 28 руб. 8 коп. В результате низкого уровня организации труда (отсутствие стройматериалов, инструмента, фронта работ) в I полугодии 1959 г. насчитывалось 4935 чел.-дн. простоев, чем был нанесен ущерб государству в сумме 139 тыс. руб.[25]

За первое полугодие 1959 г. заработок на 1 чел.-дн. в среднем по ИТЛ составил 23 руб. 82 коп. (табл. 3).

Таблица 3

Трудовое использование заключенных по лаготделениям Орловского ИТЛ за первое полугодие 1959 г.[26]

Показатель	ЛО №1		ЛО №2		ЛО №3		ЛО №4		Итого по ИТЛ	
	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт
Вывод на оплачиваемые работы, %	79,9	80,3	80,5	77,2	83,4	86,2	85,3	86,3	82,5	83,2
Неработающих по разным причинам, %	4,2	3,7	4,4	7,5	3,8	2,6	2,9	2,7	3,7	3,5
В т.ч. в ШИЗО, чел.	-	16	-	10	-	15	-	13	-	54
Отказчики, чел.	-	3	-	5	-	4	-	8	-	20
Не выполняющие норму выработки, %	-	7,2	-	27,2	-	10,2	-	25,3	-	16,8
Заработок на 1 чел.-дн., руб.	28,19	24,49	28,10	21,55	27,19	23,71	29,06	23,98	28,19	23,82
Выполнение финансового плана, %	-	86,9	-	76,7	-	87,2	-	82,5	-	84,5

[22] ЦХИДНИ КК. Ф. П-5549. Оп. 4. Д. 4. Л. 8.
[23] URL: http://memo.ru/history/NKVD/GULAG/r3/r3-268.htm.
[24] ЦХИДНИ КК. Ф. П-5549. Оп. 1. Д. 1а. Л. 19, 28.
[25] ЦХИДНИ КК. Ф. П-5549. Оп. 1. Д. 7. Л. 50, 51; Д. 22. Л. 99.
[26] ЦХИДНИ КК. Ф. П-5549. Оп. 1. Д. 22. Л. 97.

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что хотя вывод на оплачиваемые работы превышал плановые показатели, заработок на 1 чел.-дн. был ниже запланированного, а финансовый план был выполнен только на 84,5 %.

На эффективность принудительного труда большое влияние оказала амнистия 1953 г. По ней в первую очередь, как правило, освобождались лучшие работники. В результате произошел резкий отток наиболее трудоспособной и дисциплинированной части заключенных, обеспечивавших высокие показатели производительности труда. В этих условиях зачеты утратили смысл и в 1959 г. были отменены. Отмена зачетов привела к падению производительности труда и ухудшению дисциплины. У заключенных исчез основной стимул к труду – возможность досрочного освобождения. Снижение мотивации наряду с уменьшением численности спецконтингента вело к падению значения этой категории трудовых ресурсов.

Руководители хозяйственных организаций не проявили желания использовать заключенных на работах. В конце 1950-х начале 1960-х гг. в Полянском ИТЛ продолжительное время не использовались на работах от 1000 до 2000 заключенных. Безнаказанно проходили случаи занижения объемов работ, выполненных заключенными[27]. В 1960 г. ежедневно не работали из-за отсутствия фронта работ и по другим причинам 451 чел. Значительное количество неработавших заключенных объяснялось тем, что руководство СЖР без предупреждения снимало заключенных с работы. Так, 3.01.1960 г. было снято с работы 950 чел., работавших на бетонном заводе, а 23.01.1960 г. 1740 чел. были сняты с подземных работ[28].

После запуска первого реактора ГХК заключенные, занятые на подземных работах, были заменены на военных строителей. К 1960 г. основной объем горных работ был выполнен. Потребность в большом количестве заключенных сократилась. С уменьшением численности несколько повысилось качество трудоиспользования заключенных, однако финансовые показатели оставались ниже плановых (табл. 4).

Таблица 4

Трудоиспользование заключенных в Полянского ЛО в 1960 г.[29]

Показатель	Вывод на оплачиваемые работы, %		Неработающие по разным причинам, %		Выполнение норм выработки, %	Средний дневной заработок, руб.	
	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План
Лагпункт №1	76,1	79	7,6	5,7	103,7	27-71	25-87
Лагпункт №2	39,0	49,0	45,6	37,4	110,3	26-63	20-23
Лагпункт №6	68,6	68,1	19,0	20,8	112,8	32-96	28-01
Всего по ЛО	68,7	70,5	16,9	15,9	109,4	28-94	26-13

Как видно из табл. 4, план по выводу заключенных на оплачиваемые работы в 1960 г. был выполнен, а фактический средний дневной заработок был ниже предусмотренного планом. При этом 23,3 % сдельщиков в 1960 г. не выполняли норм выработки. Около 30 % лагерного контингента в труде не участвовали, но содержались вместе с администрацией и лагерной охраной за счет работавших и госдотаций. Доходы от использования труда заключенных не обеспечивали рентабельность Полянского ЛО и не покрывали затрат на охрану и содержание спецконтингента и администрации. Например, в 1960 г. превышение расходов над доходами на содержание лагерного отделения составило 3,7 млн руб. (в ценах 1960 г.), при этом на содержание лагерного отделения было израсходовано 3,5 млн руб.[30]

Хотя прибыль не являлась основным отчетным показателем использования заключенных, становилось все более очевидно, что эффективность принудительного труда упала, а компенсировать ее с помощью завоза дополнительных лагерных контингентов возможности уже не было.

Вывод на оплачиваемые работы за 1961 г. по ЛО составлял 76,7 % при плане 76,3 %. В 1961 г. в среднем насчитывалось 11,1 % заключенных, не работающих по разным причинам. В целом же производительность труда по ЛО в 1961 г. достигла 99,7 %, а среднедневной заработок составлял 4 руб. 10 коп. при плане 4 руб. 2 коп. В 1961 г. ежедневно не использовались на работах в среднем 192 чел. Из

[27] *Реут Г.А., Савин А.П.* Становление и развитие г. Железногорска как закрытого административно-территориального образования атомной промышленности (1950–1991 гг.). Красноярск, 2007. С. 174.
[28] ЦХИДНИ КК. Ф. П-3930. Оп. 1. Д. 18. Л. 21, 51.
[29] ЦХИДНИ КК. Ф. П-3930. Оп. 1. Д. 18. Л. 50.
[30] ЦХИДНИ КК. Ф. П-3930. Оп. 1. Д. 18. Л. 21, 52.

общего количества сдельщиков 32,1 % не выполняли норм выработки. Количество не выполнявших норм выработки в 1961 г. было всего 505 чел., при этом лагерное отделение работало рентабельно. Превышение доходов над расходами составило всего 782 тыс. руб.[31]

В 1962 г. ЛО не только работало рентабельно, но и дало экономию в сумме 506,8 тыс. руб. Однако существенная часть заключенных по-прежнему не использовалась. Ежедневно в среднем не работали в 1962 г. 288 чел., а в первом полугодии 1963 г. – 108 чел. В 1962 г. не выполнявшие норм выработки по ЛО составили 27,6 % к числу работающих сдельщиков, а в первом полугодии 1963 г. – 29,9 %. Вывод заключенных на оплачиваемые работы в первом полугодии 1963 г. по сравнению с 1962 г. увеличился на 9 %, производительность труда составила 103,1 %[32].

В 1963 г. колония также работала рентабельно. Задание по доходам было перевыполнено. В 1963 г. вывод на оплачиваемые работы по плану должен был составить 83 %, а фактически составил 81,7 %. Производительность труда выросла до 104,1 %. Заработок на 1 человека в день составлял 4 руб. 7 коп. при плане 3 руб. 96 коп. В 1963 г. сдельщиков, не выполнявших норм выработки, было 234 чел. (27,4 %)[33].

Вышеизложенные факты свидетельствуют о том, что снижение численности заключенных позволило повысить качество трудоиспользования.

В Железногорске и Северске труд заключенных использовался в течение более длительного времени и их количество исчислялось десятками тысяч. В 1953 г. в ИТЛ СЖР (Полянском) численность спецконтингента составляла 34 000 человек, в ИТЛ Строительства №601 (Воронинском) достигала 27 000 человек. В Орловском ИТЛ количество заключенных составляло около 5000. В начале 1950-х гг. в самый критический начальный период строительства СХК и ГХК вклад заключенных был особенно весом.

В Железногорске основным видом деятельности заключенных являлись горные работы (ГХК сооружался под землей в скальных породах с заглублением не менее 200–230 м над потолком сооружений). С их завершением численность Полянского ЛО была сокращена и в 1965 г. оно было расформировано. Спецконтингент Воронинского ИТЛ/ИТК был задействован на строительстве СХК в подсобных строительных производствах, в жилищном строительстве и на сельскохозяйственных работах[34]. Лагерь был ликвидирован в 1975 г.[35]

На строительстве ЭХЗ заключенные играли в большей степени вспомогательную роль, выполняли строительные, погрузо-разгрузочные и подсобные работы. В 1959 г. руководство Управления строительства №604 расторгло договор с управлением лагерей и в марте-апреле 1960 г. ИТК в Зеленогорске была расформирована[36].

Эффективность трудоиспользования заключенных трудно оценить однозначно. Выполнению производственных планов противостояло стремление заключенных имитировать высокие показатели, чтобы получить зачеты, зарплату и другие блага. Отказы от работы и приписки соседствовали с невыводом на работу по вине лагерной администрации, с несвоевременным табелированием, занижением объемов выработки, с простоями ввиду нераспорядительности административного и инженерно-технического персонала или из-за отсутствия фронта работ, стройматериалов, инструментов и т.п.

Принудительный труд изначально содержал неустранимое противоречие: чем лучше заключенный работал, тем быстрее он освобождался в связи с сокращением срока по зачетам или по амнистии. В результате стройка лишалась лучших специалистов, а оставались плохие работники, или та часть лагерного населения, которая вообще не желала как-либо работать.

Таким образом, можно констатировать, что организация принудительного труда с экономической точки зрения была малоэффективной. Вместе с тем, очевидно, что в данном случае принудительный труд применялся вовсе не для решения экономических проблем. Главной задачей являлось возведение атомных комбинатов со всей сопутствующей инфраструктурой в кратчайшие сроки и не считаясь с затратами.

Отсюда вытекают вышеперечисленные недостатки: начало строительства до окончательного завершения проектов, многочисленные переделки, концентрация избыточных материальных и людских ресурсов и финансирование работ по фактическим затратам. В этих условиях экономические аспекты уходят на задний план.

На наш взгляд, более логично оценивать эффективность принудительного труда с точки зрения его мобилизационного потенциала (возможность концентрации многотысячных коллективов, переброска их на

[31] ЦХИДНИ КК. Ф. П-5550. Оп. 5. Д. 20. Л. 47, 49.
[32] ЦХИДНИ КК. Ф. П-5550. Оп. 5. Д. 22. Л. 54.
[33] ЦХИДНИ КК. Ф. П-5550. Оп. 5. Д. 25. Л. 31, 37, 38.
[34] URL: http://www.memo.ru/HISTORY/NKVD/GULAG/r3/r3-65.htm.
[35] Неизвестный Северск: сб. ст. – Томск, 1996. С. 165.
[36] *Шалыгина Н.А.* Город мечты. Кн. 1. Зеленогорск, 1997. С. 123.

большие расстояния, минимум затрат на социально-бытовую инфраструктуру). Однако и мобилизационные преимущества принудительного труда использовались не в полной мере. Около 25–30 % спецконтингента не выводилось на работы, при этом приходилось нести дополнительные затраты на охрану зоны и конвоирование, на содержание административного аппарата, стимулирование и т.п. После амнистии 1953 г. значение труда заключенных стало падать, одновременно значительно возросла роль военно-строительных частей.

Тем не менее, несмотря на все недостатки в организации, принудительный труд сыграл важную роль в истории закрытых городов Сибири. Использование заключенных позволило на начальной стадии строительства значительно сократить сроки сооружения атомных объектов и ускорить жилищно-гражданское строительство в закрытых городах.

УДК 303.425.6:392.85-057.875/.876

Т.Ю. Рублёва, А.В. Гордиец, М.Ю. Галактионова

РЕЗУЛЬТАТЫ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ УРОВНЯ НАРКОТИЗАЦИИ СРЕДИ УЧАЩИХСЯ ТЕХНИКУМОВ И СТУДЕНТОВ ВУЗОВ г. КРАСНОЯРСКА

В статье приведены результаты социологического исследования 942 учащихся техникумов и вузов г. Красноярска по выявлению уровня информированности студентов об основных видах наркотических и психоактивных веществ, тяжелых последствиях употребления наркотиков и предлагаемых мерах борьбы с ними.

***Ключевые слова**: молодежь, наркомания, социологический опрос.*

T.Yu. Rubleva, A.V. Gordiets, M.Yu. Galaktionova

THE SOCIOLOGICAL RESEARCH ON THE NARCOTIZATION LEVEL ASSESSMENT AMONG THE STUDENTS OF TECHNICAL SCHOOLS AND HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN KRASNOYARSK CITY

The results of 942 student sociological research in technical schools and higher educational institutions in Krasnoyarsk on the student knowledge level identification about the drug and psychoactive substances main types, serious consequences of the drug use and the proposed measures of fighting against them are given in the article.

Key words: young people, drug addiction, sociological survey.

Введение. Проблема наркомании у юношей и девушек, подростков и даже детей в последние годы стала чрезвычайно актуальной. Высокая смертность, выраженная социальная дезадаптация, криминализация, поражение ВИЧ-инфекцией и другими опасными заболеваниями – вот далеко неполный перечень последствий наркомании, токсикомании и алкоголизма. Отсутствие оперативной, глубоко структурированной и в достаточной степени достоверной информации затрудняет целенаправленную профилактику наркотизации детей, подростков и молодежи [5,6,7,10,11].

Уровень потребления наркотиков и отношение населения к ним – один из важных показателей здоровья общества. Непременное условие проявления интереса к любому объекту – информация о нем. Широкое информирование молодежи о наркотических средствах происходит преимущественно через межличностную коммуникацию, в местах ее скопления, называемых «тусовками». Достаточно указать тот факт, что в ходе мониторинга подростки и молодежь, в том числе используя сленги, назвали более 40 наименований, которыми обозначаются известные им наркотические средства. Прежде всего, это различные препараты конопли и опийной группы. Многие знакомы даже с галлюциногенами и психостимуляторами [1, 2, 3, 4, 8, 9].

С целью изучения уровня наркотизации в подростковой и молодежной среде г. Красноярска проведено анкетирование среди группы учащейся молодежи (молодежь, обучающаяся в среднем профессиональном учреждении или в высшем учебном заведении) в 2007–2012 гг.

Материалы и методы исследований. В ходе исследований была использована анкета-опросник для учащихся техникумов и вузов Департамента ФСКН России, которая включала 43 вопроса.

Анкетный опрос был проведен сотрудниками отдела МВП УФСКН России по Красноярскому краю и преподавателями КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого. Анкетирование носило анонимный характер. Для составления отчета послужили данные, полученные от 942 респондентов.

В обследовании участвовала молодежь, обучающаяся в среднем профессиональном учреждении или в высшем учебном заведении, проживающая во всех районах г. Красноярска. По половому признаку 43,0 % респондентов составили мужчины, 56,3 % – женщины, 0,7 % – не дали ответа на вопрос. Возраст опрошенных на момент обследования находился в диапазоне от 15 до 30 лет. Средний возраст составил 18,6 года. По роду занятий 41 % респондентов являлись учащимися техникумов, 59 % – студентами вузов.

Для обработки результатов с помощью Microsoft Access была создана компьютерная база данных.

Результаты исследований и их обсуждение. Доминирующими видами досуговой деятельности в среде студентов были названы встречи с друзьями (52,5 %), встречи с девушкой (юношей) – 35,4, посещение кафе, баров, клубов, дискотек – 34,4, проведение свободного времени за просмотром телепередач – 29,0 %, занятия домашним хозяйством – 22,0, чтение – 18,9, походы в театр, кино, на выставки – 15,6 %. Здоровье как главную ценность своей жизни в опросе назвали 79,2 % респондента. Примечательно, что из тех, кто декларирует здоровье как главную ценность своей жизни, спортом занимаются 35 %. Информацию о здоровом образе жизни молодежь получает из различных источников (рис. 1).

В учебных заведениях проводятся различные мероприятия по обучению здоровью и созданию условий для здорового образа жизни (табл. 1), однако активно участвуют в этом по собственному желанию лишь 28,2 % опрошенных.

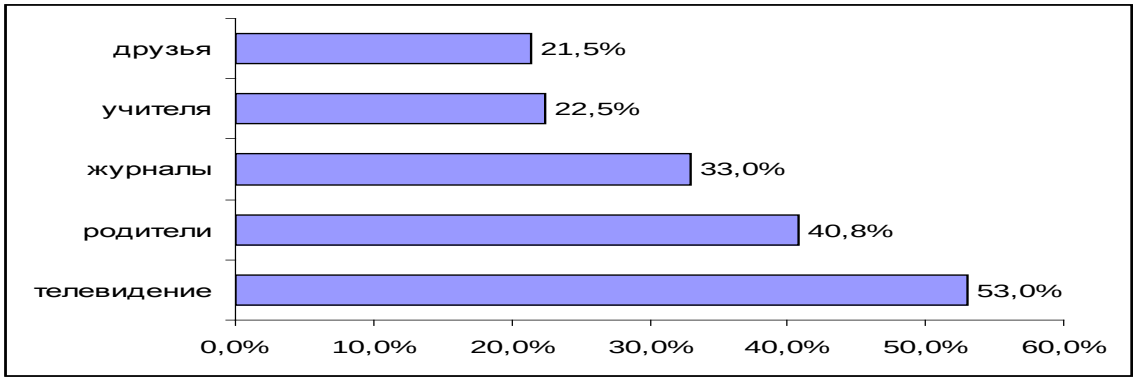


Рис. 1. Источники получения информации о здоровом образе жизни

Таблица 1

Мероприятия, проводимые в учебных заведениях по обучению здоровому образу жизни

Мероприятия	%
Обучение в отдельном курсе	6,4
Обучение здоровью через разные предметы	27,2
Пропаганда здорового образа жизни на досуговых мероприятиях	23,4
В форме лекций и бесед (как правило, это монолог лектора)	19,7
В форме занятий, в которых я принимаю активное участие и могу выражать своё мнение	9,4
Проведение разных конкурсов, викторин, КВН и т.д.	11,7
Информация в стенгазетах и на плакатах	24,7
В учебном заведении я получаю противоречивую информацию о здоровье из разных источников	5,9
Иное	5,2

Примечание. Сумма превышает 100 %, так как респонденты выбирали несколько вариантов ответов.

Абсолютное большинство обследованных (89,0 %) независимо от возраста были информированы об основных видах наркотических средств и психоактивных веществ (ПАВ). 79,6 % из них считают наркоманию современной молодёжной проблемой. Данные опроса подростков и молодежи о тех или иных наркотических средствах и ПАВ имеют следующую структуру информированности: из препаратов каннабиса (конопли) 48,0 % знают о гашише и 20,0 % о марихуане; из препаратов опийной группы 43,8 % знают о героине, 7,0 – об опиуме, 1,2 – о морфине, 41,6 % – о кокаине; галлюциогены (ЛСД) известны 8,3 %, психостимуляторы (амфетаминоподобные) – 2,3, синтетические наркопрепараты – 14,0 %. Источниками таких сведений респонденты назвали средства массовой информации, телевидение, старших товарищей (рис. 2).

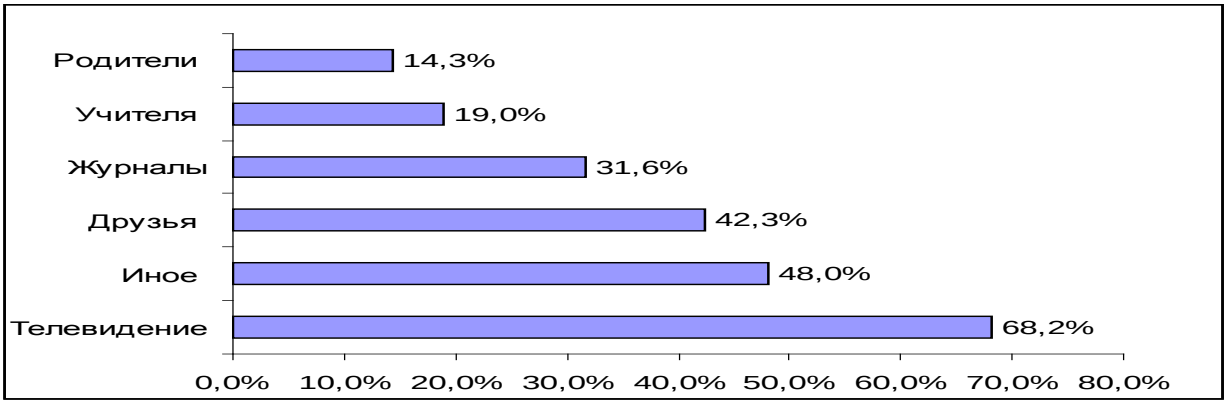


Рис. 2. Источники получения информации о наркотиках

Около 5 % респондентов отметили в анкетах, что знают обо всех (или почти обо всех) видах наркотиков. Вместе с тем эти знания характеризовались неполнотой и односторонним характером (в основном были информированы об эйфоризирующем эффекте наркотиков).

На вопрос: «Где чаще всего, по вашему мнению, можно приобрести наркотики?» 37 % респондентов затруднились ответить, 35,7 % считают, что у друзей, знакомых, 13,5 – у торговцев, 9,7 % ответили, что наркотики можно изготовить самостоятельно, 6,4 – могут приобрести их в аптеке, 3,2 % – у медицинских работников.

Информированность молодежи о наркотических средствах – одна из предпосылок приобщения к их потреблению. Для измерения реальных масштабов приобщения использован показатель частоты потребления молодежью наркотических средств. Этот показатель включает первую пробу, которая в итоге может оказаться единственной, но может иметь продолжение. Не имели опыта употребления наркотиков 54,0 % респондентов, не дали ответа 13,2 %, отказались от пробы при предложении 14,0 %, пробовали наркотики 18,8 %. Из них 68,7 % опрошенных отметили, что опыт первой пробы был в возрасте 15–17 лет, 3,9 % от общего числа опрошенных отметили, что употребляют наркотические вещества сейчас, 0,5 % имеют привычку к употреблению. Подростки и молодежь пробовали или потребляют, прежде всего, препараты конопли и опийной группы.

В проведенном исследовании предлагалось высказать свое мнение по следующим вопросам: «Через какое время может возникнуть наркотическая зависимость?», «Сколько в среднем может прожить человек, регулярно употребляющий наркотики?», «Правильно ли делить наркотики на легкие и сильные?». 54,0 % респондентов считают, что наркотическая зависимость возникает с 1–2 раза употребления наркотика, 13,4 % – через 2–3 месяца регулярного употребления, 7,3 % уверены, что, если употреблять редко, то наркотическая зависимость вообще не возникает. О продолжительность жизни при регулярном употреблении наркотиков мнения респондентов разделись следующим образом: до 15 лет – 34,0 %, до 5 лет – 29,6, более 15 лет – 21,5 %.

40,7 % подростков считают, что есть наркотики более опасные и менее опасные, 32,1 %, что все наркотики опасны в равной степени, 12,7 %, что существуют наркотические вещества, не приносящие вреда. Следует отметить, что 10,5 % респондентов, выбравших вариант «иное», расшифровали «смотря какой наркотик употреблять». Обращает на себя внимание тот факт, что 53,4 % респондентов считают, что есть наркотики, не приносящие вреда, либо подразделяют их на более опасные и менее опасные.

Вопрос анкеты: «Что вы предпримите, если близкий вам человек начнет употреблять наркотики?» диагностировал позицию молодежи по отношению к близким, употребляющим наркотики (рис. 3).

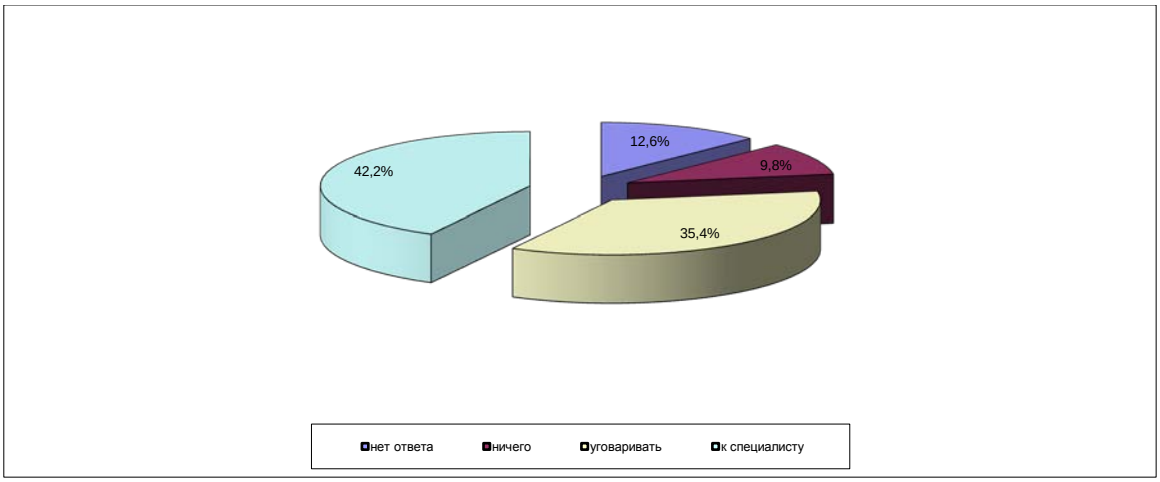


Рис. 3. Позиция по отношению к близкому, употребляющему наркотики

С нашей точки зрения, выявленная ситуация характеризуется высоким уровнем терпимости к проблеме и недостаточной информированностью о губительных последствиях употребления наркотических веществ, только 42,2 % опрошенных выбрали достаточно активную позицию – обратиться к специалисту. В анкете необходимо было назвать мотивы, по которым молодые люди употребляют наркотические вещества. Большее количество опрошенных (24,7 %) назвали главной причиной, по которой молодые люди употребляют наркотики, желание испытать новые ощущения, 19,7 % – желание снять напряжение, расслабиться, 16,3 – оттого, что нечем заняться, 11,0 – за компанию, 4,8 – по причине искушения переступить запретную черту, 4,4 – с целю повысить свою активность, 2,5 % – для престижа, моды. Некоторые подростки выбирали несколько вариантов ответов, 18,8 % затруднялись ответить. В ходе анкетирования респондентам необходимо было высказать свое мнение по поводу закрытого вопроса, что «Употребление наркотиков – это признак…». Ответы распределились следующим образом: 66,3 % наркотики считают признаком слабости, 18,6 – назвали иное, 11,4 – относят проблему к недостаточной информации, 3,7 % – к самостоятельности. Наиболее эффективными мерами в борьбе с наркоманией были названы принудительное лечение наркоманов (38,7 %) и ужесточение ответственности за участие в незаконном обороте наркотиков (25,1 %) (табл. 2).

Таблица 2

Необходимые меры для решения проблем наркомании

Мера борьбы	%
Принудительное лечение наркоманов	38,7
Встречи с наркологами и юристами	14,4
Повысить доступность помощи психологов, психотерапевтов	20,4
Повысить доступность дополнительного образования по интересам	17,6
Обучение и помощь в адаптации к сложным социально-экономическим условиям	19,1
Развитие навыков общения со сверстниками, педагогами, родителями	9,7
Обучение поведению в ситуации конфликта, стресса	13,1
Помощь в определении жизненных ценностей и смыслов	14,4
Рейды милиции по клубам, интернет-кафе, дискотекам	16,2
Повышение внимания со стороны родителей	19,0
Легализация торговли лёгкими наркотиками	12,2
Ужесточение ответственности за участие в незаконном обороте наркотиков	25,1
Общегородские массовые мероприятия против употребления наркотиков	14,0
Затрудняюсь ответить	6,2
Иное	2,2

Выводы

1. Абсолютное большинство респондентов из числа учащихся (89,0 %) независимо от возраста были информированы об основных видах наркотических средств и психоактивных веществ. Вместе с тем эти знания характеризуются неполнотой и односторонним характером (в основном были информированы об эйфоризирующем эффекте наркотиков), хотя 79,6 % опрошенных считают наркоманию современной молодежной проблемой.

2. Доминирующими видами досуговой деятельности для респондентов в основном являются встречи с друзьями (52,5 %), с девушкой (юношей) (35,4 %), посещение кафе, баров, клубов, дискотек (34,4 %), времяпровождение за просмотром телепередач (29,0 %), занятия домашним хозяйством (22,0 %). Менее значительна доля студентов (18,9 %), которые читают, ходят в театр, кино, на выставки (15,6 %).

3. Здоровье как главную ценность своей жизни отметили 79,2 % респондентов. Примечательно, что из тех, кто декларирует здоровье как главную ценность своей жизни, спортом занимаются 35,0 %.

4. В учебных заведениях проводятся различные мероприятия по обучению здоровью и созданию условий для здорового образа жизни, однако активно участвуют в этом по собственному желанию лишь 28,2 % опрошенных.

5. 18,8 % от общего числа опрошенных имеют опыт употребления наркотических веществ. Из них 3,9 % ответили, что употребляют наркотические вещества в настоящий момент, а 0,5 % имеют привычку к употреблению. Подростки и молодежь пробовали или потребляют, прежде всего, препараты конопли и опийной группы.

6. 53,4 % респондентов считают, что есть наркотики, не приносящие вреда, либо подразделяют их на более опасные и менее опасные.

7. Данные опроса свидетельствуют о серьезных заблуждениях опрошенных, о незнании ими всех тяжелых последствий употребления наркотиков, что не способствует формированию у них устойчивости к наркогенному давлению среды и представлению о наркотизации как о саморазрушающем поведении.

8. Наиболее эффективными мерами в борьбе с наркоманией были названы принудительное лечение наркоманов (38,7 %) и ужесточение ответственности за участие в незаконном обороте наркотиков (25,1 %).

Таким образом, результаты проведенного социологического исследования молодежи, обучающейся в среднем профессиональном учреждении и в высшем учебном заведении, дали новые сведения о проблеме наркомании, которые следует учитывать при работе с молодежью в образовательных и лечебно-профилактических учреждениях, а также в семье и органах наркоконтроля.

Литература

1. *Кутумова О.Ю., Харитонова Л.П.* Выявление потребителей психоактивных веществ среди учащихся учебных заведений: метод. пособие для школьных врачей и школьных инспекторов по делам несовершеннолетних. – Красноярск, 2007. – 14 с.
2. *Кучма В.Р., Раппопорт И.К.* Международный опыт профилактики болезней и укрепления здоровья детей и подростков в образовательных учреждениях // Рос. педиатр. журн. – 2009. – № 2. – С. 44–48.
3. *Макеев Н.И., Родионов В.А., Антонова Е.В.* Особенности отношения подростков 15–17 лет к собственному здоровью // Рос. педиатр. журн. – 2009. – № 5. – С. 45–48.
4. *Митрофанова О.Е., Кучма В.Р.* Наркологическая заболеваемость детей в Московской области // Рос. педиатр. журн. – 2008. – № 6. – С. 26–30.
5. *Рожавский Л.А.* О заболеваемости детей Ленинградской области // Рос. педиатр. журн. – 2007. – № 7. – С. 42–44.
6. *Романова Т.А., Акиньшин В.И.* Состояние здоровья детей Белгородской области // Рос. педиатр. журн. – 2007. – № 7. – С. 40–42.
7. *Садыков М.М.* Основные тенденции состояния здоровья детского населения Казани // Рос. педиатр. журн. – 2007. – № 7. – С. 44–48.
8. Сборник нормативных документов, регулирующих антинаркотическую деятельность. – Красноярск, 2010. – 83 с.
9. Анкетирование как метод оценки состояния здоровья детей / *В.К. Юрьев, М.Р. Ахмедов, Е.В. Зеленова* [и др.] // Рос. педиатр. журн. – 2008. – № 1. – С. 57–60.

10. *Яковлева Т.В.* Законодательное обеспечение охраны здоровья детей в Российской Федерации // Рос. педиатр. журн. – 2010. – № 2. – С. 4–7.
11. *Ярусова О.А.* Состояние здоровья детей Красноярского края в 2009 году: информационное письмо. – Красноярск, ККМИАЦ, 2010. – 27 с.

УДК 316.772.2; 168.522

М.Е. Слива

К ВОПРОСУ О НЕВЕРБАЛЬНЫХ СРЕДСТВАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Статья посвящена невербальным средствам передачи информации, которые могут быть составляющей частью различных наук, а также выступать в роли отдельной дисциплины.

***Ключевые слова**: невербальные средства передачи информации, невербальное поведение, невербальная коммуникация, невербальная семиотика, семиотика культуры, культурная семантика, невербальные языки культуры.*

M.Ye. Sliva

TO THE ISSUE OF THE INFORMATION TRANSMISSION NONVERBAL MEANS

The article is devoted to the information transmission nonverbal means that can be the integral part of various sciences, and also act as a separate discipline.

Key words: information transmission nonverbal means, nonverbal behavior, nonverbal communication, nonverbal semiotics, cultural semiotics, cultural semantics, nonverbal culture languages.

Различные проявления чувств и эмоций, а также выразительные движения людей, вызывают интерес у специалистов разных областей научного знания (культурологов, психологов, антропологов, этнологов, филологов), поскольку несут важную смысловую нагрузку в социальной интеракции, выступая в виде неречевых средств передачи информации.

Неречевые формы информации прочно присутствуют в нашей жизни. Некоторые из них узнаваемы практически повсеместно (обычай наряжать новогоднюю елку), другие только определенным кругом лиц (обозначение воинских званий на погонах); одни имеют широкую трактовку в зависимости от ситуации или культуры (использование белого цвета), другие достаточно узкое значение (мехенди – нанесение рисунков из хны на руки и стопы невесты).

Актуальность исследования системы неречевых форм в современных условиях определяется возрастающей потребностью людей в применении невербальных компонентов в новых прикладных сферах, например, в рекламе, юриспруденции, на телевидении, в компьютерных коммуникациях, а также желанием сохранить обычаи и традиции, которые непосредственно выступают источником неречевых форм, являясь объектом культурной памяти народа, и неявно влияют на современные коммуникации.

Повышенный интерес невербалика вызвала во второй половине XX века, хотя упоминания о неречевых формах общения сохранились гораздо раньше. Марк Фабий Квинтилиан (приблизительно 35–100 гг. н.э.) в своей книге «Наставления оратору» (Institutionis oratoriae libri duodecim) подробно объясняет наиболее употребимые ораторские жесты греко-римского мира. Например, «…соединение малого среднего пальца с большим, при котором остальные протягивались…, означало начало речи, а также сам процесс повествования, иногда – порицание или обвинение. Подгибание двух средних пальцев под большой и протягивание остальных подразумевало активное начало речи. Подгибание всех пальцев и распрямление указательного символизировало порицание или, собственно, указание» [1].

В 1872 году была опубликована работа Чарльза Дарвина (Charles Darwin) «Выражение эмоций у людей и животных» (The expression of the emotions in man and animals), которая вызвала интерес к дальнейшим исследованиям в этой области. Чарльз Дарвин (Charles Darwin) в своем исследовании обосновал универсальность способов передачи эмоций и возводил их к примитивным биологическим актам, которые являются одинаковыми для всех высших животных. Он считал, например, что оскал человека,

испытывающего ярость, можно отнести к акту агрессии у животного, когда оно огрызается, демонстрирует зубы или когти, готовясь к нападению.

В 1921 году Эрнст Кречмер (Ernst Kretschmer), немецкий психиатр и психолог, профессор Тюбингенского университета в своей книге «Строение тела и характер» («Körperbau und Charakter») попытался проанализировать взаимосвязь физических характеристик и психологических особенностей человека. Другими словами, посвятил свою работу классификации типов телосложения и темпераментов человека.

Следует отметить, что некоторые ученые, упоминая о неречевых формах общения, используют термин «невербальные средства», другие же рассуждают о «паралингвистических средствах». Особенно явно это прослеживается в отечественной научной традиции. В 1974 году была издана книга Г.В. Колшанского «Паралингвистика», где рассматривается все то, что в наши дни принято относить к невербальной семиотике. В психологическом энциклопедическом словаре 2008 года, автором которого является доктор психологических наук М.И. Еникеев, можно найти следующее определение: «паралингвистические средства (от греч. para – около и лингвистика) – невербальные (неречевые) средства передачи информации. Различаются три вида паралингвистических средств: фонационные, кинетические и графические (в письменной речи). К фонационным паралингвистическим средствам относятся тембр голоса, темп и громкость речи, устойчивые интонации, особенности произнесения звуков, заполнения пауз (э, мэ…). К кинетическим компонентам речи относятся жесты, позы, мимика» [2, с. 281]. Также интересной является точка зрения М.С. Андрианова, для которого «невербальная коммуникация – совокупность неречевых коммуникативных средств – система жестов, знаков, символов, кодов, использующихся для передачи сообщения с большой степенью точности и играющих важнейшую роль в смысловом понимании друг друга; в дискурсивной психологии – процесс производства и обработки паралингвистического дискурса» [3, с. 245]. Доктор психологических наук В.А. Лабунская рассматривает такой термин как «невербальное выражение личности» [4, с. 20] и понимает под ним «совокупность устойчивых (физиогномика, индивидуально-конституциональные характеристики человека), среднеустойчивых (оформление внешности: прическа, косметика, украшения, одежда) и динамических параметров выражения (экспрессивное, невербальное поведение), организующихся в пространственно-временные структуры и перестраивающихся по ходу развития психофизиологических, психологических и социально-психологических компонентов структуры личности» [4, с. 20].

Стоит еще раз отметить, что невербальные средства передачи информации являются предметом изучения многих наук. Доктор филологических наук Г.Е. Крейдлин, основываясь на исследованиях в области биологии, этологии (науке о поведении), лингвистики, логики, социологии, психологии, общей семиотики, теории этноса и этнических систем, культурной антропологии, когитологии (науке о знании и познании) и теории когнитивных систем, выделяет целую науку, невербальную семиотику, «… предметом которой являются невербальная коммуникация, и шире, невербальное поведение и взаимодействие людей…» [5, с. 6]. Он говорит о том, что невербальная семиотика состоит из следующих «…отдельных, но тесно взаимосвязанных дисциплин» [5, с. 22]:

- паралингвистики – науке о звуковых кодах невербальной коммуникации;
- кинесики – науке о жестах и жестовых движениях, о жестовых процессах и жестовых системах;
- окулесики – науке о языке глаз и визуальном поведении людей во время общения;
- аускультации – науке о слуховом восприятии звуков и аудиальном поведении людей в процессе коммуникации;
- гаптики – науке о языке касаний и тактильной коммуникации;
- гастики – науке о знаковых и коммуникативных функциях пищи и напитков, о приеме пищи, о культурных и коммуникативных функциях снадобий и угощений;
- ольфакции – науке о языке запахов, смыслах, передаваемых с помощью запахов, и роли запахов в коммуникации;
- проксемики – науке о пространстве коммуникации, его структуре и функциях;
- хронемики – науке о времени коммуникации, о его структурных, семиотических и культурных функциях;
- системологии – науке о системах объектов, каковыми люди окружают свой мир, о функциях и смыслах, которые эти объекты выражают в процессе коммуникации [5, с. 22].

По мнению Г.Е. Крейдлина, не все перечисленные выше науки изучены в равной степени. Кинесику и паралингвистику он относит к «старым» наукам, имеющим сложившийся понятийный аппарат, достаточно разработанные методы исследования и теоретические подходы, а аускультацию, гастику, ольфакцию, хронемику и системологию к тем наукам, которые являются менее всего исследованными, хотя «… существует много разных областей человеческой деятельности, к которым соответствующие науки вполне приложимы» [5, с. 23].

В западной традиции изучения невербальных средств передачи информации как и в российской науке отправным моментом в этой области стала работа Чарльза Дарвина (Charles Darwin), о которой уже говорилось ранее.

Но в первой половине XX веке на Западе была популярна теория зависимости эмоций от типа культуры. Американский антрополог Р.Л. Бердвистелл (R.L. Birdwhistell) выступил не в поддержку идей Ч. Дарвина (Ch. Darwin), когда в ходе своей работы выяснил, что представители многих культур предпочитают скрывать свое горе за улыбкой [6, с. 21]. Марк Нэпп (Mark L. Napp) и Джудит Холл (Judith A. Hall) в своей книге «Мимика, жесты, движения, позы и их значение» (Nonverbal communication in human interaction) пишут, что Р.Л. Бердвистелл (R.L. Birdwhistell) отмечал, что «не существует универсальных жестов. Насколько нам известно, нет таких выражений лица, поз или телодвижений, значение которых во всех культурах было бы одинаковым» [цит. по: 7, с. 56]. Той же точки зрения придерживались Маргарет Мид (Margaret Mead), Грегори Бейтсон (Gregory Bateson), Эдвард Холл (Edward Hall Jr), Чарльз Осгуд (Charles Osgood). Но в 1969 году Пол Экман (Paul Ekman) и Уоллес Фризен (Friesen Wallace) выступили оппонентами данной теории. Они доказали, что существует «универсальность выражения» основных эмоций, к которым они отнесли удовольствие, страдание, гнев, страх, удивление и отвращение. Таких же результатов параллельно с ними достиг психолог Кэррол Изард (Caroll E. Izard). Сам Пол Экман (Paul Ekman) отмечает, что в некоторых своих исследованиях опирался на метод Джона Дешила (John Dashiel), который в 1930-х годах, чтобы выяснить, хорошо ли маленькие дети понимают выражение лица, «…рассказывал им истории и показывал набор картинок. Все, что от них требовалось, это выбрать картинку, соответствующую истории» [цит. по: 6, с. 27].

Исследования этнолога Ирениуса Эйбл-Эйбэсфельдта (Irenaeus Eibl-Eibesfeldt) являются еще одним доказательством того, что «… выражения эмоций на лице универсальны и являются результатом нашей эволюции» [6, с. 33]. Его интересовало формирование невербального поведения у младенцев. Он работал со слепоглухими от рождения детьми и с их здоровыми сверстниками. Выяснилось, что «…проявление печали, плача, смеха, улыбок, досады, гнева и страха» у них совпадают [7, с. 60].

Хотя никто из вышеперечисленных специалистов не отрицал существование жестов, свойственных только одной культуре, и, конечно, никто не отрицал значимости невербальных средств передачи информации.

Что касается культурологии, то здесь принято выделять такое направление исследования культуры, как семиотика культуры, одной из задач которой, по мнению отечественного культуролога А.Я. Флиера, является «…исследование наряду с вербальными, невербальных языков культуры, выраженных в системах мимики и пластики, церемониальном, ритуальном (и любом ином) поведении людей, художественно-образных произведениях, опредмеченной в формах и чертах продуктов и технологий любой человеческой деятельности, во всей системе межчеловеческих отношений…» [8]. А.Я. Флиер считает, что «…в… невербальных языках культуры есть много интернационального, схожего по основаниям либо общности хозяйственно-культурной типологии или единства цивилизационных черт культуры» [8]. То есть много того, что можно отнести к области узкого знания. Например, только историк моды или человек, который занимается этим вопросом, могут отличить венецианское кружево от фламандского, только специалист различит стили японской татуировки «ирэдзуми» и «хоримоно».

А.Я. Флиер отмечает, что даже при декодировании языка культуры в рамках одной национальной системы языков может возникнуть смысловое искажение, не говоря уже о переводе «с какого-либо языка культуры одного народа на соответствующий язык другого народа» [8]. Не каждый человек помнит все традиции свадебного обряда, сохранившегося в его стране, а уж тем более их трактовку, и тем труднее это сделать представителю другой культуры.

А.В. Колодин в своем авторском проекте «Культура веры. Путеводитель сомневающихся» пишет, что «понимать какую-либо культуру – значит понимать ее семиотику, улавливать значение используемых в ней знаков и расшифровывать тексты, составленные из них (словом «текст» в культурологии называют не только письменное сообщение, но и любой объект, рассматриваемый как носитель информации)» [9]. Под семиотикой он понимает «…совокупность знаковых средств, с помощью которых кодируется социальная информация» [9]. Стоит различать такие понятия, как семиотика культуры и культурная семантика. Культурная семантика является составляющей семиотики культуры и «изучает отношение между означающим и означаемым» [9].

А.П. Садохин рассматривает понятие культурной семантики вне семиотики культуры. Под культурной семантикой он понимает направление культурологии, изучающее знаковую и коммуникативную функцию культуры. По его мнению, «…любой процесс, происходящий в культуре, невозможен без постоянного общения людей между собой» [10, с. 19]. Соответственно предметом изучения культурологии являются механизмы обмена информацией между людьми. Единый язык – обязательное условие общения людей. А.П. Садохин отмечает, «… что языком являются не только слова, но и другие системы символов – рисунки,

знаки, эмблемы, материальные предметы, обряды и ритуалы» [10, с. 19]. Задачей культурной семантики является «… исследование всех многообразных языков социальной коммуникации…» [10, с. 19]. Автор разграничивает вербальные и невербальные средства общения, вербальные и невербальные коды. Он говорит о том, что любая культурная форма несет семантическую нагрузку, что «… черепок от глиняного горшка способен сообщить довольно много информации о том обществе, в котором использовался этот горшок» [10, с. 20].

Хотелось бы отметить, что невербальные средства передачи информации, несмотря на повышенный интерес к ним науки, все еще являются недостаточно изученными. Кто-то называет их отдельной наукой, кто-то частью психологии, культурологии, антропологии, этнологии или филологии. До сих пор не существует единого понятийного аппарата в данной области. На сегодня мы работаем с такими терминами, как «невербальное общение», «невербальная коммуникация», «невербальное поведение», «невербальные средства общения», «невербальные средства передачи информации», «невербальная семиотика», «невербальные языки культуры», «невербальные коды», которые, по сути, описывают все то, что служит, помимо речи, источником информации.

В данной статье было рассмотрено несколько научных подходов к рассматриваемой проблеме и тем не менее, на наш взгляд, существуют еще неозвученные моменты, которые могут стать предметом изучения невербальной семиотики, например, многое, что мы видим в природе, в частности, в лесу. Конечно, запахи леса являются предметом изучения ольфакции, крики и движения животных могут стать предметом изучения аускультации и кинесики соответственно. Но существуют знаки природы, которые достаточно трудно классифицировать. Например, многих нас еще в школе учили определять стороны света в лесу без компаса: с какой стороны на дереве или камне мха больше – там север. А как нам определить стороны света, если мы попали в другую культуру, в другую страну, где леса в принципе нет, а есть только песчаные пляжи, а солнце в зените, и ждать заката просто нет времени? Данные знаки являются невербальными, но как их классифицировать? Стоит ли в данном случае создать отдельную науку «семиотика природы», или достаточно просто называть их невербальными знаками?

Что касается уже выделенных семиотических систем, то существует целый ряд сфер, где бы они нашли свое применение как отдельные системы или в тандеме друг с другом. Это туризм, реклама, торговля, ведение деловых переговоров, юриспруденция, гостиничный бизнес, преподавание, музыкально-певческая деятельность, театр и кино и т.д. Сегодня человек может родиться в одной стране, переехать с родителями в другую, поехать учиться в третью и работать в четвертой, а создать семью с представителем пятой. В результате интеграции культур появляется тенденция не ограничиваться знанием только родного вербального языка и изучать, пусть даже в разной степени, несколько иностранных языков. Но, помимо вербального аспекта, всегда стоит помнить о невербальном, который отражает культуру, выступает источником дополнительной информации и облегчает человеческое общение.

Литература

1. *Юревич Д.* Психологический символизм жестов в христианской иконографии: докл. [Электронный ресурс]. URL: http://nesusvet.narod.ru/ico/ref/psicholog.htm (дата обращения 14.07.2013).
2. *Еникеев М.И.* Психологический энциклопедический словарь. – М.: Проспект, 2008. – 560 с.
3. *Андрианов М.С.* Невербальная коммуникация: психология и право. – М., 2007. – 256 с.
4. *Лабунская В.А.* Не язык тела, а язык души! Психология невербального выражения личности. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. – 344 с.
5. *Крейдлин Г.Е.* Невербальная семиотика: Язык тела и естественный язык. – М., 2004. – 584 с.
6. *Экман П.* Психология эмоций. Я знаю, что ты чувствуешь: пер. с англ. – СПб.: Питер, 2010. – 334 с.
7. *Нэпп М., Джудит Холл.* Невербальное общение. Полное руководство. – СПб., 2006. – 512 с.
8. *Флиер А.Я.* Культурология для культурологов: учеб. пособие [Электронный ресурс]. URL: http://www.novsu.ru/file/880911 (дата обращения 01.07.2013).
9. *Колодин А.В.* Культура веры. Путеводитель сомневающихся. Авторский проект Александра Колодина [Электронный ресурс]. UPL: http://religiocivilis.ru/about.html (дата обращения 15.07.2013).
10. *Садохин А.П.* Культурология: учеб. пособие. – М.: КНОРУС, 2012. – 376 с.

УДК 947 (571.5) ***И.О. Туман-Никифорова***

СОЦИАЛЬНАЯ МОБИЛЬНОСТЬ КУПЕЧЕСКОГО СОСЛОВИЯ ЕНИСЕЙСКОЙ ГУБЕРНИИ (ВТОРАЯ ПОЛОВИНА XIX – НАЧАЛО XX вв.)

Статья посвящена анализу процессов социальной мобильности в среде купеческого сословия Енисейской губернии (второй половины XIX – начала XX вв.). Исследуется специфика местной динамики по сравнению с общесибирской и общероссийской. Наличие социальной мобильности рассматривается как важный показатель процессов модернизации, как исторического перехода по линии «доиндустриальное – индустриальное» общество.

***Ключевые слова**: купечество, модернизация, торговля, социальная мобильность, промышленность, кредит, монополия, трансформация, регион.*

I.O. Tuman-Nikiforova

THE MERCHANT ESTATE SOCIAL MOBILITY IN THE YENISEI PROVINCE (THE SECOND HALF OF XIX – THE BEGINNING OF THE XX CENTURIES)

The article is devoted to the analysis of the social mobility processes in the merchant estate environment of the Yenisei province (the second half of XIX – the beginning of the XX centuries). The specificity of local dynamics in comparison with all-Siberian and all-Russian ones is researched. The existence of social mobility is considered to be the important indicator of modernization processes, as historical transition along the "preindustrial-industrial" society line.

Key words: merchants, modernization, trade, social mobility, industry, credit, monopoly, transformation, region.

Введение. Эволюция купеческого предпринимательства – важнейший аспект, позволяющий раскрыть особенности трансформации экономической модели России. Вторая половина XIX – начало XX вв. – время активизации модернизационных процессов в Российской империи. В исторической науке модернизация понимается как противопоставление современного – традиционному, настоящего – прошлому, как исторический переход по линии «доиндустриальное – индустриальное (модерновое)» общество[1], как процесс совершенствования экономических, политических и социальных механизмов развития общества по стандартам западной (буржуазной, капиталистической, индустриальной, промышленной, модерновой) цивилизации. Лидирующее положение стран западной цивилизации в мировой экономике и политике предопределили роль данных ориентиров развития и для большинства «незападных» стран. В своём анализе конкретно-исторического материала автор исходит из общепринятого классического понимания модернизации. Исследуемый период – вторая половина XIX – начало XX вв. – время формирования элементов индустриального общества, в том числе в отдаленных регионах России, каким являлась Сибирь, и, в частности, Енисейская губерния.

Модернизация захватывает все сферы общественной жизни, но, в первую очередь, экономику, в которой под влиянием модернизации происходит становление промышленного сектора, внедрение технических нововведений, переход на рыночную основу. Однако из анализа модернизационных процессов нельзя исключить социальные трансформации. В частности, социальную мобильность как один из важнейших критериев, позволяющих судить о наличии процессов модернизации. Для традиционного доиндустриального аграрного сословного общества характерна малая социальная мобильность, а для модернизированного – высокая.

Цель исследований. Выяснение уровня социальной мобильности на примере гильдейского купечества Енисейской губернии второй половины XIX – начала XX вв.

Результаты исследований и их обсуждение. Уровень социальной мобильности определяется динамикой перехода купцов из одного социального положения в обществе в другое.

В историографии вопрос о происхождении сибирского купечества рассматривался в рамках отождествления крупной буржуазии с гильдейским купечеством. Например, Г.Х. Рабинович, исследуя

[1] *Рабинович Г.Х.* Крупная буржуазия и монополистический капитал в экономике Сибири конца XIX – начала XX вв. Томск, 1975. С. 54.

данный вопрос применительно к концу XIX – началу XX вв., дал картину происхождения сибирского купечества (табл.)[1], Ю.П. Колмаков рассмотрел источники формирования восточносибирского купечества конца XIX в. По его подсчетам, источниками формирования купечества этого региона служили следующие группы: 37,6 % составляли купцы, вновь объявившие капитал, 33,8 – мещане, 13,1 – крестьяне, 10,7 – дворяне, 1,0 − казаки, 3,8 % − остальные[2].

Источники пополнения сибирского купечества (конец XIX – начало XX вв.)[2], чел.

Место выхода	Дворяне, чиновники	Купцы	Мещане, цеховые	Крестьяне	Иностранцы	Всего, чел.	Всего, %
Сибирь	4	158	213	108	−	499	68,9
Губернии Европейской России	33	27	78	75	−	213	29,4
Иностранцы	−	−	−	−	12	12	1,7
Всего	37	185	291	183	12	724	100
%	5,1	25,5	40,2	25,3	1,7	100	-

Купечество как источник формирования местного гильдейства представляет для нашего исследования особый интерес, так как указывает на степень социальной стабильности и династическую преемственность в изучаемом сословии. Гильдейство как источник формирования купечества, по подсчетам Ю.П. Колмакова, составляло более 1/3 части, по исследованиям Г.Х. Рабиновича – 25,5 %. Из этих данных следует, что существовал «костяк» купечества в Сибири (от 1/4 до 1/3 состава). При изучении гильдейской структуры Енисейской губернии мы обратили внимание на эту тенденцию. При тщательном анализе именных списков купечества этого региона, проведенном методом поименного сравнения, выявлено, что в местном гильдействе существовал купеческий «костяк» (от 1/3 до 1/4 состава), пребывавший в сословии длительное время и закрепившийся там династически. Причем данная динамика видна при исследовании длительных временных отрезков во всех купеческих категориях всех приенисейских городов. Ежегодные же списки, отражающие обновление купеческого состава в гильдиях того или иного города, указывают на высокую степень колебания численности купеческого состава. Зачастую в новом (ежегодном) купеческом составе от старого сохранялось от 50 до 98 %.

Постоянно находились в купеческом сословии Енисейской губернии, несмотря на сильнейшую ротацию купеческих кадров, приблизительно около 40 династий: Гадаловы, Кузнецовы, Ларионовы, Прейны, Хилковы, Ростовых, Григорьевы, Мильштейны, Плотниковы, Саввиных, Бяковы, Яриловы, Поляковы, Некрасовы, Орлики, Шепшелевичи, Калмановичи, Сафьяновы, Мокроусовы, Тонконоговы, Елтышевы, Козьминых, Бородкины, Дементьевы, Кытмановы, Баландины, Даниловы, Востротины, Матонины, Грязновы, Юрасовы, Артемьевы, Иорданские, Кулаевы, Башуровы и некоторые другие. Одни купеческие семейства продержались в сословии около 10 лет, другие – около 50. Поименный анализ купеческих фамилий, проведенный нами, показал, что купеческие династии были неустойчивыми. Их пребывание в сословии длилось обычно 2 поколения, реже – 3, очень редко – 4 поколения. Важнейшим социальным источником пополнения купеческого сословия было мещанство.

По подсчетам Ю.П. Колмакова, оно давало 33,8 % купеческих кадров. Мещане так же, как и купцы, могли вести коммерческую деятельность, но им запрещалось сбывать ряд товаров, считавшихся монополией купечества, был ограничен объем их денежных операций. Органы местного самоуправления, состоявшие преимущественно из купцов, пристально следили за установленным порядком торговли. Из мещан пополнили ряды гильдейства Енисейской губернии купцы Ростовых, П. Гудков, Д. Ошаров, Шепеткины, В.М. Харченко, А.С. Баландин, И.Г. Некрасов, Я.Б. Каменер, И.В. Кулаев и многие другие. Значительная доля выходцев из мещан в среде купцов объяснялась спецификой мещанства как низшего городского сословия, вступление в которое обычно предшествовало вхождению в купечество. Так,

[2] *Колмаков Ю.П.* К проблеме формирования торгово-промышленной буржуазии Восточной Сибири в период империализма // Очерки истории Сибири. Иркутск, 1971. Вып. 2. С. 70.

Т.С. Востротин, выходец из крепостных крестьян Каслинского чугунолитейного завода, сначала стал енисейским мещанином, а с 1885 г. купцом. Г.В. Юдин, происходивщий из старинного купеческого рода, был сначала мещанином Ачинска, а затем минусинским купцом 2-й гильдии, что впоследствии дало ему возможность переходить в купечество других городов[3]. Другим источником формирования купеческих кадров было крестьянство. По подсчетам Ю.П. Колмакова, доля крестьян в сословии составляла 13,1 %. В законодательстве XVIII − первой половины XIX вв. предпринимательская деятельность крестьян строго ограничивалась. Причиной этому служила жесткая конкуренция между купечеством, записанным в гильдии, и крестьянством. Торговавшие по гильдейским свидетельствам крестьяне составляли довольно большую часть населения, ведущего коммерческие операции. Как правило, если коммерческие операции давали устойчивую прибыль, «временно торгующий крестьянин» переписывался или сначала во временное, или сразу же в постоянное гильдейское купечество того или другого города Енисейской губернии.

Самыми знаменитыми купцами, выходцами из крестьян, были И. Кытманов, А.А. Саввиных, Гадаловы, С.Г. Щеголев, К. Матонин, Востротины, А.К. Субботин, Л. Хейсин, Н. Циханский, М.А. Крутовский, Хилковы, В. Кулаев и др. Часто крестьяне записывались в категорию «временно торгующих», которая впоследствии становилась стартовой площадкой для вхождения в купечество. Так, Герасим Петрович Гадалов (Таланов) был крепостным князя Шаховского (Владимирская губерния), в 1855 г. отпущен на волю, а с 1856 г. приобрел права торгующего крестьянина в Енисейской губернии[4]. Дворянство как источник формирования гильдейского купечества не имело большого значения. Ю.П. Колмаков, утверждал, что доля этого сословия в формировании гильдейства Восточной Сибири составляла 10,7 %, при этом констатировал, что капиталы свои они сколачивали, работая доверенными у купцов-миллионеров или занимаясь подрядами и откупами[5]. Однако исследователь имел в виду выбираемое дворянами профессиональное коммерческое занятие, а не сословное положение. Существовавшая до 1898 г. связь предпринимательства с купеческим статусом требовала выборки промысловых и гильдейских документов. Но дворянство пользовалось правом сохранять свое прежнее сословное звание, хотя в фискальных целях они заносились в списки купечества.

В именных ведомостях купечества Енисейской губернии в среде местных гильдейцев дворяне встречаются крайне редко. Чаще они состоят в категории «временно торгующих». Так, в 1856 г. во временных красноярских купцах 2-й гильдии числился отставной губернский секретарь В.Н. Латкин[6]. Дворяне, даже если они были выходцами из купечества, предпочитали сохранять более высокое сословное звание. Такая же тенденция отмечена по Томской губернии Ю. Гончаровым[7]. Другие категории пополнения купечества, по данным Ю. Колмакова, составляли всего 4,8 %. Действительно, лица других сословий встречаются в источниках формирования купечества крайне редко. Выявление источников формирования купечества осложнено высочайшей степенью социальной мобильности сословия, порождаемой ежегодным обновлением состава и подтверждением им своей состоятельности. Наиболее важной для нашего исследования является вертикальная мобильность, т. е. перемещение индивида из одного социального пласта в другой. Она проходила путем перемещения из купеческого сословия либо вверх (дворянство, почетное гражданство), либо вниз (мещанство). При существовавшей в России сословно-иерархической системе общим было стремление перейти в более высокие социальные слои. Пожалование в звание почетных граждан происходило за особые заслуги, обычно на ниве общественно полезной деятельности. Так, были возведены в потомственное почетное гражданство в 1881 г. «за большой вклад в попечительскую работу» красноярский купец Н.Г. Гадалов, в 1878 г. канский купец И.Г. Гадалов за пожертвование 7 000 руб. на обновление развалившейся деревянной церкви в Олонецком уезде, канский купец 1-й гильдии И. Некрасов за пожертвование в пользу Красноярской женской гимназии, в 1883 г. канский купец 2-й гильдии А.С. Бурмакин за заслуги по ведомству попечительства о тюрьмах[8].

Звание почетного гражданина нечасто присваивалось купцам Енисейской губернии. Среди купцов, получивших его, можно назвать Кузнецовых, Гадаловых, Дементьевых, Баландиных, Даниловых, Кытмановых, Токаревых, Прейнов, Алексеевых, Шипилиных, Щеголевых, Мокроусовых, Матониных, Поляковых, Хнюниных, Некрасовых и некоторых других. Чаще всего, получив почетное гражданство, купцы продолжали вести активную коммерческую деятельность и сохранять прежнее звание. Так, в 1870 г. из 14 енисейских первогильдейцев 5 одновременно были почетными гражданами[9].

---

[3] *Киселев Л.* Купцы Востротины // Крас. раб. 1997. 16 июля. С. 2; ГАКК. Ф. 160. Оп. 1. Д. 968. Л. 80об–81; *Половникова И.* Молодые годы Юдина. М., 1996. С. 11–12, 32.

[4] *Киселев Л.* Гадаловские корни и ветви // Красноярец. 1992. 18 нояб. С. 6; ГАКК. Ф. 173. Оп. 1. Д. 1437. Л. 84.

[5] *Колмаков Ю.П.* Указ. соч. С. 65−66, 70.

[6] ГАКК Ф. 173. Оп. 1. Д. 1437. Л. 34.

[7] *Гончаров Ю.М.* Сибирская купеческая семья второй половины XIX – начала XX в.: дис. … канд. ист. наук. – М., 1999. С. 6.

[8] *Киселев Л.* Указ. соч. С. 6; АОАК. Ф. 2. Оп. 1. Д. 166. Л. 46; Ф. 2. Оп. 1. Д. 189. Л. 34–35об.

[9] ГАКК. Ф. 160. Оп. 1. Д. 404. Л. 1–5.

Г.Х. Рабинович на основе тщательного изучения сословного состояния предпринимателей Сибири установил, что они в начале XX в., за редким исключением, не состояли в гильдейском купечестве[10]. Исследователь Г.Ф. Быконя также считает, что крупное купечество Енисейской губернии в конце XIX – начале XX вв. продолжало оставаться в прежнем сословном звании[11]. Мы пришли к аналогичному выводу, но зафиксировали тенденцию постепенного выхода некоторых крупнейших представителей гильдейства из сословия без прекращения при этом предпринимательской деятельности.

В центре страны, по мнению А.Н. Боханова, процесс отделения предпринимательских функций от сословных прав приобрел законченную форму, и российское купечество в начале XX в. превратилось в корпоративную организацию имущих лиц, не связанных с коммерцией[12]. По нашему мнению, некоторая замедленность процесса в Сибири объясняется более интенсивным разрушением купеческого сословия в центре страны.

Более высокой ступенью в сословно-иерархической лестнице было дворянство. Одной из возможностей проникновения в это сословие была служба в государственных учреждениях, органах купеческого самоуправления. Согласно существовавшим в России правилам чинопроизводства, лица, занимавшие должности по выборному купеческому сословному управлению, пользовались следующими правами: старшина сословия считался состоящим в чине VI класса (коллежский советник), а члены купеческой управы – VII класса (надворный советник). Однако на практике дворянства за эту службу купцы не получали. На государственную службу имели возможность поступить лишь дети коммерции-советников, купцов 1-й гильдии или купцы, получившие какой-либо чин вне порядка службы[13].

Некоторые представители купеческой среды Енисейской губернии достигли высоких чинов: жалованный четырьмя орденами И.Г. Гадалов в 1897 г. получил чин статского советника, тот же чин имели В.М. Крутовский и А.Г. Смирнов; И.В. Поляков был титулярным советником[14]. Гильдейцы могли быть производимы в чины лишь до 1892 г. После выхода «Правил о наградах» от 9 июля 1892 г. эта возможность была для них закрыта[15].

Поэтому оптимальным и широко распространенным способом получения дворянства, а также почетного гражданства, у купцов старшего поколения была его купля через храмоустроительство, благотворительность, активную общественную деятельность. Кроме того, в начале XX в. получить более высокий сословный статус для купечества было проще. Так, в 1911 г. купеческой жене А. Раззореновой было присвоено звание почетной гражданки г. Красноярска за постройку нового ночлежного дома имени Ф.Ф. Раззоренова, на который она истратила 33 669 руб., а Т.И. Щеголевой и А.Ф. Кузнецовой в начале 60-х гг. XIX в. было отказано в присвоении этого звания за более крупные заслуги[16].

Купеческие дети переходили в разряд личных дворян через получение высшего образования. Они впоследствии становились мелкими чиновниками, юристами, врачами, землемерами, инженерами. Многие известные представители купеческих династий Енисейской губернии закончили высшие учебные заведения: Г.А. Ларионов, братья Даниловы, А.И. Кытманов, А.А. Баландин − Санкт-Петербургский университет, П.П. Прейн – Императорскую военно-медицинскую академию, В.М. Крутовский – Медико-хирургическую академию в Санкт-Петербурге, А.П. Кузнецов – Технологический институт в столице, Н.И. Савельев – Берлинскую горную академию, С.В. Востротин – Казанский ветеринарный институт и Парижскую Ecole de medicine[17].

Сходный процесс шел в среде всего российского купечества[18]. Наивысшей формой поощрения в Российской империи было присвоение потомственного дворянского достоинства. Даже для столичных

---

[10] *Рабинович Г.Х.* Крупная буржуазия… С. 48.

[11] *Быконя Г.Ф.* Купечество гильдейское // Енисей. энцикл. сл. – Красноярск, 1998. С. 340.

[12] *Боханов А.Н.* Российское купечество в конце XIX – начале XX века // Отечественная история. 1985. № 4. С. 107.

[13] Российская империя. Законы. Уставы о службе гражданской // Свод законов Российской империи. СПб., 1876. Т. 3. Ч. 1. Ст. 3, 38. С. 2, 10.

[14] *Потапов И.* Особняк Гадалова // Звезды над Енисеем. Красноярск, 1997. С. 36; Краткая энциклопедия по истории купечества и коммерции Сибири. Новосибирск, 1997. Т. 3. Кн. 3. С. 34.

[15] *Брокгауз Ф.А., Ефрон И.А.* Энциклопедический словарь. М., 1991. С. 58.

[16] *Потапов И.* Ночлежный дом Ф.Ф. Раззоренова // Предприниматель. 1997. № 1. С. 6.

[17] ГАКК. Ф.155. Оп.1. Д. 40. Л.3-об.; Ф. 42. Оп. 1. Д. 3483. Л. 17; Д. 3646. Л. 5-6; *Сетов О.* Данилов // Краснояр. рабочий. 1997. 22 марта. С. 5; *Бердников Л.* Какой предприниматель нужен: В.А. Баландина // Вечерний Красноярск. 1992. 29 сент. С. 3; *Мешалкин П.* Одержимые: О деятелях культуры Красноярска на рубеже XIX–XX вв. Красноярск, 1998. С. 7; *Киселев Л.* Семья Кузнецовых //Краснояр. комсомолец. 1982. 4 дек. С. 2; Сибир. торгово-промышленный ежегодник. СПб., 1913. С. 76; *Юдин Г.В.* Моя кратчайшая биография // Исследования и материалы: сб. М., 1974. С. 163.

[18] *Лаверычев В.Я.* Крупная буржуазия России. 1861–1900. М., 1974. С. 75.

купцов в начале XX в. его получение было казуистикой, так как это отрицало сословно-корпоративные принципы феодальной эпохи[19]. Даже если формально присутствовало основание (например, чин, соответствующий потомственному дворянству) для получения этого звания, вопрос о его присвоении не ставился. В среде местных купцов Енисейской губернии нами не выявлены лица, ставшие столбовыми дворянами.

Вниз по вертикальной линии социальной мобильности купечество опускалось в мещанство при необъявлении капитала. Географическое перемещение купечества (изучением которого мы ограничили горизонтальную составляющую социальной мобильности) в рамках своего сословия было широко распространено в среде гильдейцев Енисейской губернии, оно могло протекать в пределах городов губернии. Так, Даниловы первоначально жили в Ачинске, затем стали енисейскими купцами, а в 1871 г. – красноярскими[20].

Имело место также челночное перемещение. Например, красноярский купец 2-й гильдии М.А. Крутовский в 1866 г. перешел в 1-ю гильдию по Минусинску, а в 1871 г. вернулся в красноярское купечество[21]. Архангельский купец М.Н. Окулов, зачисленный в начале 50-х гг. XIX в. в красноярское купечество, в 1857 г. перечислился в канские купцы, в 1866 г. – в минусинские, а впоследствии возвратился в купечество Красноярска[22].

Передислокация гильдейства Енисейской губернии в купечество других регионов имела место так же как и пополнение рядов купечества Енисейской губернии выходцами из других регионов Сибири и России. Общепринято считать, что более 2/3 владельцев всех крупных капиталов Сибири составляли местные капиталисты[23]. Мы принимаем эту цифру, но учитываем ее условность, так как точное вычисление этой доли невозможно из-за огромной подвижности купеческого сословия, неясности критериев для определения понятия «местный капитал».

В исследуемый период в городах Енисейской губернии предпринимательской деятельностью на гильдейских купеческих правах занимались не только местные жители, но и приезжие из других населенных пунктов России. Некоторые из них записывались непосредственно в местное купечество, другие торговали на правах иногородних гильдейцев, платя положенные взносы и в месте своей постоянной приписки, и в каком-либо из приенисейских городов. За счет выходцев из таких районов страны происходило пополнение гильдейского купечества Енисейской губернии.

Большую долю в пополнении рядов купечества Енисейской губернии составляли выходцы из европейской части России. По общесибирским данным, представленным Г.Х. Рабиновичем, выходцы из европейской части России в гильдейском купечестве составляли приблизительно 1/3 часть (табл.). Особенно многочисленной группой выходцев из европейской части России, вступивших в сибирское купечество, были «вязниковцы» – переселенцы из Вязниковского уезда Владимирской губернии. Так, по подсчетам Г.Х. Рабиновича, из 35 гильдейских купцов Красноярска в конце XIX в. 12 были выходцами из крестьян европейской части страны, 10 из них – переселенцами из Владимирской губернии, в их числе семья Гадаловых[24]. Выходцами из Владимирской губернии были Ф.Ф. Раззоренов, М.А. Крутовский, П.Ф. Дудкинский, И. Красильников, А.А. Смирнов, С.С. Белов и др.

Другую значительную категорию (приблизительно 2/3 купечества губернии) составляли выходцы из сибирских регионов, в первую очередь из районов Енисейской губернии. Выходцы из Западной и Восточной Сибири в рядах купеческого сословия Енисейской губернии были, но, как правило, данный переход осуществлялся не из купеческого статуса, а из крестьянского или мещанского, т. е. географическая мобильность накладывалась на сословную. Немногочисленными были купцы – выходцы из гильдейства Томской и особенно Иркутской губерний, что объясняется более высокой хозяйственной конъюнктурой данных регионов.

Уход из купечества Енисейской губернии осуществлялся по тем же направлениям: в гильдейство Сибири или европейской части России. Особый интерес представляет вопрос об уходе в столичное купечество. М.Л. Гавлин считал, что в пореформенный период столичное купечество включало в свой состав

[19] *Боханов А.Н.* Крупная буржуазия России: конец XIX в. – 1914 г. М., 1992. С. 69.
[20] ГАКК. Ф. 160. Оп. 1. Д. 406. Л. 1об. – 2.
[21] Там же. Д. 587. Л. 58об.
[22] Краткая энциклопедия…С. 65–66.
[23] *Рабинович Г.Х.* Крупная буржуазия…С. 54.
[24] Там же. С. 68.

широкие слои иногородней буржуазии[25]. Многие сибирские купцы, сколотив состояние в золотопромышленности, чайной, пушной торговле, перенесли центр своей коммерческой деятельности в европейскую часть России, прежде всего, в Москву. Общеизвестен факт, что Г.В. Юдин перевелся в петергофское купечество 2-й гильдии после конфликта с местным купечеством, хотя продолжал вести дела в Енисейской губернии.

Анализ источников формирования и социальной мобильности купеческого населения Енисейской губернии дал возможность констатировать высокую гибкость сословных рамок, которые не сковывали развитие российской буржуазии. Мобильные сословные рамки позволяли аккумулировать внутри купеческого сословия как Енисейской губернии, как и России в целом, наиболее предприимчивых представителей всех социальных групп, прежде всего, крестьянства и мещанства. Носители более высоких сословных званий предпочитали сохранять свой прежний статус.

Эластичность сословных рамок купеческого сословия позволяла не только войти, но и выйти из него как вниз по социальной лестнице, так и вверх в более высокие социальные пласты (почетное гражданство, личное дворянство). Существование сословно-иерархической системы и постепенная утрата значения сословных купеческих льгот во второй половине XIX – начале XX вв. привели к стремлению купцов перейти в более престижные и высокие сословия. Этот переход осуществлялся через открытые государством шлюзы: благотворительность, особые заслуги в развитии экономики региона, общественную и государственную службу, а в среде купеческих детей – через получение высшего образования. Однако сокращение численности купечества Енисейской губернии происходило не за счет его перехода в высшие социальные пласты.

Географическое перемещение в среде купеческого сословия Енисейской губернии было широко распространено как в рамках губернии, так и за ее пределами. При формировании гильдейства основными его источниками служили местные кадры (около 2/3, большая часть из Енисейской губернии), а также переселенцы из центральных регионов России. Особенно многочисленной группой прибывших были выходцы из Владимирской губернии. Многие купцы Енисейской губернии, составив состояние, перемещали центр своей коммерческой деятельности в европейскую часть России.

Более 1/3 в источниках формирования купечества Енисейской губернии (в сравнительно долгосрочной тенденции) составляли купцы, ежегодно подтверждавшие свой гильдейский статус, хотя время пребывания в сословии могло варьироваться от нескольких лет до нескольких десятилетий. Однако большинство ежегодно подтверждающих свой гильдейский статус купцов передавали его по наследству, в результате чего появлялись купеческие династии (в Енисейской губернии за исследуемый период их около 40). Общая длительность пребывания купеческих династий Енисейской губернии в гильдействе составляла два-три поколения, как и в целом по России.

В общем при анализе численности, размещения, структуры, источников формирования и социальной мобильности местного гильдейского купечества Енисейской губернии мы можем констатировать процесс разложения сословных рамок в пореформенное пятидесятилетие. На процесс эволюции гильдейства влияли факторы экономического развития России, Сибири и фискально-правовая политика государства в отношении предпринимательских слоев.

С 60-х до конца 90-х гг. XIX в. государство проводило политику включения в сословие коммерсантов, выходцев из всех категорий населения, прежде всего, крестьян и мещан (1863 г. – введение принципа свободы предпринимательства, наличие статуса временно торгующего купца и т.д.). С другой стороны, оно пыталось «очистить» гильдейство от балласта «приписавшихся по нужде» в купцы и слабых в экономическом плане коммерсантов (усиление налогового пресса, отмена 3-й гильдии и купеческих льгот в области призыва на военную службу).

Данная политика привела в конце XIX в. к уменьшению численности купечества Енисейской губернии, сокращению ротации гильдейских кадров, закреплению в купеческом сословии наиболее сильных в экономическом плане предпринимателей, составивших ядро нарождавшейся буржуазии. Однако в сословии нарастали деструктивные процессы, выразившиеся в переходе купцов в верхние социальные пласты (почетное гражданство и даже личное дворянство), увеличении доли временно торгующих купцов (вынужденных до 1898 г. совмещать более или менее крупную предпринимательскую деятельность с ограниченным купеческим статусом) и лиц с ограниченным гражданско-правовым статусом (иудейского вероисповедания).

---

[25] *Гавлин М.Л.* Предприниматели и российская культура (II половина XIX – начало XX вв.) // Отечественная история. 1998. № 6. С. 47–49.

С 1898 г. последние сословные преграды для развития предпринимательства были сняты через отделение предпринимательских занятий от сословного купеческого статуса. Вхождение в гильдейское состояние стало делом осознанного выбора. Это привело к превращению купечества в «сословие-призрак», объединявшее в своих рядах лиц, или желавших повысить свой сословный статус, или находившихся в гильдействе и не желавших порывать с данной традицией.

Выводы

Сибирское купечество развивалось по общим законам эволюции гильдейства, однако процесс разложения сословных рамок был более замедленным. Проявления этой тенденции были различными: увеличение доли купеческого сословия Сибири в общероссийской массе гильдейства (середина XIX в. – более 2 %; 1914 г. – 4–5 %), снижение отказа предпринимателей от купеческого статуса, меньшая доля лиц еврейской национальности в сословии и прочие факторы.

Развитие купеческого населения Енисейской губернии полностью вписывалось в общую эволюцию сибирского гильдейства в исследуемый период. Это выражалось в сходности и синхронности процессов развития сословия. Доля гильдейского купечества Енисейской губернии в общесибирском на протяжении всего пятидесятилетия колебалась в пределах 10 % (1867 г. – 9,55 %, 1912 г. – 9, 15 %).

Синхронно с другими сибирскими территориями в Енисейской губернии шли процессы сокращения численности местного гильдейского купечества на фоне возрастания количества всего населения и городских сословий, в частности, увеличение доли носителей временного купеческого статуса, сокращение ротации купеческих кадров, возникновение в 80-х гг. XIX в. «новой очищенной генерации» местного гильдейского купечества. Неустойчивыми были купеческие династии (два-три поколения).

Доминировала традиционная модель купеческой семьи со средней численностью 5–7 человек (за исключением еврейских купеческих семей, где средняя численность составляла 8–9 человек). Капиталоносителями (владельцами гильдейских капиталов) в гильдейском купечестве Енисейской губернии были в подавляющем большинстве мужчины в возрасте от 25 до 60 лет, доля женщин – владелиц гильдейского капитала – составляла около 8,5 %.

Однако некоторые показатели развития местного гильдейства Енисейской губернии имели свою специфику, связанную с экономическими особенностями региона. Так, в начале 60-х гг. XIX в. тенденция к уменьшению численности общероссийского купечества не коснулась гильдейства Енисейской губернии из-за кратковременного золотопромышленного бума в регионе. В 1899 г. в Енисейской губернии не наблюдалось резкого сокращения количества лиц, принадлежавших к купеческому сословию, как это произошло повсеместно в России. Причина этого лежала в благоприятной хозяйственной конъюнктуре, сложившейся в результате проведения Транссибирской магистрали.

Показатели роста купеческого населения в Енисейской губернии по городам и уездам были различны (по динамике изменения численности, размещения, структуре и т. д.), что связано с социально-экономическими особенностями округов. Однако общая картина эволюции купеческого сословия Енисейской губернии была идентична эволюции всего российского гильдейства, хотя и с некоторым запозданием на окраине империи.

ФИЛОСОФИЯ

УДК 141.201

А.С. Самарин

ТРАНСФОРМАЦИЯ МАРКСИСТСКОЙ КОНЦЕПЦИИ СУБЪЕКТА В СОВРЕМЕННОЙ ФИЛОСОФИИ

В статье исследуются изменения в марксистской концепции субъекта, которые были внесены философией постмарксизма. Последняя рассматривается в её связи с постструктурализмом и концептом «смерти субъекта».

***Ключевые слова**: проблема субъекта, постмарксизм, постструктурализм, «смерть субъекта».*

A.S. Samarin

TRANSFORMATION OF THE SUBJECTMARXIST CONCEPT IN MODERN PHILOSOPHY

The changes in the Marxist concept of the subject which were made by post-Marxism philosophy are considered in the article. The latter is takenin its connection with post-structuralism and the"subjectdeath" concept.

Key words: *problem of subject,post-Marxism, post-structuralism,"the subjectdeath".*

Ситуация, в которой оказался марксизм в начале XXI века, драматична и одновременно интересна. Концепция радикального социального переустройства вынуждена функционировать в политической реальности, не приемлющей революции. В ситуации, когда предречённая скорая гибель капитализма вылилась в его полный триумф. В то же время дифференциация взглядов в рамках марксистской теории продолжает расти. Изменения в социально-политической обстановке в мире в целом на стыке 80–90-х гг. XX в. отразились и на теоретических построениях марксизма. И не могли не отразиться, если учитывать, что эта концепция всегда подчёркивала принципиальную зависимость своей теории от наличных социальных условий. Изменившиеся социальные обстоятельства (распад СССР, переходящие в интенсивную стадию процессы глобализации, становление сетевого общества) повлекли за собой появление постмарксизма в середине 1980-х гг. В лице основателей Э. Лакло и Ш. Муфф постмарксизм появился как сознательно предпринятая попытка обновления марксизма, приведения его в соответствие с общественными реалиями: «*Лакло и Муфф осуществляют деконструктивное перепрочтение марксистской традиции, позволяющее преодолеть аксиоматизацию привычных теоретических схем и основных понятий»* [1, с. 175]. Конечно, не обошлось в процессе этого приведения без коррекции некоторых существенных для марксизма теоретических норм.

Цель исследований. Выявить характерные особенности трансформации концепции субъекта в контексте развития марксистской традиции.

Задачи исследований: 1) определение характерных особенностей марксистской концепции субъекта; 2) выявление изменений, которые внёс в марксистскую концепцию субъекта постмарксизм; 3) контекстуализация постмарксистской концепции в рамках современной философии субъекта.

Методы исследований. Диахронический и компаративистский методы выступают основными в данном исследовании.

Результаты исследований и их обсуждение. Обратимся к марксистской концепции субъекта и её трансформации в постмарксизме. Изменения, произошедшие в марксистской философии субъекта, достаточно показательны в контексте проведённой Лакло, Муфф и их последователями рекомбинации оснований теории.

Современное понимание философии субъекта начинается с творчества Р. Декарта. С этого времени философия субъекта позиционирует себя как разработчик того, что выступает активным компонентом почти любой философской системы. В чистом виде (в случае корректного введения) субъект не есть нечто, проявляющееся только в социальной сфере, – он есть универсальный выразитель преобразующего начала, как оно выражено в конкретной философской системе (в нашем случае – в марксизме), одно из её онтологических оснований.

В чём сложность марксистской концепции субъекта и её характерные особенности? Материалистическое понимание истории, на которое опирался К. Маркс, и приоритет труда, практики предписывали зависимость теоретических построений от объективных социальных обстоятельств. Ввиду этого субъект, который возможно реконструировать в марксизме, всегда есть нечто конкретное (согласно пониманию этого термина в методе восхождения от абстрактного к конкретному) и должен рассматриваться во всём многообразии связей с обусловливающими его объективными обстоятельствами, а также в исторической динамике.

В марксистской концепции субъекта был введён очень важный аспект: понимание труда (связующего звена между субъектом и объектом) как явления всеобщего, несводимого к труду отдельных индивидов. В политической плоскости это отражало актуальное для времени Маркса и бывшее актуальным до конца XX века понимание политической партии как коллективного субъекта социальных изменений. Славой Жижек, представитель постмарксизма, нередко упоминает о роли КПСС, рассматривая её именно в таком контексте: партия выступает в роли Большого Другого (термин Жака Лакана, обозначающий трансцендентную по отношению к субъекту сущность, которая в то же время выступает концентратом его активности), на которого в случае необходимости можно свалить вину и потому никто не чувствует реальной ответственности [2, с. 70]. Впоследствии базовая марксистская концепция подвергалась разнообразным внешним изменениям, улучшениям, корректировкам – в ортодоксальном марксизме конца XIX века, в советском марксизме, в неомарксизме Франкфуртской школы и т.д. Внёс свой существенный вклад и постмарксизм.

Каковы были изменения, которые внёс в марксистскую философию субъекта постмарксизм? Прежде всего, следует сказать о том, какой теоретический концепт более всего повлиял на характерные особенности понимания субъекта в постмарксизме. Таким философским событием стал принцип «теоретического антигуманизма», провозглашённый Л. Альтюссером. Его суть заключалась в переворачивании причин и следствий в отношении анализа социального целого: человек выступал как результат теоретической деятельности, а не исходный пункт. Вследствие этого мы не можем использовать концепт человека для объяснения социального целого.

Затем этот принцип был подхвачен и развит постструктурализмом в тезисе о «смерти субъекта». Это означало, что в изменившихся социально-исторических обстоятельствах мы более не можем говорить о субъекте как о целостном явлении, которое поддаётся чёткой локализации и обладает достаточной степенью автономности для того, чтобы было возможно отграничить и противопоставить его объекту.

Итак, в ситуации «смерти субъекта» мы не можем более говорить о классической схеме автономного самосознания. Постмарксизм разделил принцип «смерти субъекта» и отталкивался от него в построении своей теории. Обозначив как цель реактуализацию марксизма в условиях конца XX века [3], Э. Лакло и Ш. Муфф пришли к пониманию необходимости диалога с господствующими концепциями и тенденциями современной философии. Это понимание было достигнуто ввиду определённых внешних и внутренних причин.

В качестве внешней причины можно выделить влияние тезиса о «смерти субъекта». Вопрос принятия этого тезиса, или, хотя бы осуществления рефлексии по его поводу, был вопросом принятия постмарксизма как дееспособной концепции в рамках дискурса современности. Внутренней причиной было то, что интенция к «смерти субъекта» уже заключалась в философии марксизма в виде принципа теоретического антигуманизма Л. Альтюссера.

На смену автономному субъекту приходит то, что мы назвали бы «субъектной позицией». Образно говоря, если представить социокультурную целостность как море-объект, то в качестве субъектной позиции будут выступать изредка появляющиеся на его поверхности острова – суша, на которой может случайным образом оказаться «вставший над ситуацией» индивид.

Очень важной для исторического развития марксизма переменой была произведённая в постмарксизме смена локализации активности субъекта. В традиционном марксизме это была однозначно интерпретированная сфера экономики. В постмарксизме провозглашается приоритет дискурсивных практик, которые понимаются как расширение сферы политического.

При этом можно заметить, что, отказавшись от субъекта как монады с жёстко заданными границами, постмарксизм резко расширил сферу субъективного, или, корректнее сказать, потенциал субъективации. В какой-то степени постмарксизм выступает как отступление от марксистской традиции, потому что представленная в нём концепция явным образом сближается с классическим (декартовским) взглядом на пределы творческой активности субъекта как приоритета теории над практикой.

Господствующая концепция рассматривает политическую плоскость социального бытия исключительно как поле реформ, без претензий на революцию. Можно проследить связь с более общей в отношении социально-политических обстоятельств последних десятилетий тенденцией. Это тенденция рассмотрения

капитализма как безальтернативной теории в плоскости экономики, которая уверенно преодолела свою экономическую локализацию и приступила к освоению новых культурных горизонтов.

Отметим при этом, что в некоторых аспектах постмарксизм значительно расширил марксистскую теорию. В частности, переформатирование автономного субъекта классического марксизма в субъектную позицию позволило расширить границы потенциальной активности субъекта до сферы всего социального бытия, в то время как в классическом марксизме был ярко выраженный экономический детерминизм.

Одним из важнейших нововведений в концепцию субъекта, которую произвёл постмарксизм, было включение его в поле дискурса. В марксизме субъект традиционно выступал как опосредующее звено между теорией и практикой. Ключевая для марксизма связь теоретических положений и их практической реализации с приоритетом второй подверглась эрозии в первой половине XX века, когда наличные социальные обстоятельства резко разошлись с теоретическими основоположениями [4, с. 16]. Неомарксизм, а впоследствии и постмарксизм, предложили выход из ситуации.

Он заключался в том, чтобы изменить понимание социальной практики. Понимание практики как критерия истины последовательно объяло область культуры, а в постмарксизме – сферу коммуникации, дискурса. Субъект, понятый как элемент дискурсивных практик, органично вписал постмарксизм в диалог концепций, имеющий место быть в современности.

Постмарксизм терминологически («по определению») связан с концептом постструктурализма и наследует и его характерные особенности. Изнутри постмодернизм позиционируется в довольно характерной для западноевропейской философии последних веков манере как радикальный разрыв с прошлым, с классикой. Извне он представляет собой межеумочное явление, состояние «между», когда прежняя традиция уже сошла, а новая ещё не народилась.

В контексте развития марксистской теории постмарксизм логичным образом занимает то же самое положение «между» – после завершения проекта альтернативного капитализму социально-экономического строя (распад СССР в 1991 г.) марксизм вступает в своё состояние «пост-», для которого характерна потребность в переосмыслении базовых оснований теории в ситуации, когда практическая реализация её принципов затруднена объективными обстоятельствами.

Постмарксизм в данном отношении выступает органическим продолжением марксизма, а представленная в нём концепция субъекта выступает как гибридная конструкция, заимствующая положения конкурирующих теорий (прежде всего, постструктурализма и психоаналитической философии) с двумя равноправными целями: 1) обогащения собственной теории; 2) налаживания диалога с концептуальными противниками. «Политика» постмарксизма в дискурсивном поле соответствует критериям современности и отличается направленностью на компромиссное разрешение теоретических противоречий.

Помимо этого, можно выделить ряд замечаний касательно того, что изменилось внутри марксистской теории после изменений, которые были спровоцированы постмарксизмом. Интенсивное взаимодействие с постструктурализмом привело к тому, что была переосмыслена своеобразная марксистская «эсхатология»: идея насильственного приведения марксистских принципов в жизнь путём участия в политической борьбе обогатилась пониманием важности кардинальных перемен в культурной сфере жизни общества.

Заключение. Следует отметить, что постмарксизм, совершив ряд реформ в понимании концепции субъекта и в области оснований марксистской теории в целом, выступил и в роли скептика, поставившего под сомнение принципы, на которых ранее базировался марксизм. Естественно, подобную работу осуществляло любое предшествующее ответвление марксизма. Отличительная особенность постмарксизма в том, что, следуя в русле современности, он проработал критические моменты и болевые точки предшествующего витка развития марксизма, но не предложил целостного проекта социальной реальности. Вероятно, эту роль возьмёт на себя следующий правопреемник философии марксизма.

Литература

1. *Борисов Е., Инишев И., Фурс В.* Практический поворот в постметафизической философии. – Вильнюс, 2008. – Т. 1. – 212 с.
2. *Жижек С.* Добро пожаловать в пустыню Реального: пер. с англ. *А. Смирного*. – М.: Фонд «Прагматика культуры», 2002. – 160 с.
3. *Laclau E., Mouffe C.* Hegemony and socialist strategy. Towards a radical democratic politics. Second edition. – Verso, 2001. – 198 p.
4. *Sim S.* Post-Marxism. An intellectual history. – Routledge, 2000. – 197 p.

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.147:51

Т.Я. Бабий, Н.Г. Черноусова,
С.В. Лукичева, О.Н. Коваленко

О НЕКОТОРЫХ СРЕДСТВАХ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В статье рассматриваются возможности использования межпредметных связей в преподавании математики в техническом вузе, которые могут способствовать как формированию положительной мотивации студентов, так и ориентации их на решение профессиональных задач.

***Ключевые слова**: математическая подготовка инженера, компетентностный подход, межпредметные связи.*

T.Ya. Babiy, N.G. Chernousova,
S.V. Lukicheva, O.N. Kovalenko

ABOUT SOME IMPLEMENTATION MEANS OF THE COMPETENCE APPROACH IN MATHEMATICS TEACHING IN TECHNICAL HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

The possibilities of the interdisciplinary relation use in mathematics teaching in technical higher education institution that can facilitate both the student positive motivation formation and their orientation to the professional task solution are considered in the article.

Key words: engineer mathematical training, competence approach, interdisciplinary relations.

Введение. Переход на государственные образовательные стандарты третьего поколения меняет привычные ориентиры образования. Компетентностный подход к организации учебного процесса предполагает, что современный выпускник вуза должен не просто владеть определенным набором сведений из различных областей знания, а быть способным использовать их в процессе самостоятельного решения профессиональных задач.

Предметные связи математики с другими дисциплинами (физика, электротехника, информатика, аналитическая химия и др.) позволяют в качестве примеров рассматривать некоторые соответствующие этим связям задачи. А также появляется возможность их активного включения в индивидуальные задания для самостоятельной работы студентов.

Цель исследований. Формирование и апробирование комплекта профессионально ориентированных задач в курсе дисциплины «Математика». Реализация возможностей математических пакетов в контексте информатизации предметного поля дисциплины для студентов направлений технического профиля.

Материалы исследований и их обсуждение. Для того чтобы студенты смогли применять математические методы при изучении различных, в том числе и специальных, дисциплин, необходимо, помимо типовых математических задач в курсе математики, рассматривать и прикладные задачи. В процессе решения таких задач студенты приобретают навыки постановки задач и применения математического аппарата, выбора метода решения и анализа результатов. Разработка комплекта прикладных задач по всему курсу математики с учетом их сложности, по мнению авторов, должна являться одним из путей формирования содержания профессионально направленного обучения математике.

На первом этапе пути к достижению этой цели нам представляется особенно важным научить студентов видеть возможности применения математических методов, построения математической модели задачи, всестороннего ее исследования. В процессе анализа межпредметных связей авторами были сформированы классы профессионально ориентированных задач различного уровня сложности по основным разделам кур-

са математики: линейной алгебре, элементам математического анализа, дифференциальному исчислению и т.д. А также изучены возможности их решения с помощью современных компьютерных средств. Рассмотрим некоторые примеры таких задач.

В некоторой отрасли m заводов выпускают n видов продукции. Матрицы $A_{m\times n}$ и $B_{m\times n}$ задают объёмы продукции в первом и втором кварталах соответственно: $A=\begin{pmatrix}2&3&7\\1&2&2\\2&1&3\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}3&0&2\\2&4&1\\5&2&4\end{pmatrix}$, где a_{ij}, b_{iji} – объёмы продукции j-го типа на i-м заводе. Требуется найти прирост объёма производства во втором квартале по сравнению с первым по видам продукции и заводам.

Для начала обратим внимание на формулировку задачи. По сравнению с простым перечислением данных матрицы значительно выигрывают. Прирост объема производства во втором квартале по сравнению с первым определяется разностью матриц: $C=B-A=\begin{pmatrix}1&-3&-5\\1&2&-1\\3&1&1\end{pmatrix}$.

Отрицательные элементы c_{ij} матрицы С показывают, что на данном заводе i объём производства j-го продукта уменьшился, а положительные показывают, что он увеличился.

Данный пример иллюстрирует связь понятия матрицы с решением практической задачи. Но одна решенная задача не остается в памяти как типовая, необходимы систематизация и анализ таких задач. Можно предложить студентам рассмотреть несколько месяцев, кварталов, лет работы заводов. Да еще для случая, когда число заводов не равно числу видов продукции. А потом чуть изменить условие и уже потребуется найти прибыль и подсчитать убытки и т.д.

При изучении темы «Системы линейных уравнений» большая часть времени отводится методам их решения, а меньшая – их составлению. В то же время эта тема охватывает довольно широкий класс задач: задачи расчета смесей сложного состава, электрических цепей, межотраслевого баланса и т.д.

Для сдачи в эксплуатацию машиностроительного завода необходимо подвести электропитание в заводские цеха и установить типы электрооборудования, приведенные в таблице. Требуется определить количество введенных в эксплуатацию цехов.

Затраты на установку электрооборудования

Тип работ	Затраты времени на оборудование цеха одним типом электрооборудования, чел.-ч			Общие затраты рабочего времени, ч
	Цех обработки	Цех сборки мелких деталей	Цех сборки крупных узлов	
Установка розеток	5	6	5	48
Установка выключателей	3	2	4	26
Установка рубильников	3	4	5	34

Формализуем задачу, для этого определим переменные: пусть x, y, z – количество введенных в эксплуатацию цехов, обработки, сборки мелких деталей и крупных узлов соответственно. В условиях задачи эти переменные могут принимать только целые положительные значения. Составим систему линейных уравнений: $\begin{cases}5x+6y+5z=48\\3x+2y+4z=26\\x+4y+5z=34\end{cases}$.

Решим ее, используя возможности решения систем линейных уравнений MathCad:

$$A := \begin{pmatrix} 5 & 6 & 5 \\ 3 & 2 & 4 \\ 3 & 4 & 5 \end{pmatrix} \qquad B := \begin{pmatrix} 48 \\ 26 \\ 34 \end{pmatrix} \qquad \mathrm{lsolve}(A, B) = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

Полученное решение можно проанализировать: выяснить, является ли найденное решение единственным; рассмотреть влияние на него изменения данных таблицы и т.д. При изучении электротехники решаются задачи нахождения контурных токов электрических цепей. Например, необходимо рассчитать цепь, то есть определить токи во всех ее ветвях, если известно, что:

$$r_1 = 13\,OM, \quad r_2 = 21\,OM, \quad r_3 = 15\,OM, \quad r_4 = 8\,OM, \quad r_5 = 17\,OM, \quad r_6 = 11\,OM,$$
$$E1 = 5\,B, \quad E2 = 13\,B, \quad E3 = 9B, \quad E4 = -6\,B, \quad E5 = 12\,B, \quad E6 = -8\,B.$$

Используя законы Киргофа, составляют систему уравнений вида:

$$\begin{cases} I_1 r_1 + I_2 r_2 - I_4 r_4 = E_1 + E_2 - E_4 \\ I_4 r_4 - I_5 r_5 + I_6 r_6 = E_4 + E_5 - E_6 \\ -I_2 r_2 + I_3 r_3 - I_6 r_6 = -E_2 - E_3 + E_6 \\ I_1 + I_4 + I_5 = 0 \\ -I_1 + I_2 + I_3 = 0 \\ -I_3 - I_5 - I_6 = 0 \end{cases}.$$

Особенности этой системы состоят в форме ее записи. Сначала следует выяснить, что данная система линейна относительно переменных $I_1, I_2, \ldots I_6$. Рассмотрим решение полученной системы в математическом пакете MathCad. Введем исходные данные:

$$r1 := 13 \quad r2 := 21 \quad r3 := 15 \quad r4 := 8 \quad r5 := 17 \quad r6 := 11$$
$$E1 := 5 \quad E2 := 13 \quad E3 := 9 \quad E4 := -6 \quad E5 := 12 \quad E6 := -8.$$

Определим в общем виде матрицы переменных и свободных членов:

$$A := \begin{pmatrix} r1 & r2 & 0 & -r4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r4 & -r5 & r6 \\ 0 & -r2 & r3 & 0 & 0 & -r6 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & -1 & -1 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} E1 + E2 - E4 \\ E4 + E5 - E6 \\ -E2 - E3 + E6 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \mathrm{lsolve}(A, B) = \begin{pmatrix} 0.481 \\ 0.812 \\ -0.331 \\ -0.086 \\ -0.395 \\ 0.726 \end{pmatrix}.$$

При необходимости можно посмотреть значения элементов матриц A и B, используя знак равенства. Такой способ определения матриц позволяет, изменяя исходные данные, изучать влияние их на контурные токи в режиме компьютерного эксперимента.

Большой класс задач составляют задачи нахождения экстремума функции. Рассмотрим круглый лист жести радиуса R , который надо разрезать на два сектора, полученные секторы свернуть в конусы, а швы сварить. Необходимо, чтобы угол раскройки α обеспечил максимальный суммарный объем конусов. Имея

текстовую часть задачи, перейдем к ее математической постановке. По известной формуле $V=\frac{1}{3}\cdot\frac{R^3}{4\pi}\cdot\alpha^2\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\pi^2}}$ найдем суммарный объем конусов:

$$V=V(\alpha)=V_1+V_2=\frac{1}{3}\cdot\frac{R^3}{4\pi}\cdot\alpha^2\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\pi^2}}+\frac{1}{3}\cdot\frac{R^3}{4\pi}\cdot(2\pi-\alpha)^2\cdot\sqrt{1-\frac{(2\pi-\alpha)^2}{4\pi^2}}=$$

$$=\frac{1}{3}\cdot\frac{R^3}{4\pi}\cdot\left(\alpha^2\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\pi^2}}+(2\pi-\alpha)^2\cdot\sqrt{1-\frac{(2\pi-\alpha)^2}{4\pi^2}}\right).$$

На угол разумно наложить ограничения $0<\alpha\le\pi$. Определим объем как функцию угла α $V=V(\alpha)$:

$$V(\alpha):=\frac{1}{3}\cdot\frac{R^3}{4\cdot\pi}\cdot\left[\alpha^2\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\pi^2}}+(2\pi-\alpha)^2\cdot\sqrt{1-\frac{(2\pi-\alpha)^2}{4\pi^2}}\right].$$

Чтобы найти экстремум функции V, найдем ее производную по переменной α:

$$\frac{d}{d}V(\alpha)\rightarrow\frac{(2\cdot\alpha-4\cdot\pi)\cdot\sqrt{1-\frac{(\alpha-2\cdot\pi)^2}{4\cdot\pi^2}}+2\cdot\alpha\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\cdot\pi^2}}-\frac{\alpha^3}{4\cdot\pi^2\cdot\sqrt{1-\frac{\alpha^2}{4\cdot\pi^2}}}-\frac{(2\cdot\alpha-4\cdot\pi)\cdot(\alpha-2\cdot\pi)^2}{8\cdot\pi^2\cdot\sqrt{1-\frac{(\alpha-2\cdot\pi)^2}{4\cdot\pi^2}}}}{12\cdot\pi}$$

Выражение получилось не самым простым. Попробуем решить уравнение $V'(\alpha)=0$ с помощью вычислительного блока Given-Find, что в свою очередь потребует предварительного построения графика функции и определения начального значения переменной:

$$\alpha:=2$$

Given

$$\frac{d}{d}V(\alpha)=0$$

$$\mathrm{Find}(\alpha)=2.03584$$

Возможности MathCad позволяют внутри вычислительного блока записать уравнение в виде $f(x)=0$ при условии предварительного определения функции. Функция $V(\alpha)$ достигает своего максимума при α=2,03584. Наличие максимума функции можно проверить, определив знак второй производной:

$$V2(\alpha) := \frac{d^2}{d^2}V(\alpha) \qquad V2(2.03584) = -0.022$$

Сделаем дополнительную проверку полученного результата:

$$V(2.03584) = 0.45664059 \qquad V(2) = 0.45662604 \qquad V(2.022) = 0.45663847$$

Переведя полученный результат в градусы, получаем $\alpha = 116{,}704^\circ$. Суммарный объем воронок при этом будет равен $V(2.03584) = 0.45664059$. Вычисления были проведены для случая R=1. На базе рассмотренной задачи можно сформулировать еще несколько подобных задач:

1. Жестяные пластины, как правило, имеют прямоугольную форму. Каким должен быть радиус круга R, чтобы отходы от его вырезания были наименьшими при заданных размерах пластины?

2. Каким должен быть радиус круга R, чтобы суммарный объем конусов был равен заданному объему V? И т.д.

В данной задаче имеется только один параметр и только один критерий качества. Большинство же практических задач требуют улучшения нескольких параметров по нескольким критериям качества. Особенную ценность решения заданий такого типа представляет возможность развития у студентов творческого подхода к анализу задачи и ее решению.

Обучение – процесс двусторонний. Этот процесс будет эффективным только тогда, когда в нем заинтересованы обе его стороны: и студент, и преподаватель. Поддерживать этот двусторонний интерес, формировать мотивацию учебно-познавательной деятельности, которая сама по себе, как правило, не возникает, должен преподаватель. Как показывают исследования, все известные методики формирования мотивации обладают индивидуально-личностным эффектом и действием [3]. Понимая это, но работая с группой студентов, мы предлагаем каждому студенту выбрать свой индивидуальный режим работы. Это означает, что студент должен взять на себя ответственность и в соответствии со своей базовой школьной подготовкой, оценивая свои возможности, способности, перспективы, интересы, усилия, которые он предполагает приложить для изучения того или иного материала, чтобы добиться запланированного результата, выбрать уровень сложности изучения материала. Например, время, отведенное на изучение темы, можно потратить только на то, чтобы научиться решать типовые задачи – это задачи репродуктивного характера на узнавание изучаемых объектов, воспроизведение определений, правил, методов решения [1]. Такие задачи относятся к заданиям первого уровня сложности, решения подобных задач подробно рассматриваются на практических занятиях. Успешно освоив этот уровень, студент может претендовать на оценку «удовлетворительно». Управленческая задача преподавателя на этом этапе обучения – корректировать процесс изучения темы в соответствии с выявленным уровнем математической подготовки студентов [3], контролировать полученные результаты. Если за время, отведенное на изучение темы, студент успевает разобраться не только с типовыми задачами, но и с более сложными заданиями смешанного репродуктивно-продуктивного характера [1], заданиями на воспроизведение изученных ранее способов решения, требующих проявления инициативности и самостоятельности, при применении знаний в новой ситуации, представления исходной задачи в виде последовательности типовых задач или комбинирования известных методов для ее решения он может претендовать на оценку «хорошо». Это задания второго уровня сложности. Умение решать такие задачи способствует приобретению и накоплению личного опыта, формированию учебных и профессиональных компетенций. Деятельность преподавателя на этом этапе обучения принимает в большей мере консультативный характер. Попутно решается проблема контроля самостоятельности выполнения заданий.

Возможен и третий уровень освоения материала, самый трудозатратный для всех его участников. Задания третьего уровня сложности представляют собой творческие задания, требующие проявления высшего уровня самостоятельности: это либо задания повышенной сложности, либо задания, связанные с будущей специальностью. Умение решать такие задачи соответствует оценке «отлично». Заметим сразу, лишь немногие студенты добираются до этого уровня.

Математические пакеты все активнее внедряются в учебный процесс, а компьютерные технологии становятся обязательной частью математического и профессионального образования. Использование ком-

пьютера сдвигает акценты в математической подготовке студентов. Становится недостаточным владеть математическими методами в режиме «ручных вычислений». Появляется необходимость понимания основных математических понятий и связей, а также использования математических пакетов для решения как математических, так и профессиональных задач. Работа с математическими пакетами требует усиленной фундаментальной математической подготовки, заставляет студента грамотно формулировать практическую задачу, составлять математическую модель, дает возможность решать эту задачу несколькими методами, интерпретировать результат решения на языке реальной ситуации, а также проверять соответствие полученных и опытных данных. Вместе с тем использование математических пакетов меняет традиционный подход к проведению практических занятий по математике. Часть практических занятий можно посвящать решению типовых задач на доске, а другую часть переносить в компьютерные классы. В условиях реализации новых образовательных стандартов несколько изменяется роль преподавателя. Он становится координатором и организатором процесса реализации студентами своих индивидуальных возможностей.

Заключение. Проведенное исследование позволило получить следующие результаты:

1) выработана и апробирована динамическая структура банка дидактических заданий по математике с учетом междисциплинарных связей;

2) разработана схема формирования индивидуальной образовательной траектории студента с учетом его стартовых знаний по дисциплине.

Авторы в своей работе рассмотрели некоторые возможности организации компетентностного подхода к обучению математике студентов технического вуза, что способствует формированию положительной мотивации, ориентирует студентов на решение профессиональных задач и дает возможность построения индивидуальной образовательной траектории для каждого студента с учетом его успешности в личностной и профессиональной деятельности. Предлагаемый подход к преподаванию математики был апробирован нами в Сибирском государственном технологическом университете на следующих факультетах: лесоинженерном, переработки природных соединений, механическом, автоматизации и информационных технологий для некоторых направлений специальностей инженерного и химического профилей. Работа еще не закончена, но некоторые результаты уже были представлены на научно-практических конференциях [5,7].

Литература

1. *Беспалько В.П.* Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 191 с.
2. *Зимняя И.А.* Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия. – М., 2004. – 42 с.
3. *Хуторской А.В.* Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированной парадигмы образования // Народное образование. – 2003. – № 5. – С. 58–64.
4. *Скатецкий В.Г., Свиридов Д.В., Яшкин В.И.* Математические методы в химии. – Минск:ТетраСистемс, 2006. – 368 с.
5. Высшая математика: учеб. пособие /*Т.Я. Бабий, Г.К. Балуева, Т.В. Стабурова* [и др.]. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2004. – 68 с.
6. *Бабий Т.Я., Балуева Г.К., Черноусова Н.Г.* О формировании индивидуальных образовательных траекторий в курсе высшей математики // Мат-лы VI всесибир. конгр. женщин-математиков. – Красноярск, 2008. – С. 36–38.
7. *Черноусова Н.Г., Бабий Т.Я., Балуева Г.К.* Об использовании междисциплинарных связей в организации самостоятельной работы студентов технического вуза при изучении курса высшей математики // Современные технологии в российской системе образования: мат-лы VIII всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2010. – С. 203–206.

УДК 378.147:91

А.Н. Новиков, М.С. Новикова

ОБЪЕДИНЕНИЕ УНИВЕРСИТЕТОВ: СУДЬБА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье рассмотрены классический и педагогический варианты географического университетского образования, которые имеют принципиальные отличия по прикладной направленности знаний выпускников и сфере их дальнейшей профессиональной самореализации.

***Ключевые слова**: географическое образование, педагогическое образование, классическое образование, учитель географии, самоидентификация, методика географии, теория географии.*

A.N. Novikov, M.S. Novikova

UNIVERSITY INTEGRATION: THE DESTINY OF PEDAGOGICAL GEOGRAPHICAL EDUCATION

The classical and pedagogical variants of the geographical university education that have fundamental differences on the applied orientation of graduate knowledge and the sphere of their further professional self-realization are considered in the article.

Key words: *geographical education, pedagogical education, classical education, teacher of geography, self-identification, geography methodology, geography theory.*

Актуальность темы. Главная проблема географического образования в педагогическом вузе – это отсутствие четкой формулировки его специфики, отличие от классического географического образования. Эта проблема касается не только географического профиля, но и всего направления педагогического образования. Это одна из причин наблюдаемой сегодня масштабной компании, развернутой в нашей стране по ликвидации педагогических вузов путем объединения их с классическими или техническими университетами.

Не обошел этот процесс и Забайкальский край. Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический университет имени Н.Г. Чернышевского – старейший вуз Забайкалья, образованный в 1938 году, 1 ноября 2012 года был присоединен к Забайкальскому государственному университету (ЗабГУ), который начал свою историю в 1974 году как технический институт.

Педагогическая общественность в масштабе страны не выделила специфику и социальную необходимость педагогического университетского образования, аргументированно не обосновала отличие его от классического университетского образования. В настоящее время эта проблема решается за счет внедрения компетентностного подхода. Смысл его в четкой формулировке перечня компетенций будущего педагога-географа и будущего ученого-географа.

Постановка проблемы. Качественное отличие педагогического географического образования от классического заключается в направленности его прикладного характера. Студенты должны не просто иметь знания по географии выше школьного уровня, но и уметь подбирать для каждой темы урока оптимальные методы преподавания, которые бы позволяли обеспечить максимально высокое качество усвоения материала учащимися средней школы. Например, если представить все предметы, которые преподают на кафедре географии, теории и методики преподавания географии (ГТиМОГ) ЗабГУ, в виде пирамиды, то по значению в обучении студента на вершине окажется дисциплина «Теория и методика обучения географии». Именно изучение этой дисциплины в сочетании с педагогической практикой выводит студентов на качественно новый уровень [1]. Географические дисциплины – это средняя часть пирамиды, а вот в основании лежат такие науки, как химия, физика, экономика, геология, биология. Педагогические дисциплины, представленные на каждом уровне, имеют свою иерархию. Превратить педагогическое образование в дополнительное к классическому и предать ему подчиненный характер – это изначально неверная установка.

Цель исследований. Проанализировать вопросы содержания и реализации педагогического образования в условиях реформы сокращения педагогических университетов (на примере географического образования).

Материалы исследований и их обсуждение. *Особенности реализации университетского педагогического образования.* К сожалению, не все преподаватели кафедры ГТиМОГ ЗабГУ осознают специфику именно педагогического географического образования. Здесь долгое время имела место подмена понятий, что вводило в заблуждение студентов, которые идентифицировали себя как будущие «географы», а не как «учителя географии». Различия в этих понятиях приходилось специально объяснять учащимся, причем в данном заблуждении они часто прибывали до выпускного курса, до завершения выпускной квалификационной работы (ВКР) [1]. Тематика ВКР по кафедре в прошлые годы не отражала педагогической специфики географического образования. Она соответствовала классическому географическому образованию. В качестве тем выбирались частные географические проблемы, а не проблемы преподавания отдельных вопросов

географии в средней школе. Однако в последние годы направленность работ изменилась, что выражается чаще в виде педагогического блока ВКР. Он посвящен проблемам преподавания рассматриваемой в ВКР географической темы в школьном курсе, но это не меняет название работ, которые так и не отражают педагогической специфики. Да и сам педагогический блок занимает 10–20 % от объема ВКР, а по содержанию больше напоминает приложение. Педагогическая тематика не находит места в первой теоретической главе. Студенты не задумываются о теории обучения географии.

Необходимо помнить, что темы ВКР вписываются в приложение диплома и у выпускника могут возникнуть сложности при трудоустройстве; тема должна отражать педагогическую квалификацию.

Не все преподаватели специальных географических дисциплин интересуются развитием педагогики средней школы, им тяжело адаптировать свой предмет к вопросам его преподавания, поэтому они предлагают студентам темы непедагогического содержания, а у студентов формируется искаженное представление о своей будущей квалификации.

Современная система университетского образования позволяет каждому студенту во время обучения моделировать индивидуальную траекторию обучения, изменять её, и изменять представление о своей будущей квалификации. Такая гибкость достигается за счет многоуровневой системы (бакалавриат, магистратура, аспирантура и докторантура) и элективных курсов. Студентам первого курса необходимо вычитывать курс лекций по проблемам моделирования их личной траектории образования, в рамках которой освещать основные (возможные) образовательные стратегии. Современные студенты имеют возможность, переходя с одной ступени образования на другую, менять не только профили, но и направления. В этих условиях важно помочь человеку сохранить преемственность в образовании, особенно когда меняется педагогическое направление на непедагогическое, например, переход на такие направления, как психология, социология, менеджмент, которые получили развитие в университете. Переход на психологию должен сопровождаться переключением на вопросы поведенческой географии, на социологию – социальной, а на менеджмент – управленческой или менеджмента в системе образования. Смена направления должна давать студенту возможность приобрести уникальный набор компетенций и получить дополнительные конкурентные преимущества на рынке труда за счет уникальной специализации.

Однако в интересах кафедры сохранение устойчивого воспроизводства педагогов-географов и географов-исследователей. Если на подготовку первых направлен образовательный процесс, то подготовкой вторых кафедра не занимается, так как имеет педагогический, а не классический профиль.

Выпускники педагогического университета профиля «Географическое образование» не могут по глубине своих географических знаний конкурировать с выпускниками классических университетов. Если первых готовят для работы в средних школах, то вторых для научно-исследовательских институтов и географических исследований.

Необходимо отметить, что не все учителя, имеющие большой опыт работы в школе, осознают специфику выпускника педагогического университета по профилю «география» и перечень необходимых для него компетенций. В будущем процесс обучения на кафедре ГТиМОГ ЗабГУ должен перейти на принципиально новую концептуальную основу компетентностного подхода.

В рамках мероприятий «Дни карьеры» кафедрами совместно с ректоратом университета было проведено социологическое исследование, в ходе которого приглашенным на мероприятия учителям города Читы и Забайкальского края было предложено оценить компетентность студентов-практикантов старших курсов университета. Учителя должны были проанализировать структуру компетенций приходящих в школу молодых учителей. В анкетах нужно было назвать те компетенции, которые отсутствуют у будущих учителей и которые серьезно снижают качество обучения в школе. Учителя, большая часть из которых имеют большой педагогический стаж, не смогли правильно сформулировать необходимые компетенции и раскрыть их содержание. Объяснить неудовлетворительные результаты можно отсутствием современных знаний у учителей о таких понятиях, как компетенция, компетентность и рефлексия. Прежде чем организовывать подобное социологическое исследование, нужно было провести теоретико-методологический семинар для учителей по проблемам компетентности современного преподавателя средней школы.

Работа над новым учебным планом и новыми учебными программами третьего поколения, которые ориентированы на формирование у студентов конкретных компетенций, заставили преподавателей переосмыслить базовые принципы и специфику педагогического географического образования в университете, роль и место преподавателя географии в средней школе. Список специальных компетенций вынуждены вырабатывать преподаватели высшей школы, так как учителя с этой задачей не справились. Почти все университетские преподаватели не работают в школьной системе образования и знают ее проблемы.

В новом учебном плане наряду с традиционными предметами появились и новые дисциплины, которые направлены на формирование новых компетенций, необходимых современному учителю географии.

Современных учителей при помощи системы грантов и аттестации приучают к занятию научно-исследовательской работой. Современное педагогическое географическое образование вынуждено заимствовать элементы классического географического образования. Происходит сближение их содержаний. В

новом учебном плане стандарта третьего поколения нами были введены такие дисциплины, как история и теория географической науки, методология географической науки, актуальные проблемы географии, выпускные квалификационные работы.

Некоторые традиционные для педагогического географического образования дисциплины должны получить принципиально новые подходы обучения, что связано не столько с использованием новых технических средств, сколько с целями обучения и перераспределением нагрузки между аудиторной и самостоятельной работой в пользу последней.

Переход на стандарты нового поколения заставил переосмыслить опыт преподавания дисциплин, увидеть ущербность и нерациональность существовавших подходов преподавания традиционных дисциплин. Например, при разработке традиционной для кафедры дисциплины «Краеведение и туризм», исходя из современных требований к преподавателю географии в средней школе, пришлось пересмотреть содержание дисциплины.

Главной ошибкой в преподавании курса «Краеведение и туризм» была попытка его школьного моделирования. Преподаватели выводили студентов на экскурсии, что, конечно, требовало много времени, читали лекции о туристско-рекреационном потенциале, которые во многом дублировали материал курса «География Забайкалья».

После переработки в соответствии со стандартом третьего поколения курс стал называться «Организация туристской и краеведческой работы». Он должен сформировать специальные компетенции управленческого характера. О природном и социально-культурном своеобразии Забайкальского края, его туристско-рекреационном потенциале студенты узнают из других курсов географии. Основная задача курса «Организация туристской и краеведческой работы» сформировать компетенции менеджера в образовании, который может организовать детей, составить план исследований, детально продумать и решить материально-технические вопросы. Кроме того, в курсе предполагается изучение вопросов психологии: поведения в экстремальных ситуациях, психологические игры на сплочение коллектива, психология общения с людьми в группе туристов, взаимодействие с местными жителями в ходе сбора краеведческого материала.

Будущий педагог должен знать вопросы законодательства туристско-краеведческой работы, уметь правильно оформить результаты исследований. Часто преподаватели и студенты не видят принципиальной разницы между научной экспедицией и туристическим подходом.

Походов, названных по ошибке «экспедициями», преподавателями кафедры ГТиМОГ ЗабГУ совершено огромное количество, однако научных, правильно оформленных отчетов в виде статей и монографий, нет. Статьи в краевых и городских газетах не могут считаться в качестве таковых. Хотя популяризация научных знаний чрезвычайно важна, но это своеобразная научная оболочка, которая предполагает наличие научного ядра в виде серьезных научных исследований. Оболочка выступает посредником между наукой и широким кругом читателей, позволяет им в адаптированной форме узнать о научных открытиях. Для кафедры характерно наличие «безъядерной оболочки».

Новый курс вызывает критику со стороны преподавателей в связи с малым количестве лекционных часов и большой долей самостоятельной работы, которая занимает в новом плане 60 % учебного цикла. Критику можно понять, так как отведенные 16 ч на лекции и 28 ч на семинарские занятия – это очень мало для овладения знаниями и привития практических навыков. Но ведь эти часы и не предназначены для походов и тренировок по установке палатки, разведению костра и т.д. Самостоятельная работа студентов занимает 64 ч. Именно это время должно тратиться на практические занятия по туристическому делу. В ЗабГУ есть условия для реализации самостоятельной работы. Студенческий туристический клуб «ЯРиН» успешно работает и привлекает студентов различных факультетов.

Проблема преподавания курса «Краеведение и туризм» находила критику со стороны ведущих преподавателей. Ежегодно при распределении учебной нагрузки дисциплина доставалась тому преподавателю, которому заведующий не мог набрать нужное количество часов до выделенной квоты. Каждый год дисциплина передавалась от одного преподавателю к другому. Данный факт имел отрицательные последствия. Преподаватели не считали нужным модернизировать программы, приводить их в соответствие с новыми требованиями подготовки, не проводили научные исследования в области теории экскурсоведения, музееведения, краеведения. На кафедре нет ни одного собственного учебного пособия по этой дисциплине. Хотя, справедливо отметим, что заинтересованность туристско-краеведческой тематикой у студентов кафедры традиционно высокая. Причем, многие выпускники продолжили свои исследования на уровне написания кандидатских диссертаций. Однако главная задача кафедры выпустить не единицы талантливых географов-исследователей туризма, а десятки способных к организации детской туристско-краеведческой работы преподавателей школ. Поэтому перечень специальных компетенций должен отражать потребности школ.

Для формулировки компетенций преподавателя географии средней школы авторами была проанализирована деятельность выпускника кафедры 1986 года, работающего в настоящее время учителем географии и директором средней школы пос. Нагорный (Нерчинский район Забайкальского края), кандидата педагогических наук А.В. Филинова. Успешный опыт организации научных исследований, оформление результа-

тов в виде экспозиций школьного краеведческого музея, краеведческой библиотеки и краеведческого архива. Анализ активной творческой позиции А.В. Филинова, его успехи как педагога и менеджера были взяты за основу формирования структуры компетенций курса «Организация туристской и краеведческой работы». Александр Викторович Филинов проводит мастер-классы для студентов, обучающихся по профилю «Географическое образование». Его ученики ежегодно пополняют ряды студентов кафедры.

Послевузовское обучение выпускников-педагогов в непедагогической аспирантуре. Исходя из того, что в Забайкальском крае нет классического географического образования, а потребность в географах-исследователях есть, некоторых своих выпускников-специалистов кафедра в течение нескольких лет направляет для обучения в аспирантуру Института природных ресурсов, экологии и криологии (ИПРЭК) СО РАН (до 2004 года Читинский институт природных ресурсов).

Подготовкой будущих кандидатов географических наук из педагогов занимался профессор Алексей Александрович Недешев (1922–1999 гг.), который хорошо знал специфику географов-педагогов, так как преподавал долгое время в нашем педагогическом институте до преобразования его в университет.

Методика работы профессора А.А. Недешева заключалась в первоначальном повышении уровня подготовки учителя географии до уровня выпускника классического университета. А.А. Недешев начинал работать со своими будущими аспирантами ещё во время обучения их на 4–5 курсах. По выражению Алексея Александровича, «выпускники педагогического университета были ему особенно интересны, тем, что много не знают в географии». Профессора привлекало отсутствие стереотипов восприятия географической реальности у выпускников-педагогов, которые имеются у выпускников-географов классических университетов. Уровень научной культуры у своих аспирантов профессор А.А. Недешев повышал за несколько месяцев и делал это осторожно, не навязывая готового видения проблемы, пытаясь развить имеющуюся у аспиранта индивидуальную оригинальность восприятия.

Выпускники классических университетов воспринимают географическую реальность в формате изученных концепций и теорий, чего нет у выпускников-педагогов. Педагоги всегда имели скромные знания по теории и методологии географии, то есть знания теорий, концепций, учений, методов. В плане знаний описательной (справочно-энциклопедической) географии студенты педагогической специальности почти не уступают студентам классических университетов.

Доктор географических наук А.А. Недешев опытным путем выявил необходимый перечень компетенций, который нужно было сформировать у аспиранта – выпускника педагогического вуза, чтобы сделать из него классического географа.

Перспективы педагогического университетского образования в Забайкальском государственном университете. В условиях объединения в единый Забайкальский государственный университет существуют три варианта трансформации педагогического географического образования.

Во-первых, оно может стать классическим географическим. Конечно, при объединении кадрового потенциала двух университетов это будет возможно. Хотя, существует вопрос о целесообразности такой трансформации. Выпускники-географы классических университетов больших городов (Москва, Санкт-Петербург, Иркутск) трудоустраиваются в их многочисленных научных центрах. В Чите ИПРЭК СО РАН является единственным научным институтом, который не сможет трудоустроить всех выпускников классического университета. Основным работодателем должна оставаться средняя школа.

Во-вторых, даже в формате классического университета можно сохранить педагогическое направление географического образования и его специфику.

В-третьих, возможно совмещение двух видов географического образования на основе классического образования. Конечно, в данном случае педагогическая составляющая не будет иметь приоритета. На наш взгляд, это наиболее вероятный вариант развития географического университетского образования в Забайкальском крае.

Литература

1. *Алаев Э.Б.* Социально-экономическая география: понятийно-терминологический словарь. – М.: Мысль, 1983. – 350 с.

УДК 378.02

О.А. Шушерина, С.А. Черепанова

ФОРМИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА»

В статье обоснована актуальность формирования исследовательской компетенции студента, построена содержательно-структурная модель процесса, описан опыт реализации модели для бакалавров-технологов, сделан вывод о взаимосвязи математической и исследовательской компетенций.

***Ключевые слова**: компетенция, исследовательская компетенция студента, исследовательские умения, бакалавр направления подготовки «технология производства», модель формирования исследовательской компетенции студента.*

O.A. Shusherina, S.A. Cherepanova

THE RESEARCH COMPETENCE FORMATION OF BACHELORS OF THE «PROCESSING TECHNOLOGY» EDUCATION DIRECTIONS

The relevance of the student research competence formation is substantiated, the content-structural model of the process is developed, the experience of the model realization for bachelors-technologists is described, the conclusion on the mathematical and research competence interrelation is drawn.

Key words: competence, student research competence, research skills, bachelor of “processing technology” education direction, student research competence formation model.

Введение. В Федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по технологическим направлениям подготовки (технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции, биотехнология, технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, химическая технология, агроэкологические и другие технологии) признается приоритетной способность специалиста решать профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности. В *области научно-исследовательской деятельности* выпускник вуза (бакалавр) по направлению «Технология производства» должен уметь:

- применять современные методы исследования в области производства и переработки продукции;
- изучать, анализировать и критически осмысливать отечественную и зарубежную информацию в области производства и переработки продукции;
- проводить лабораторный анализ и испытания изделий и процессов;
- планировать эксперимент, обобщать, статистически обрабатывать результаты экспериментов;
- представлять полученные результаты и анализировать их;
- обоснованно формулировать выводы и предложения;
- использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области [1].

Включение студентов в процесс овладения исследовательскими умениями и навыками – важная задача современного высшего профессионального образования. Если дать студенту комплекс профессионально значимых знаний, умений и научить проводить исследования, интерпретировать их, обрабатывать, анализировать, то он будет стремиться действовать также и в будущей профессиональной деятельности в области технологии производства. Это позволит вырастить новое поколение специалистов, ориентированных на потребности инновационной экономики России [2]. Поэтому в условиях перехода на федеральные государственные образовательные стандарты перед педагогами вуза, практиками в области технологии производства стоит задача обучения студентов способам получения, переработки научной информации путём самостоятельной исследовательской практики. Это значит, что необходимо формирование исследовательской компетенции студентов.

Поставленная задача значима как для студента, так и для педагога. Исследовательская компетенция любого специалиста, являясь составной частью профессиональной компетентности, обеспечивает ее эффективность. Начальный этап пути формирования исследовательской компетенции осуществляется в процессе обучения студента в вузе, когда закладываются её основы. В полной мере эта компетенция формируется в магистратуре, в системе послевузовского образования (в аспирантуре, при подготовке к защите диссертации). Определенный этап своего дальнейшего развития исследовательская компетенция специалиста получает в процессе профессиональной деятельности. Такой путь будет успешным, если был удачным период формирования исследовательской компетенции студента при обучении в вузе.

Для педагогов вуза задача формирования исследовательской компетенции студентов связана с осознанием ими необходимости этого процесса, разработки его педагогического обеспечения, средств оценки сформированности компетенции с учетом перехода на федеральные государственные образовательные стандарты. Но, чтобы развивать исследовательские способности студентов, формировать у будущего бакалавра готовность и способность к исследовательской деятельности, современному преподавателю вуза нужно уметь самому принимать нестандартные решения, активно участвовать в инновационных исследовательских работах.

Однако объективной необходимости подготовки профессиональных кадров в области технологии производства, владеющих исследовательскими умениями в профессиональной деятельности в соответствии с потребностями современного рынка труда, соответствует недостаточная ориентированность вузов на подготовку студентов-технологов к исследовательской деятельности как неотъемлемой характеристики результативного выполнения ими будущих профессиональных действий.

Цель исследований. Обосновать, разработать и реализовать пути и методы формирования исследовательской компетенции будущего бакалавра технологии производства в процессе профессиональной подготовки в вузе.

Задачи исследований:

- установить содержание понятия «исследовательская компетенция»;
- выявить содержание и структуру исследовательской компетенции студента вуза и охарактеризовать (описать) уровни ее проявления в процессе профессиональной подготовки;
- предложить модель формирования исследовательской компетенции студента вуза и апробировать ее в условиях учебного процесса для конкретного направления профессиональной подготовки бакалавра.

Основное внимание авторов статьи уделено установлению содержания и структуры исследовательской компетенции студента вуза, построению модели формирования его исследовательской компетенции, описанию опыта реализации модели по направлению подготовки «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств» в процессе изучения математических дисциплин.

Материалы и методы исследований. Научно-педагогический контент-анализ понятия «исследовательская компетенция»; системно-структурный анализ нормативно-программной документации, образовательного процесса и продуктов учебно-профессиональной деятельности студентов различных направлений бакалавриата; педагогическое моделирование.

Результаты исследований и их обсуждение. Обратимся к сложному понятию «исследовательская компетенция», которое является синтезом ключевых понятий «компетенция» и «исследование». В настоящее время существует многообразие подходов к определению сущности компетенции. Компетенция – это не просто знания, умения и навыки, которыми должен обладать образованный человек, это более глубокое понятие, характеризующее его личное отношение к объекту, путь, по которому он пришел к результату [3]. Компетенция определяет круг задач, обязанностей, предназначений, которые должны решаться. В данной статье мы придерживаемся определения понятия «*компетенция*» как «совокупности взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов и необходимых для качественной продуктивной деятельности по отношению к ним» [4, с. 141].

Понятие «*исследование*» трактуется в словарях как процесс поиска неизвестного, выработки (формирования) новых знаний, один из видов познавательной деятельности; как творческий процесс изучения объекта или явления с определенной целью, но с изначально неизвестным результатом. При этом отмечается, что основным критерием исследовательской работы является получение объективно новых знаний.

Многие ученые-педагоги считают, что исследовательская компетенция – это совокупность знаний и умений, необходимых для осуществления исследовательской деятельности (Э.Ф. Зеер, Н.Ф. Талызина, О.Н. Шахматова, А.И. Щербаков и др.). В широком понимании *исследовательские умения* включают в себя видение проблемы, выдвижение гипотез, определение понятий и планирования деятельности, анализ информации, а также выбор наилучших методов для осуществления эксперимента с правильным умозаключением, презентацию результатов исследования.

А.В. Хуторской под *исследовательской компетенцией* рассматривает знания как результат познавательной деятельности человека в определённой области науки, методы и методики исследования, которыми он должен овладеть, чтобы осуществлять исследовательскую деятельность, а также мотивацию и позицию исследователя, его ценностные ориентации [5].

Анализ контекстов и интерпретаций содержания понятий «компетенция» и «исследование» позволили уточнить содержание **исследовательской компетенции** как совокупности *знаний* в определенной области; *умений* изучать объект или явления с целью получить объективно новые знания; *способов деятельности* с заранее неизвестным результатом; *творческой способности* применять эти знания и умения в качественной продуктивной деятельности и *мотивации* исследователя.

Каждый вид профессиональной деятельности (например, в области технологии производства – производственно-технологическая, организационно-управленческая, научно-исследовательская, проектно-конструкторская) характеризуется наличием исследовательской составляющей, представленной *совокупностью исследовательских умений*.

На основе анализа научно-исследовательской литературы, опроса практикующих инженеров-технологов, профессорско-преподавательского состава, участвующего в профессиональной подготовке инженеров и технологов профиля «Лесоинженерное дело и технология деревообработки», уточнены основные исследовательские умения:

- поиск информации по полученному заданию;
- анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности (леса, древесины, изделий, технологических процессов) с применением определенных методов и средств исследований;
- оценка, интерпретация полученных результатов и обоснование выводов;
- создание теоретических основ и моделей для прогнозирования лесозаготовок, транспорта, процессов переработки древесины, относящихся к области профессиональной деятельности;
- подготовка информационных обзоров, аналитических отчетов;
- проведение статистических обследований, опросов, анкетирования, первичная обработка их результатов и другое.

В своем исследовании мы следуем точке зрения ученых-педагогов, которые считают, что каждая компетенция обучающегося имеет сложную структуру. В нашем понимании исследовательская компетенция студента включает в себя следующие компоненты:

- *когнитивный* – совокупность знаний и понятий, которые составляют основу исследовательской деятельности студента и необходимы ему для формулирования и решения исследовательских задач;
- *технологический* – умение студента выполнять действия, предназначенные для решения исследовательских профессионально направленных задач в процессе учебной деятельности (строить и проверять гипотезы, быть чувствительным к противоречиям, критически оценивать полученные результаты);
- *мотивационный* – личностные качества студента, которые характеризуют его отношение к исследовательской деятельности, и смысл, который имеет исследовательская деятельность для студента.

Первые два компонента – это потенциал компетенции, а третий определяет степень его реализации в практической деятельности [6]. Названные компоненты служат в своем роде критериальными, отличительными признаками сформированности исследовательской компетенции студента, а степень выраженности критериев определяет уровни сформированности исследовательской компетенции студента.

Охарактеризуем уровни проявления исследовательской компетенции студента в процессе профессиональной подготовки, которые задают «путь», направление ее формирования: «базовый уровень», «учебно-исследовательский уровень», «научно-исследовательский уровень».

Базовый уровень (фрагментарный) проявления исследовательской компетенции студента связан с включением его в исследовательскую деятельность, инициируемую преподавателем. Это освоение исследовательских умений: уяснение и осознанное освоение умений и навыков работы со справочной литературой, способность анализировать данные, видеть структуру найденного материала, систематизировать материал, определить цели и задачи исследования, сравнивать, сопоставлять, оценивать свои действия, анализировать полученный результат и другие.

На учебно-исследовательском уровне (ситуационном) развития исследовательской компетенции студента уже отчетливее обнаруживаются исследовательские умения и навыки студента в деятельности, которая осуществляется под руководством преподавателя, в том, чтобы сформулировать гипотезу, поставить задачу, проанализировать имеющуюся информацию и условия, выбрать методы, спланировать эксперимент, анализировать проделанную работу с целью выявления наиболее существенных ее результатов и другие.

Научно-исследовательский уровень (творческий) сформированности исследовательской компетенции студента характеризуется его активной относительно самостоятельной исследовательской деятельностью, которая обеспечивается необходимыми умениями и навыками: увидеть и сформулировать проблему, формулировать обобщающие выводы в соответствии с поставленными целями, задачами и результатами их выполнения, оценить результаты исследования с точки зрения их достоверности и практической значимости и другие.

Мы рассматриваем формирование исследовательской компетенции бакалавров направлений подготовки «технология производства» как целенаправленный процесс создания организационно-педагогических условий, базирующихся на следующем *концептуальном положении*: исследовательская компетенция студента вуза развивается в направлении от актуализации потенциала компетенции в процессе освоения каждой учебной дисциплины до проявления исследовательских умений и навыков в профессионально ориентированной деятельности. Это значит, что исследовательские умения должны начать формироваться у бакалавра и достичь достаточно высокого творческого уровня своего развития у магистра.

В Сибирском государственном технологическом университете и его Лесосибирском филиале наработан богатый опыт формирования в процессе обучения математики исследовательской компетенции студентов – будущих бакалавров по направлению подготовки «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств». Математика является важной составляющей фундаментальной подготовки бакалавра направлений подготовки «Технология производства» и необходима в практической деятельности и в научных исследованиях. Объем математической подготовки (дисциплины «Математика», «Моделирование и оптимизация процессов», «Методы и средства научных исследований») бакалавров-технологов составляет 16–18 % от общей трудоемкости основной образовательной программы. Многообразие математических дисциплин дает возможность будущему технологу производства расширить и углубить знания, умения и навыки, позволяет ему получить такие компетенции, которые будут способствовать успешной профессиональной деятельности и/или продолжению профессионального образования в магистратуре. При этом мы убеждены, что *математика обладает значительными потенциальными возможностями в развитии профессионально значимых качеств личности будущего специалиста* [7, 8]. Все сказанное позволяет актуализировать проблему поиска путей и условий формирования исследовательской компетенции студента вуза, будущего технолога.

В процессе обучения студента математическим дисциплинам можно формировать разнообразные *исследовательские умения*: формулировать проблему; ставить цели и задачи исследования; выдвигать гипотезы; владеть навыками работы с различной информацией; анализировать, систематизировать, оценивать; уметь выделять главное; обосновывать выводы; использовать современные компьютерные средства для обработки данных; логически верно, аргументированно и ясно описать процесс действий; представлять результаты исследования в виде реферата, доклада, статьи и т.д.

Организация образовательного процесса по математике в целях включения студента в исследовательскую деятельность может начаться уже на первых занятиях, когда студенты знакомятся с основными понятиями, учатся выбирать из множества адекватные методы решения, учитывая наличные условия. Сначала ставится педагогическая задача ориентирования студентов на овладение базовыми исследовательскими умениями:

- сформулировать задачу (известны исходные данные, метод решения, надо установить результат; и обратная задача – известны метод решения и результат, но необходимо найти исходные данные);
- проанализировать имеющуюся информацию (задачи на выявление полноты условий – недоопределенных и переопределенных, то есть на необходимые и достаточные условия);
- выбрать методы решения (известные исходные данные и желаемый результат, а метод решения нужно указать или разработать самому студенту).

Интересным является предложение С.Н. Лукашенко использовать «метод контрпримеров» для установления или опровержения истинности какого-либо утверждения [9], поскольку этот метод способствует формированию когнитивного компонента исследовательской компетенции бакалавров-технологов производства.

Мотивационный компонент исследовательской компетенции студента предполагает его личную потребность в изучении математической дисциплины, что особенно проявляется при изучении теории вероятностей и математической статистики. На занятии по теме «Нормальный закон распределения случайных величин» студенты знакомятся с сущностью и значимостью закона и условиях его возникновения. На реальном практическом примере технического и технологического характера (данные о длинах, диаметрах и коэффициентах сбега бревен, о величине объемного выхода пиломатериалов) студенты вычисляют числовые характеристики выборки, строят гистограммы и полигоны частот, проверяют гипотезу о нормальном законе распределения. Решая практические нестандартные задачи, студент делает первые шаги, выполняя небольшое исследование.

Технологический компонент исследовательской компетенции формируется у студентов при выполнении практических действий. При изучении математической статистики студенты отрабатывают умения извлекать из генеральной совокупности выборку объектов относительно определенного ими самими количественного признака, учатся обрабатывать статистические данные, систематизировать, интерпретировать практические выводы, делать прогнозы. Студентами Лесосибирского филиала (ЛФ) СибГТУ была исследована многокомпонентная связь между качеством общего среднего образования и успешностью обучения в вузе студентов трех специальностей (с объемами выборок более 100). В качестве количественных признаков рассматривались итоговые средние баллы школьного аттестата, средние баллы по гуманитарным и точным дисциплинам в отдельности, средние баллы по русскому языку, математике и физике, которые являются профилирующими при поступлении в ЛФ СибГТУ. Результаты исследования показали, что с достоверностью 0,95 наблюдается значимая положительная корреляция между исследуемыми признаками [10].

Таким образом, на занятиях по математическим дисциплинам у студентов-технологов происходит формирование различных видов исследовательской компетенции: работа с нормативной документацией,

наблюдение и анализ явлений и фактов, выявление проблемы и ее решение, разработка и проведение исследования, обработка и обобщение результатов, формулировка общих выводов.

На рисунке представлена авторская структурно-содержательная модель формирования исследовательской компетенции студента вуза.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ СТУДЕНТА ВУЗА

↓

Базовый уровень

Исследовательские умения в деятельности, инициируемой преподавателем:

- работать со справочной литературой
- анализировать данные
- определить цели и задачи исследования
- оценивать свои действия
- видеть структуру материала
- систематизировать материал
- сравнивать, сопоставлять
- анализировать результат

↓

Учебно-исследовательский уровень

Исследовательские умения в деятельности под руководством преподавателя:

- теоретически обосновать выбор методов
- ориентироваться в профессиональной литературе
- систематизировать и структурировать материал
- определить цели и задачи исследования
- умение презентовать полученный результат
- интерпретировать полученные результаты
- применять компьютерные средства для обработки данных
- анализировать проделанную работу с целью выявления наиболее существенных ее результатов

↓

Научно-исследовательский уровень

Исследовательские умения и навыки самостоятельной исследовательской деятельности:

- сформулировать проблему
- теоретически обосновать выбор методов
- находить способы решения проблемы
- уточнить гипотезу
- провести самоконтроль действий
- логически верно и аргументированно и описать процесс действий
- формулировать обобщающие выводы
- оценить результаты исследования с точки зрения их достоверности и практической значимости

Структурно-содержательная модель формирования исследовательской компетенции студента вуза

Опыт работы в вузе, связанный с обучением будущих технологов, инженеров, экономистов математическим дисциплинам и ориентированный на формирование исследовательской компетенции, показал, что:

1) решение математических задач, возникающих из реальных производственных ситуаций, играет в обучении важную роль, поскольку способствует активизации исследовательской деятельности студентов;

2) учет особенностей формирования учебно-исследовательской компетенции бакалавров на младших курсах связан с необходимостью индивидуально определять требования к каждому студенту;

3) возможность участия студента в разнообразных научно-исследовательских конкурсах позволяет реализовать его потребности в профессиональном самоутверждении;

4) приобщение студентов младших курсов к учебно-исследовательской деятельности создает дополнительное общение с преподавателем-руководителем.

Заключение. В организации процесса формирования исследовательской компетенции студентов преподаватель играет ведущую роль, поскольку педагогическое руководство направлено на то, чтобы вызвать у студентов активность, самостоятельность и инициативу. Особую роль в формировании исследовательской компетенции студентов играет сильная мотивация достижения успеха. Студенты с высоким уровнем мотивации активнее ищут информацию, более решительны, инициативны и чаще проявляют творческие и исследовательские способности. Многолетний опыт научно-педагогической работы в вузе убеждает нас в том, что *исследовательская компетенция и математические компетенции будущих бакалавров взаимосвязаны и взаимообусловлены*. Данное положение служит ориентиром и методологической основой для продолжения исследования по измерению и оценке уровня сформированности исследовательской компетенции будущих бакалавров направления «технология производства» при изучении математических дисциплин.

Литература

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 250400 «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств (квалификация (степень) «бакалавр»)». – М., 2009.
2. Российское образование – 2020: Модель образования для экономики, основанной на знаниях: к IX междунар. науч. конф. «Модернизация экономики и глобализация» (Москва, 1–3 апр. 2008 г.) / под. ред. *Я. Кузьминова, И. Фрумина*; Гос. ун-т – Высшая школа экономики. – М.: ГУВШЭ, 2008. – 39 с.
3. *Ушакова О.В.* Исследовательская компетенция/компетентность – одна из приоритетных составляющих компетентностного подхода в образовании. Режим доступа:http://pedsovet.org/component/option,com_mtree/task,viewlink/link_id,10045/Itemid,118/ (дата обращения: 07.06.2013).
4. *Хуторской А.В.* Практикум по дидактике и современным методикам обучения. – СПб.: Питер, 2004. – 541 с.
5. Компетенции в образовании: опыт проектирования: сб. науч. тр. / под ред. *А.В. Хуторского*. – М.: ИНЭК, 2011. – С. 327.
6. *Татур Ю.Г.* Как повысить объективность измерения и оценки результатов образования // Высшее образование в России. – 2010. – № 5. – С. 22–31.
7. *Шушерина О.А.* Ответственность – профессионально значимое качество будущего специалиста: педагогический аспект: монография. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2002. – 186 с.
8. *Шушерина О.А., Черепанова С.А.* Математика как средство формирования исследовательской компетенции бакалавра экономики [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2013. – № 4. Режим доступа: http://uecs.ru/index.php?option=com_flexicontent&view=items&id=2078 (дата обращения 10.5.2013).
9. *Лукашенко С.Н.* Развитие исследовательской компетентности студентов вуза в условиях многоуровневой подготовки специалистов. Режим доступа: http://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-issledovatelskoy-kompetentnosti-studentov-vuza-v-usloviyah-mnogourovnevoy-podgotovki-spetsialistov.
10. *Черепанова С.А., Рубцов А.В., Мерзлякова Т.П.* К вопросу о нормальном законе распределения // Современные проблемы математики и механики. ВМНК. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. – С. 177–179.

УДК 37.01:1 (571.51)

В.В. Павловский

СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ: КАМО ГРЯДЕШИ?

В статье рассматриваются вопросы развития системы образования в Красноярском крае в период 1990–2011 гг. На основе государственных статистических материалов автором тщательно изучено положение дел в области регионального образования, заслуживающего на его взгляд критической оценки.

***Ключевые слова**: дошкольное, общее (основное и полное), начальное, среднее и высшее профессиональное образование, Красноярский край.*

V.V. Pavlovskiy

THE EDUCATION SYSTEM IN KRASNOYARSK KRAI: QUO VADIS?

The issues of the education system development in Krasnoyarsk Krai during 1990–2011 are considered in the article. On the basis of the state statistical materials the situation in the field of the regional education is carefully studied by the author deserving in his opinion critical evaluation.

Key words: preschool, general (basic and complete), initial, secondary and higher professional education, Krasnoyarsk Krai.

Актуальность работы связана с необходимостью постоянного мониторинга государственной статической информации о состоянии системы образования в Красноярском крае и философском осмыслении происходящих процессов. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» [1], который вступил в действие с 1 сентября 2013 г., требует усиления внимания к этой стратегически важной сфере и ее дальнейшему развитию.

Целью исследований является философская рефлексия по поводу конкретно-исторических изменений, происшедших в краевой системе образования в 1990–2011 гг.

Проблемы образования в современной России весьма активно исследуются многими авторами, в частности, Л.В. Баевой [2, 3], Б.С. Гершунским [4], М.К. Горшковым и Ф.Э. Шереги [6], Н.В. Загладиным и Х.Т. Загладиной [7], Д.И. Кравцовым [8], И.А. Медведевым [9], Н.В. Наливайко и Т.С. Косенко [10], С.Т. Новиковым [11] и другими. Есть ряд публикаций по вопросам образования и у автора статьи [12–14].

Система образовательных учреждений в Красноярском крае складывалась на протяжении как минимум четырехсот лет. Особенно же бурно, мощно и всесторонне она развивалась в советскую эпоху и наиболее успешно – в послевоенные (после 1945 г.) годы. В 60-е годы Красноярск стал первым университетским центром в крае. Однако в 90-е прошлого и 10-е годы XXI века произошли радикальные трансформации в системе краевого образования.

Опираясь на государственные краевые статистические материалы, проанализируем ситуацию в краевой системе образования в указанный период времени.

Государственная система образования в России начинается с дошкольных образовательных учреждений, статистические данные о которых должны быть представлены обязательно. Однако краевое статистическое управление их не опубликовывало.

Как развивались процессы в этот период в общеобразовательных школах края?

На начало 1990/1991 учебного года в регионе было 1755 государственных общеобразовательных школ[1]. Муниципальные общеобразовательные учреждения, как их именуют, появились после принятия Конституции РФ в 1993 г. С 1990 г. число общеобразовательных школ в крае непрерывно сокращалось и на начало 2010/2011 учебного года составляло только 1095 заведений, или 62,4 % от исходного года. Разрушение системы общеобразовательных школ шло как в городах и поселках городского типа (ПГТ), так и в сельской местности. Если в первых это сокращение в указанный период составило 45 школ (478 школ в 1990 г. и 433 в 2010 г., или 90,6 %), то на селе произошел полный обвал: вместо 1277 школ в 1990 г. в крае осталось 662 школы (51,8 % от исходного года). Есть все основания утверждать, что на основе фактического положения дел за 21 год кризис сельских школ будет идти дальше [15, с. 124].

[1]Далее везде, где будут указываться учебные года, информация дается на начало учебного года, кроме отдельных случаев.

Следует отметить, что в крае на начало 2010/2011 учебного года работали 35 гимназий (26401 учащийся), 19 лицеев (16977), 7 негосударственных школ (587), 8 кадетских училищ (2278) и 2 Мариинские гимназии (534 ученицы) [15, с. 124].

Представляет интерес структура общеобразовательных учреждений и ее количественные вариации, опять же без вечерних (сменных) школ. В данном случае краевое статистическое управление, к сожалению, не выдерживает единые временные критерии представления информации и дает другой временной период. Так, за исходный год взят 1995/1996 учебный год: в это время действовало 1754 учреждения, из них 602 – начальных, 269 – основных, 831 – средних (полных), 52 – для детей с отклонениями в развитии. В 2008/2009 учебном году в целом общеобразовательных учреждений стало гораздо меньше, всего 1182 (67,4 % от исходного года), из них 151 – начальных (25,1 %), 193 – основных (71,7 %), 796 – средних (полных) (95,8 %), 42 – для детей с отклонениями в развитии (80,8 %). Мы видим, что за эти годы как раз и произошло сокрушительное поражение общеобразовательных школ в крае. Особенному разрушению подверглись начальные и основные общеобразовательные школы, немалый урон понесли и полные средние школы [15, с. 125].

Негосударственные общеобразовательные учреждения пока не являются заметными общеобразовательными субъектами в регионе: в 1995/1996 учебном году было только 2 средних (полных) школы, а в 2008/2009 учебном году функционировали 1 начальная, 1 основная и 4 средних [15, с. 125].

Даже за один учебный год в крае происходят серьезные негативные изменения в сфере образования. К примеру, 2009/2010 учебный год: 1124 общеобразовательных учреждений (без вечерних (сменных) школ), из них государственные – 1118, в которых обучалось 286,8 тыс. человек, в том числе школ для детей дошкольного и младшего возраста – 16 (0,6 тыс. учащихся и воспитанников), общеобразовательных школ и школ-интернатов – 1049 (273,2 тыс. обучающихся), из них начальные – 93 (4,1 тыс.), основные – 185 (10,1 тыс.), средние – 691 (198,9 тыс.), общеобразовательные школы с углубленным изучением отдельных предметов – 26 (17,6 тыс.), гимназии – 35 (25,7 тыс.), лицеи – 19 (16,8 тыс.), кадетские училища – 8 (2,2 тыс.), специальные (коррекционные) образовательные учреждения для обучающихся, воспитанников с ограниченными возможностями здоровья – 41 (9,5 тыс.), оздоровительные образовательные учреждения санаторного типа для детей, нуждающихся в длительном лечении и психолого-педагогической и медико-социальной помощи – 4 (0,8 тыс.); негосударственных учреждений – 6 (0,5 тыс. учащихся).

Уже в 2010/2011 учебном году число образовательных учреждений в крае составило только 1076 (сокращение на 48 единиц, или на 3,8 %), а численность обучающихся – 287,9 тыс. чел. (прирост – 0,4 %). Ликвидации подверглись именно государственные общеобразовательные учреждения, - их оказалось даже 49 единиц, в том числе 22 начальных (убыль на 23,7%), 20 основных (на 10,8 %), 4 средних (на 0,6 %), с углубленным изучением отдельных предметов 2 и 1 специальная (коррекционная) школа. Численность обучающихся в государственных учреждениях выросла на 0,5 тыс. и достигла 287,3 тыс. чел.

Негосударственные учреждения пополнились одним учебным заведением, их стало 7, а численность увеличилась на 100 учащихся (всего 0,7 тыс.).

Очень важными показателями являются численность учащихся и учителей государственных и муниципальных общеобразовательных учреждений. Если в 1990/1991 учебном году учащихся в них было 462,3 тыс., то в 2010/2011 учебном году стало лишь 294,3 тыс. (убыль 36,3 %). В городах и ПГТ за этот период численность обучающихся сократилась с 330,2 до 216,7 тыс. (на 34,4 %), а в сельской местности еще разительнее – со 132,1 до 77,6 тыс. (на 41,3 %). Основное сокращение здесь связано с дневными общеобразовательными учреждениями.

Что касается вечерних (сменных) школ, включая учащихся-заочников, то разрушение этой системы началось в годы так называемой «перестройки», которая оказалась катастрофой для Советского Союза, ряда стран народной демократии и их народов. Так, до ее начала, в 1980/1981 учебном году обучалось в таких школах 53,4 тыс. чел., в 1990/1991 учебном году, когда уже разрушилась плановая государственная и корпоративно-колхозная экономика, подрывались основы советской системы образования, в вечерних (сменных) школах осталось 10,8 тыс. чел. (сокращение в 4,9 раза). Дальше еще хуже: в 2010/1011 учебном году учащихся-вечерников и заочников осталось только 7 тыс. Политика ликвидации вечернего (сменного) образования для работающей молодежи налицо. Государство и общество дорого заплатят за то, что формируют поколение недоучек, невежд, которые работая или ища работу, не могут получить даже общее основное или среднее (полное) образование.

Совсем невеселая картина и с контингентом учителей: в 1990/1991 учебном году их численность составляла 32,9 тыс., затем начала неуклонно снижаться и в 2010/2011 учебном году дошла до 22,8 тыс. чел. (69,3 % от исходного года) и, подчиняясь тем же разрушительным, негативным процессам в сфере образования, которые происходят в государстве и в крае, это сокращение продолжается и дальше [15, с. 126–127].

В связи с процессами глобальной информатизации систем образования в стране и крае предпринимаются многолетние усилия по преодолению отставания от развитых стран. В государственных муниципальных средних (полных) образовательных учреждениях края (без вечерних (сменных) школ) оснащение кабинетов основ информатики и вычислительной техники выглядело следующим образом. В 1990/1991 учебном году число названных учреждений, имеющих учебные кабинеты ОИВТ составляло 236, или 31,9 % от общего числа средних общеобразовательных школ, в них было 2,9 тыс. рабочих мест с ЭВМ. Через 21 год, на начало 2010/2011 учебного года, 941 общеобразовательное учреждение, или 78,4 % от общего их числа, имело учебные кабинеты ОИВТ и 12,7 тыс. рабочих мест с ЭВМ [15, с. 128].

На наш взгляд, в информацию, подготовленную краевым статистическим управлением, вкралась существенная ошибка. Представленная информация касается не только государственных и муниципальных средних (полных) общеобразовательных учреждений, но и основных соответствующих заведений.

Как мы понимаем, в учреждениях для детей дошкольного и младшего школьного возраста (16 единиц), в начальных школах (71 школа) кабинеты ОИВТ не предусмотрены. В итоге это 87 учреждений. Отнимаем от 1069 (общей численности государственных общеобразовательных учреждений) 87, где кабинеты ОИВТ не нужны, и получаем 982 учреждения, включающие в себя и образовательные основные школы.

Радикальные изменения произошли в подсистеме государственных и муниципальных специальных (коррекционных) образовательных учреждений для обучающихся и воспитанников с отклонениями в развитии. Так, если в 1990/1991 учебном году число таких учреждений составляло 56 с численностью 10898 человек, то в 2010/2011 учебном году их осталось 40 (уменьшение на 28,6 %) с 4476 обучающимися и воспитанниками (сокращение на 58,9 %).

Кроме того, на начало 2010/2011 учебного года действовало 605 классов для детей с отклонениями в развитии, организованных при общеобразовательных учреждениях, в которых обучалось и воспитывалось 4419 человек. В 2010/2011 учебном году таких классов уже было 862 (рост на 42,5 % к вышеназванному году), в них обучалось и воспитывалось 5025 человек (рост на 13,7 %) [15, с. 129].

Злободневной проблемой для системы образования края остается сменность занятий. В 1990/1991 учебном году число образовательных учреждений, ведущих занятия в одну смену, составляло 1127, или 68,1 % от общего числа учреждений; численность учащихся, которые занимались в эту смену, была 342 тыс. чел., или 77,6 % от общего контингента. В две или три смены велись занятия в 528 школах (31,9 %), в которых обучались 99 тыс. учащихся, или 22,4 %. В 2010/2011 учебном году в одну смену шло обучение в 784 учреждениях, или в 76,5 % от общего числа заведений, и в эту смену училось 251 тыс. чел., или 90,8 % от общей численности учащихся. В две или три смены велось обучение в 241 учреждении, что составляло 23,5 %. В таком режиме учились 26 тыс. чел., или 9,2 % от общей численности учащихся [15, с. 130].

Какова динамика выпуска учащихся общеобразовательных учреждений? В 1990 г. получили аттестаты об основном общем образовании 39,6 тыс. учащихся, в том числе 38,8 тыс. выпускников государственных дневных школ, 0,8 тыс. – вечерних (сменных) школ.

В 2010 г. аттестаты о таком же образовании получили только 30,9 тыс., или 78,0 % от 1990 г., в том числе 30,0 тыс. чел. в государственных и муниципальных учреждениях и 0,9 тыс. чел. в вечерних (сменных) заведениях.

Что касается выпускников средней (полной) общеобразовательной школы, то здесь итоги выглядят значительно более скромными. В 1990 г. получили аттестаты о среднем (полном) общем образовании 20,9 тыс. юношей и девушек, из них 18,3 тыс. в государственных дневных школах, а 2,6 тыс. – в вечерних (сменных). В 2010 г. аттестаты получили только 17,4 тыс. выпускников, из них 16,0 тыс. закончили дневные государственные и муниципальные учреждения, а 1,4 тыс. – вечерние (сменные) школы [15, с. 131].

В краевом статическом ежегоднике представлены данные о распределении учителей дневных государственных общеобразовательных учреждений по уровню их образования на начало 2010/2011 учебного года.

Общая численность учителей составляет 22445 чел., из них высшее профессиональное образование имели 77,3 %, среднее профессиональное – 20,9 %, начальное профессиональное и среднее (полное общее) – 1,8 %. Крайне ассиметрично выглядит и половая структура учительского корпуса: 87,4 % – женщины и только 12,6 % – мужчины. Единственные предметы, которые в основном преподают мужчины, это предметы по основам безопасности жизнедеятельности (84,6 %) и физической культуре (58,8 %) [15, с. 131–132].

Учреждения дополнительного образования детей – весьма важная составляющая современной системы общего среднего образования, особый критерий культурного развития масс детей, заинтересованность в этом государственных структур, общественности и родителей.

В 1990 г., благодаря многолетним усилиям Советской власти, местных органов управления и общественных инициатив, в крае действовала следующая система учреждений: 72 дома (дворца) пионеров и школьников, 30 станций юных техников, 18 станций юных натуралистов, 8 станций юных туристов, 98 загородных оздоровительных учреждений, 67 детско-юношеских спортивных школ, 141 музыкальная и художественная школа, детская школа искусств.

В 2010 г. по прошествии двух десятилетий край располагал 78 домами (дворцами) для детей и подростков (включая дома пионеров) (+ 6 домов по сравнению с 1990 г.), 7 центрами (клубами) технического творчества, станциями юных техников (-23), 7 эколого-биологическими центрами, станциями, домами юных натуралистов (-11), 6 центрами детского и юношеского туризма и экскурсий, станциями юных туристов (-2), 53 загородными оздоровительными учреждениями (-45), 47 ДЮСШ (-20), 123 музыкальными и художественными школами (-18). Суммируем все детские учреждения дополнительного образования, которые действовали в крае в 2010 г., получается 321 учреждение. В 1990 г. их было 434, таким образом, их стало на 113 учреждений меньше. Это крайне негативный результат [15, с. 132].

Кратко представлено в краевом статистическом ежегоднике и начальное профессиональное образование. В 1990 г. было 93 учреждения, численность учащихся в которых на конец года составляла 37,2 тыс.; в том году было принято 24,2 тыс. учащихся, а выпущено 23,3 тыс. квалифицированных рабочих.

В 2010 г. осталось 75 учреждений, или 80,6 % к исходному году; значительно сократилась и численность учащихся в них – 24,2 тыс. (65,1 %). Принято на учебу 15,1 тыс., а выпущено 13,5 тыс. квалифицированных рабочих, или 57,9 % от 1990 г.

В России за рассматриваемый период определенное развитие получило среднее профессиональное образование. Какова ситуация с этой подсистемой в крае?

В 1990/1991 учебном году работало 66 образовательных учреждений, в которых обучались 51,5 тыс. студентов, в том числе на очных отделениях 34,2 тыс., на заочных – 14,2, на вечерних – 3,1 тыс. После определенного прогресса, в частности, в росте численности студентов (2005/2006 учебный год), в крае происходит устойчивая утрата позиций в среднем профессиональном образовании. Так, в 2010/2011 учебном году осталось только 56 учебных учреждений (снижение на 15,2 % от исходного года) и стало меньше студентов – 48,4 тыс. (спад на 6,0 %), в том числе на очных (33,3 тыс.), заочных (13,7 тыс.) и вечерних отделениях (0,9 тыс.).

После 1991 г. в данной сфере стало более широко использоваться платное обучение. Если в 1995/1996 учебном году на платном обучении было 5,1 тыс. студентов (3,5 тыс. на заочных отделениях), то в 2010/2011 учебном году их уже насчитывалось 13,0 тыс. (рост в 2,5 раза), из них 5,7 тыс. чел. на дневном и 6,7 тыс. чел. на заочном отделениях. В целом на 10000 человек населения в 1990/1991 учебном году приходилось 163 студента среднего профессионального образования, а через 21 год – 171 студент; с 2007 г. появилась тенденция к устойчивому снижению этого качественного показателя анализируемой подсистемы.

Численность преподавателей государственных и муниципальных учреждений среднего профессионального образования (штатный персонал) значительно выросла за период с 1995/1996 по 2010/2011 учебный год с 2518 до 3145 чел. (рост на 24,9 %). Увеличилась и численность преподавателей с высшим профессиональным образованием с 2313 до 2927 чел. (на 26,5 %).

Выпуск специалистов со средним профессиональным образованием с 2007 г. имеет тенденцию к сокращению. В 1990 г. было выпущено 13,9 тыс. чел., в том числе 9,0 тыс. с очных отделений, а в 2006 г. был достигнут максимум, когда дипломы специалистов получили 16,0 тыс. чел., в том числе 11,4 тыс. с очных отделений. Однако ввиду непринципиальной и непоследовательной политики Министерства образования и науки края начался спад в выпуске названных специалистов, и в 2010 г. он достиг количества 12,7 тыс. чел., в том числе 9,1 тыс. выпускников с очных отделений. Значительно выросло количество студентов на платном обучении: 1995 г. – 1,1 тыс. чел., 2010 г. – 4,2 тыс. чел. [15, с. 135].

Качественный критерий – соотношение 10000 человек населения и численности выпущенных специалистов среднего звена – с 1990 по 2010 г. практически не изменился: 44 и 45, что свидетельствует о застое подсистемы, отсутствии политической, экономической и социальной воли развивать среднее профессиональное образование и формировать в регионе постиндустриальный уровень сферы производства и обслуживания.

И, наконец, высшее профессиональное образование, приобретающее все более важное стратегическое значение в крайне жесткой конкуренции развитых стран за лидерство в экономике, политике, социальной сфере, в борьбе за передел мира.

Главным достижением в развитии высшего образования в Красноярском крае в 10-е годы нового века, как мы полагаем, стало создание Сибирского федерального университета. Для дальнейшего развития края это событие и его последствия, результаты деятельности СФУ будут иметь огромные последствия.

В 1990/1991 учебном году действовало 13 государственных высших учебных заведений, в них обучалось 62,0 тыс. чел., в том числе очно 36,9 тыс., на вечерних отделениях – 4,2, заочно – 20,9 тыс. чел. В 2005/2006 учебном году был достигнут пик – 14 вузов и 120,1 тыс. студентов. После открытия СФУ с 2007 г. в крае стало 11 вузов. В 2010/2011 учебном году численность студентов составила 110,0 тыс. и продолжала сокращаться (вместе с тем рост к 1990/1991 учебному году равен 77,4 %). Очно обучались 59,1 тыс. студентов, заочно – 49,6 (резкое увеличение на заочных отделениях по сравнению с 90-ми годами составляет 2,4 раза).

Возросла численность студентов на платной форме обучения: в 1995/1996 учебном году – 5,9 тыс. чел., а в 2010/2011 учебном году – 52,0 тыс. (рост в 8,8 раза), в том числе – 17,8 тыс. чел. на очных отделениях, 33,2 тыс. чел. – на заочных.

Значительно вырос качественный показатель: на 10000 человек населения в 1990/1991 учебном году приходилось 196 студентов, а в 2010/2011 учебном году их стало 389, или на 98,5 % больше [15, с. 136].

Выросла и численность профессорско-преподавательского состава в государственных вузах. Если в 1995/1996 учебном году в сфере высшего образования работало 5033 человека, в том числе 223 доктора наук, 283 профессора, 2221 кандидат наук, 1637 доцентов, то в 2010/2011 учебном году профессорско-преподавательский состав насчитывал 6793 человека (на 35,0 % больше), из них 653 доктора наук (рост на 92,8 %), 526 профессоров (рост на 85,7 %), 3370 кандидатов наук (рост на 51,7 %) и 2393 доцента (рост на 46,2 %) [15, с. 136].

Государственные вузы в крае распределяются по трем категориям: университеты, академии и институты. В 2010/2011 учебном году было 6 университетов, 1 академия и 4 института. Львиная доля профессорско-преподавательского персонала работает в университетах, здесь же учатся 98,1 тыс. студентов, на академию и институты приходится 11,9 тыс. студентов [15, с. 137].

К количественным успехам развития высшего профессионального образования следует отнести и рост выпуска специалистов. В 1990 г. было выпущено 7,2 тыс. чел., в том числе окончивших очные отделения – 3,9, вечерние – 0,5, заочные – 2,8 тыс. чел. В 2010 г. получили дипломы 20,3 тыс. специалистов, из них 12,1 тыс. чел. закончили очное отделение, 0,4 – вечернее, 7,8 тыс. чел. – заочное отделение. В этом же году среди выпускников вузов платно обучались 9,2 тыс. студентов, в том числе 3,7 тыс. на очном отделении, 0,3 – на вечернем, 5,2 тыс. студентов – на заочном отделении.

Негосударственные высшие учебные заведения в крае представлены скромно. В 2000/2001 учебном году работало 2 вуза. Всего же, включая очные и очно-заочные (вечерние) отделения филиалов (вне краевых вузов), контингент студентов составлял 1715 человек, из них 1303 обучались очно, 204 – на вечерних отделениях, 208 – заочно. В 2000 г. было выпущено 87 специалистов, в том числе 83 с очных отделений. В 2010/2011 учебном году остался один негосударственный вуз (сказалась конкуренция на рынке высшего образования), в котором с учетом других отделений филиалов обучались уже 11804 студента (рост в 6,9 раза), из них 1664 чел. на очном отделении, 124 – на вечернем, 10016 чел. – на заочном отделении. Увеличился выпуск специалистов, составивший 2139 чел. (рост в 24,6 раза), из которых 575 чел. окончили очное отделение [2, с. 139].

В негосударственных вузах и их отделениях филиалов в крае произошли позитивные изменения в штатном профессорско-преподавательском персонале. Так, в 2000/2001 учебном году его численность составляла 104 человека, из них 5 докторов наук и 83 кандидата наук, 10 профессоров и 21 доцент. Кроме того, на условиях штатного совместительства работало еще 292 преподавателя. В 2010/2011 учебном году штатных преподавателей стало 253 (рост в 2,4 раза), в том числе 14 докторов и 129 кандидатов наук, 10 профессоров и 78 доцентов. Численность преподавателей-совместителей уменьшилась и составила 217 чел. [2, с. 137].

Новизна данной работы заключается в том, что был проанализирован релевантно выбранный временной лаг (1990–2011 гг.) развития системы образования в Красноярском крае, все его основные подсистемы. При этом автор руководствовался конкретно-историческим, формационно-цивилизационным, критически-конструктивным подходами, необходимостью реализации полученных результатов на практике, что уже выходит за рамки статьи и требует дополнительных действий. Реюмируя изложенное, сделаем следующие выводы.

1. Отсутствие основной государственной статистической информации на уровне края о дошкольных образовательных учреждениях дает основание сделать выводы о том, что в регионе губернатор, правительство, Министерство образования и науки, Законодательное собрание и подчиненные структурные подразделения, отделения политических партий и общественные организации, прежде всего, профсоюзы, крайне недостаточно направляют свои усилия на развитие этой подсистемы, которая, по существу, деградировала

более 20 лет и ныне находится в неудовлетворительном состоянии. Одно дело – красивые обещания, а другое дело – фактическое отставание.

2. Общее образование в регионе усиленно развивалось в советский период истории, включая 1990/1991 учебный год, а дальше шло его разрушение. Общее сокращение числа общеобразовательных учреждений за 21 год составляет 660 заведений, или спад на 62,4 %. Это явное отставание от советской системы образования, которое никаким образом не сокращается, а, наоборот, постоянно закономерно усугубляется. Исполнительные, законодательные, партийные и общественные органы и организации края, судя по фактам, крайне недостаточно, неудовлетворительно противостоят негативным процессам в сфере образования. Так, только с 2009 по 2010 г. в крае ликвидировано 409 школ! Продолжает сокращаться контингент обучающихся в общеобразовательных учреждениях края. Если в 1995 г. еще по социальной инерции от советского времени обучалось 501,3 тыс. учащихся, то в 2010 г. их стало намного меньше – 294,3 тыс. Значительно сократился за 21 год и выпуск учащихся с основным общим и средним (полным) образованием. Среди учителей государственных общеобразовательных учреждений пятая часть имеет только среднее профессиональное образование, женщины среди всего персонала учителей составляют почти девять десятых.

3. Одним из крайне негативных процессов в общем образовании молодежи является разрушение, если не катастрофа, вечерних (сменных) школ в крае. Процесс этот начался в годы так называемой «перестройки», когда к ее позорному концу за несколько лет было потеряно почти две трети школ: от 128 в 1980 г. к 1991 г. осталось всего 44. А дальше уже «постарались» новые власти: к началу 2010/2011 учебного года «пропало» еще 18 школ, и всего их осталось 26, в них учится только 7 тыс. чел. на весь край! Все это свидетельствует о том, что продолжается их дальнейшая ликвидация, цель которой – не давать молодым рабочим, крестьянам, служащим, безработным возможность получать общее образование в вечерней (сменной) школе.

4. Новые власти проводят реформу специальных (коррекционных) школ. По некоторым американским и западноевропейским образцам решено как можно больше детей и подростков с отклонениями в развитии направлять в общеобразовательные учреждения. В связи с этим за 21 год резко сократилось число специальных школ: с 56 до 40, а численность учащихся и воспитанников в них за этот период уменьшилась с 10898 до 4476 чел. Зато в общеобразовательных школах обучалось и воспитывалось в 2010/2011 учебном году 5025 умственно отсталых, 895 – с задержкой психического развития, 285 – с недостатками физического развития. Для них были созданы классы для детей с отклонениями в развитии. Но специальные классы – это не специальные школы, где есть возможности комплексно, с соответствующими оборудованием и персоналом обучать и воспитывать детей и подростков.

5. Особым вопросом является состояние учреждений дополнительного образования детей, подростков, юношей и девушек. В этой подсистеме за 21 год произошли большие негативные процессы: было ликвидировано в крае 113 подобных учреждений. Значительная часть подрастающего поколения не имеет возможности развиваться многосторонне, разумно проводить свое свободное время; многие кружки и секции стали платными, да и занятия в различных кружках и секциях требуют немалых расходов родителей. Здесь в целом действует закономерность: чем беднее государство, отдельный регион, тем хуже там развита подсистема учреждений дополнительного образования детей. Красноярский край в связи с «достигнутыми» в этой подсистеме результатами следует отнести к бедным регионам, где ситуация продолжает ухудшаться.

6. К глубокому сожалению, продолжает разрушаться подсистема начального профессионального образования. Переход от индустриальной к постиндустриальной организации производства и обслуживания в государстве невозможен без массовой подготовки квалифицированных рабочих и служащих низовых звеньев. Исполнительная и законодательная власть, партийные и общественные организации неудовлетворительно решают целый комплекс проблем, связанных с данной подсистемой. Гастарбайтерство таит в себе огромные угрозы для настоящего и будущего края, его экономики, политики, социальной сферы и населения в целом.

7. Среднее профессиональное образование также получило жесткие пробоины в своей системе. Потеряно 10 образовательных учреждений, хотя в некоторые годы здесь сохранялся свой доавгустовский (1991 г.) контингент студентов, но с 2009 г. он становился все меньше по сравнению с 1990 г. Эту подсистему образования «подпитывает» платное обучение студентов. Усилился и расширился здесь преподавательский состав.

Учреждения среднего профессионального образование края в основном стабильно выпускали специалистов.

8. Стратегическое важное значение высшего образования для края очевидно для всех думающих людей. Уже отмечалось выше огромное значение для региона создание Сибирского федерального университета – одного из двух флагманов высшего образования в Сибирском федеральном округе наряду с Новосибирским национальным исследовательским университетом.

В развитии высшего образования в крае есть определенные успехи, однако их не следует переоценивать. Все подсистемы образовательных учреждений – это живые социальные сообщающиеся сосуды и брак в деятельности одного или нескольких из них сводит на нет работу остальных. Если, например, средние образовательные школы, гимназии, лицеи края будут неудовлетворительно или слабо готовить своих выпускников, то высшее образование тоже станет некачественным, имитационным.

Часть студентов некоторых красноярских вузов, к сожалению, слабо подготовлена к обучению в высшей школе. Вместе с тем наблюдается дальнейшая бюрократизация системы образования, поскольку, как и многие властные структуры, она подвержена коррупции и процессам отчуждения.

Фактические данные подтверждают, что в целом грубо нарушаются и ущемляются коренные интересы населения Красноярского края и его молодежи.

Литература

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» // Российская газета. – 2012. – № 303. – С. 2–10.
2. *Баева Л.В.* Информационная эпоха: метаморфозы классических ценностей: монография. – Астрахань, 2008. – 320 с.
3. *Баева Л.В.* Роль высшего профессионального образования в условиях информационной культуры // Философия образования. – 2012. – № 4. – С. 74–82.
4. *Гершунский Б.С.* Философия образования для XXI века (в поисках практико-ориентированных образовательных концепций). – М.: Совершенство, 1998. – 608 с.
5. Глобализирующийся мир в осмыслении философии образования: итоговый документ междунар. конфедерации (Новосибирск, 26–28 нояб. 2012 г.) // Философия образования. – 2013. – № 1. – С. 246–251.
6. Модернизация российского образования: проблемы и перспективы / под ред. *М.К. Горшкова, Ф.Э. Шереги*. – М.: Изд-во ЦСПиМ, 2010. – 352 с.
7. *Загладин Н.В., Загладина Х.Т.* Российское образование на перепутье // Полис. – 2011. – № 6. – С. 170–174.
8. *Кравцов Д.И.* Особенности глобализационного давления на образовательную систему // Философия образования. – 2013. – № 1. – С. 17–20.
9. *Медведев И.А.* Университет как составляющая безопасности государства // Философия образования. – 2013. – № 1. – С. 41–48.
10. *Наливайко Н.В., Косенко Т.С.* Роль педагогического образования в системе современного гуманитарного образования // Философия образования. – 2013. – № 1. – С. 228–245.
11. *Новиков С.Т.* Стратегические ориентиры воспитания российской молодежи в эпоху глобализации // Философия образования. – 2013. – № 1. – С. 106–109.
12. *Павловский В.В.* Философия образования и воспитания: цель – действительный человек // Философия в современном мире: диалог мировоззрений: мат-лы VI рос. филос. конгр. (Нижний Новгород, 27–30 июня 2012 г.) / Нижегород. ун-т. – Нижний Новгород, 2012. – Т. 3. – С. 199.
13. *Павловский В.В.* Бюрократия и российская высшая школа: общее и особенное // Философия образования. – 2012. – № 4. – С. 46–52.
14. *Павловский В.В.* Об изучении логики в юридическом вузе // Наука и образование: опыт, проблемы и перспективы развития: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (Красноярск, 12, 25 апр. 2013 г.). – Красноярск, 2013. – Ч. 1. – С. 52–54.
15. Красноярский краевой статистический ежедневник: ст. сб. / Росстат. – Красноярск, 2011. – 454 с.

ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

УДК 332.1

Р.М. Газизов

СЕЛЬСКИЕ ТЕРРИТОРИИ: ПОНЯТИЕ, ТИПОЛОГИЯ, ФУНКЦИИ

В статье уточнено понятие и систематизированы функции сельских территорий. Выявлена необходимость проведения типизации сельских территорий на федеральном и региональном уровне с использованием экономических, социальных и экологических показателей.

***Ключевые слова**: сельские территории, функции, типология, типизация.*

R.M. Gazizov

RURAL AREAS: DEFINITION, TYPOLOGY, FUNCTIONS

The rural area concept is clarified and the rural area functions are systematized in the article. The necessity for conducting the typification of the rural areas on the federal and regional level with the use of economic, social and environmental indices is revealed.

Key words: rural areas, functions, typology, typification.

Несмотря на огромную роль сельских территорий для страны, до сих пор отсутствует их четкое определение, которое можно было использовать в целях управления регионом.

В российской научной литературе [1, с. 78] под сельскими территориями понимают обитаемую местность за границами городов, включающую сельские поселения и межселенную территорию. Как отмечает Е.Н. Филиппова [9, с. 121], прослеживается позиция, что «село – это все то, что не город».

В развитых государствах понятие «сельские территории» трактуется несколько иначе. В Европе [11] к ним относят местность вне крупных городов, которая включает малые города и деревни, служит в роли заповедников или поселенческих территорий, где есть возможность экономической и культурной деятельности, проведения свободного времени.

Автор настоящего исследования допускает отнесение к сельским территориям малых городов, более того, к такому подходу склоняются некоторые отечественные ученые [6, с. 123]. Необходимо выявить критерии, по которым, во-первых, можно было бы определить, является ли город малым, во-вторых, относится ли он к сельским территориям. Наиболее важным и распространенным критерием классификации городов является численность проживающего населения. В научных трудах [8, с. 16] к малым городам относят поселения с численностью до 50 тыс. чел. К сельским территориям, по словам Е.В. Никулиной [6, с. 123], необходимо причислять только те малые города, которые являются «экономическими, административными, финансовыми и культурными центрами сельских территорий, где сосредоточена основная часть переработки сельскохозяйственной продукции, а сами малые города большей частью должны представлять собой сельскую местность: одно-двухэтажные деревянные дома с огородами и садами (посады)». Однако, как отмечает Н.Н. Чиняков [10, с. 148], в настоящее время в масштабах России классифицировать населённый пункт по типу застройки проблематично вследствие слабой базы муниципальной статистики.

По мнению автора исследования, наиболее развернутое и точное определение сельским территориям дается в Концепции устойчивого развития сельских территорий, разработанной Министерством сельского хозяйства Российской Федерации: «Под сельской местностью (сельскими территориями) в настоящей Программе понимаются сельские поселения или сельские поселения и межселенные территории, объединенные общей территорией в границах муниципального района, а также сельские населенные пункты и рабочие поселки, входящие в состав городских округов (за исключением городских округов, на территории которых находятся административные центры субъектов Российской Федерации) и городских поселений, на территории которых преобладает деятельность, связанная с производством и переработкой сельскохозяйственной продукции» [5].

Стоит отметить, что в самой концепции сельские территории связывают только с производством и переработкой сельскохозяйственной продукции. Такой подход является устаревшим, так как в развитых странах сельское хозяйство уже не является основной экономической базой для большей части сельских территорий. Сельское население стало активнее принимать участие в других несельскохозяйственных видах экономики (добыча ресурсов, туризм, народные промыслы, торговля, сфера услуг, промышленное производство). Становится очевидным, что сельские территории это не только сельское хозяйство и сельское производство, это сложнейшая социально-экономическая система, разрабатывать программы развития которой должно правительство Российской Федерации, а не Министерство сельского хозяйства [7, с. 23].

Сельские территории – понятие не аграрное, это обобщенный термин, определяющий место, где население работает в сельской местности, однако не только в отрасли АПК [7, с. 23]. В настоящее время сельские территории выполняют множество функций, но в научной литературе [3, с. 293–294] из них выделено пять основных:

- *производственная* – обеспечение общества продовольствием, продукцией лесного, рыбного и охотничье-промыслового хозяйства и другой несельскохозяйственной продукцией;
- *социально-демографическая* – пополнение демографического и трудового потенциала государства;
- *культурная* – сохранение традиций, искусства и художественных промыслов народов Российской Федерации;
- *природоохранная* – поддержание экологического равновесия, сохранение природных ландшафтов, содержание заповедников, национальных парков;
- *рекреационная* – обеспечение оздоровления и отдыха населения.

Нами были дополнены и систематизированы функции в соответствии с принципом устойчивости сельских территорий по трем видам: экономические, социальные, экологические (рис.).

Выполнение тех или иных функций во многом определяется местоположением сельских территорий, ресурсами и возможностями бюджета.

Функции сельских территорий

Поэтому даже в границах одного отдельного федерального округа территории различаются по уровню развития. По мнению Т.В. Вострецовой [2, с. 275], «Разобраться в исторически сложившихся особенностях сельских территорий региона и разработать действенную региональную политику их развития можно только с помощью систематизации фактов и установления основных типов сельских территорий, то есть с

помощью их типологии». Типология – необходимая стадия любого исследования множества схожих явлений; этап систематизации знаний об изучаемых явлениях – дифференциация их по типам. Тип – это объединение явлений, которые объединяют общие качественные признаки, отличающие их от других, сходных по функциям и происхождению групп явлений. Типология позволяет для каждого типа сельских территорий рассчитать показатели развития, выявить точки роста и отстающие отрасли, а также определить меры по развитию территории, учитывая ее слабые и сильные стороны. Разработка типологии сельских территорий получила широкое признание в экономико-географической литературе как за рубежом, так и в России.

Отечественные ученые придерживаются типологии, которая предложена в Концепции устойчивого развития сельских территорий до 2020 г. [5].

В соответствии с данной концепцией регионы России разделены на четыре типа и девять подтипов в зависимости от сельскохозяйственного использования, характера освоения, ограничений развития и потенциала сельской местности.

Тип 1 – регионы с преимущественно сельскохозяйственной специализацией сельской местности и благоприятными социальными и природными ресурсами.

Тип 2 – регионы с высоким потенциалом социально-экономического развития, обладающие многофункциональной экономикой, сельским хозяйством пригородного типа.

Тип 3 – регионы с обширными областями социально-экономической депрессии и неблагоприятными социально-демографическими условиями развития сельской местности.

Тип 4 – регионы с неблагоприятными природно-климатическими условиями и слабой освоенностью сельской местности.

Красноярский край относится к 3 типу, подтипу 3в «Регионы с сочетанием неблагоприятных социальных и природных условий развития сельской местности». Таймырский и Эвенкийский автономные округа, входящие в состав Красноярского края, относятся к подтипу 4б «Малозаселенные северные территории» [5].

Существенным недостатком в концепции является то, что при типизации сельских территорий регионов Российской Федерации использовались преимущественно показатели развития сельскохозяйственного производства.

Данный подход является односторонним, поскольку при типизации необходимо учитывать не только уровень развития АПК, но и другие виды экономической деятельности, а также социальную и экологическую сферы сельских территорий. В концепции отмечается о том, что необходима внутрирегиональная типология сельских территорий, поскольку внутрирегиональные различия часто оказываются большими, чем различия между регионами, внутрирегиональное зонирование должно производиться при разработке программ устойчивого развития сельских территорий субъектов Российской Федерации [5].

В Красноярском крае принята Концепция устойчивого развития сельских территорий Красноярского края на период до 2020 года [4]. Но в ней отсутствует внутрирегиональное зонирование по типам социо-эколого-экономического состояния для последующих разработок мер по развитию конкретного типа сельской территории, учитывая ее слабые и сильные стороны.

Литература

1. *Вострецова Т.В., Аскаров А.А.* Основы индикативного планирования развития сельских территорий // Вестн. АГАУ. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – № 5. – С. 77–82.
2. *Вострецова Т.В.* Типология сельских территорий: методика и возможности применения // Никоновские чтения. – М.: ВИАПИ им. А.А. Никонова, 2010. – № 15. – С. 275–277.
3. *Ивановская К.* Мониторинг социально-экономического развития сельских территорий Костромской области // Риск: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – М.: ИТКОР, 2011. – № 2. – С. 291–295.
4. Концепция устойчивого развития сельских территорий Красноярского края до 2020 года [Электронный ресурс]: URL:http://www.sobranie.info/files/1829807212070213-04.doc (дата обращения 29.05.2013).
5. Концепция устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]: URL:http://www.roszemproekt.ru/assets/file/proektn_dokumenty/concepc_ust_razv.doc (дата обращения 29.05.2013).
6. *Никулина Е.В.* Формирование и оценка финансового потенциала устойчивого развития экономики сельских территорий // Вестн. ВГУ. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2010. – № 2. – С. 123–127.
7. *Панкова К.И.* Сельское хозяйство, село, сельская территория (размышления над концепцией и некоторыми связанными с ней вопросами) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – № 9. – С. 21–24.

8. *Тихий В.И.* Малые города в современной стратегии пространственного развития региона // Ученые записки Орловского государственного университета. – Орел: Изд-во ОГУ, 2010. – № 3. – С. 16–19.
9. *Филиппова Е.Н.* К вопросу о современных проблемах сельских территорий // Вестн. АГАУ. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – № 3. – С. 119–123.
10. *Чиняков Н.Н.* Некоторые проблемы социально-экономического развития сельских территорий Алтайского края [Электронный ресурс]: URL:http://www.timacad.ru/conf_news/section2/Chinyakov_ru.pdf (дата обращения 29.05.2013).
11. Rural Development in the European Union. Statistical and economic information. Report 2009 [Электронный ресурс]: URL:http://www.*ec.europa.eu/agriculture/agrista/rurdev2009/RD_Report_2009.pdf* (дата обращения 29.05.2013).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Авдеева Е.В. – д-р с.-х. наук, проф. каф. технологии и машин природообустройства Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-19-28

Аврамчикова Н.Т. – д-р экон. наук, проф. каф. финансов и кредита Сибирского государственного аэрокосмического ун-та им. акад. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск
660014, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31
Тел.: (8391) 264-00-14

Андроханов В.А. – д-р биол. наук, зам. дир. по науке Института почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск
630090, г. Новосибирск, просп. акад. Лаврентьева, 8/2
Тел.: (8383) 363-90-10

Астамирова М.А. – канд. биол. наук, доц. каф. биологии и методики ее преподавания Чеченского государственного педагогического института, г. Грозный
364037, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. Киевская, 33
Тел.: (8712) 33-24-03

Астраханцева И.А. – канд. экон. наук, доц. каф. финансов и кредита Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660075, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2
Тел.: (8391) 221-93-33

Бабий Т.Я. – доц. каф. высш. математики и информатики Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 266-03-88

Бакшеева С.С. – д-р биол. наук, проф. каф. методологии и философии науки Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Балакина Г.Ф. – канд. экон. наук, ведущий науч. сотр. лаборатории региональной экономики Тувинского ин-та комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, г. Кызыл
667007, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117а
Тел.: (83942) 26-62-18

Баранов Е.С. – асп. каф. агроэкологии и природопользования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Бастрон А.В. – канд. техн. наук, доц., зав. каф. электроснабжения сельского хозяйства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Беланов И.П. – канд. биол наук, мл. науч. сотр. лаборатории рекультивации почв Ин-та почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск
630090, г. Новосибирск, просп. акад. Лаврентьева, 8/2
Тел.: (8383) 363-90-10

Берестенко Е.Н. – канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории экологии растительного покрова Ботанического сада-института ДВО РАН, г. Владивосток
690024, г. Владивосток, ул. Маковского, 142
Тел.: (8423) 238-80-41

Бондарева Л.Г. – доц. каф. экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 206-21-34

Боярских Ю.Д. – студ. каф. металлообрабатывающих станков и комплексов Уральского федерального университета, г. Екатеринбург
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19
Тел.: (8343) 375-44-74

Булгаков Ю.В. – канд. техн. наук, доц. каф. менеджмента Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Бурковская Е.В. – науч. сотр. лаборатории биотехнологии Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159
Тел.: (8423) 231-21-29

Валиулина А.Ф. – асп. каф. водных и наземных экосистем Института фундаментальной биологии и биотехнологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 291-29-42

Валяжонков В.Д. – канд. техн. наук, доц. каф. лесных колесных и гусеничных машин Санкт-Петербургского лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
192019, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Тел.: (812) 670-92-46

Вараксин Г.С. – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. землеустройства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Варченко Л.И. – науч. сотр. лаборатории биогеографии и экологии Тихоокеанского института географии ДВО РАН, г. Владивосток
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7
Тел.: (8423) 232-06-48

Васильев А.А. – канд. с.-х. наук, ученый секретарь Южно-Уральского научно-исследовательского института плодоовощеводства и картофелеводства, г. Челябинск
454902, г. Челябинск, ул. Гидрострой, 16
Тел.: (8351) 232-65-10

Воронкова Н.М. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории биотехнологии Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159
Тел.: (8423) 231-21-29

Ву Хай Куан – асп. каф. лесных колесных и гусеничных машин Санкт-Петербургского лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
192019, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Тел.: (812) 670-92-46

Гаевая Е.В. – канд. биол. наук, зав. лабораторией мониторинга и охраны окружающей среды Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень
625000, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2
Тел.: (83452) 43-07-29

Газизов Р.М. – асп. каф. государственного и муниципального управления Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Галактионова М.Ю. – д-р мед. наук, доц., зав. каф. поликлинической педиатрии и пропедевтики детских болезней Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск
660022, г. Красноярск, ул. П. Железняка, 1
Тел.: (8391) 221-91-45

Гармаева Ж.Ц. – асп. каф. нормальной патологической физиологии, фармакологии и токсикологии Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ
670024, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8
Тел.: (83012) 44-20-63

Гаспарян Г.Д. – канд. техн. наук, доц., декан лесопромышленного факультета Братского государственного университета, г. Братск
665709, г. Братск, ул. Макаренко, 40
Тел.: (83953) 33-20-08

Гнедых Н.Н. – канд. экон. наук, доц. каф. менеджмента Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660075, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2
Тел.: (8391) 221-63-17

Голованова Т.И. – д-р биол. наук, проф. каф. водных и наземных экосистем Института фундаментальной биологии и биотехнологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 291-29-42

Горбунова Л.Н. – канд. техн. наук, доц. каф. инженерной экологии и безопасности жизнедеятельности Политехнического института Сибирского Федерального университета, г. Красноярск
660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26
Тел.: (8391) 291-21-42

Гордиец А.В. – канд. мед. наук, доц. каф. поликлинической педиатрии и пропедевтики детских болезней Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск
660022, г. Красноярск, ул. П. Железняка, 1
Тел.: (8391) 221-91-45

Гуленкова Г.С. – канд. с.-х. наук, ст. преп. каф. товароведения и экспертизы товаров Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660075, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2
Тел.: (8391) 221-92-19

Данилов А.Г. – канд. техн. наук., доц. каф. промышленного транспорта и строительства Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-59-92

Демиденко Г.А. – д-р биол. наук, проф. каф. агроэкологии и природопользования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Дойко И.В. – канд. биол. наук, доц. каф. товароведения и экспертизы товаров Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660075, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2
Тел.: (8391) 221-92-19

Дьяченко О.Г. – канд. экон. наук, доц. каф. экономики и агробизнеса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Егорова П.С. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Якутского ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск
677980, г. Якутск, просп. Ленина, 41
Тел.: (84112) 33-56-90

Емельянов А.М. – д-р техн. наук, проф., зав. каф. высш. математики Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86
Тел.: (84162) 52-66-03

Еналеева-Бандура И.М. – ст. преп. каф. промышленного транспорта и строительства Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-59-92

Еремина С.Л. – д-р экон. наук, проф. каф. организации и технологии высшего профессионального образования Томского политехнического университета, г. Томск
634050, г. Томск, просп. Ленина, 30
Тел.: (83822) 56-35-17

Еремина Т.В. – д-р техн. наук, проф. каф. экологии и безопасности жизнедеятельности Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ
670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в
Тел.: (3012) 43-14-15

Животов О.Н. – дир. территориального градостроительного института «Красноярскгражданпроект», г. Красноярск
660025, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 126
Тел.: (8391) 213-28-33

Жирнова Д.Ф. – канд. биол. наук, доц. каф. агроэкологии и природопользования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Жихарь А.А. – асп. каф. лесных культур Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-19-28

Заделёнов В.А. – канд. биол. наук, доц. каф. биологии и охотоведения Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Зарипов Ш.Г. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии производства в лесном комплексе Лесосибирского филиала Сибирского государственного технологического университета, г. Лесосибирск
662543, г. Лесосибирск, ул. Победы, 29
Тел.: (839145) 6-28-03

Зарипова Н.Ш. – канд. экон. наук, ст. преп. каф. экономики и управления на предприятии Лесосибирского филиала Сибирского государственного технологического университета, г. Лесосибирск
662543, г. Лесосибирск, ул. Победы, 29
Тел.: (839145) 6-28-03

Зарубина О.Н. – инж. каф. геологии и разработки нефтяных месторождений Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск
634050, г. Томск, просп. Ленина, 30
Тел.: (8382) 242-13-52

Захарова Е.В. – канд. биол. наук, доц. каф. техносферной безопасности Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень
625000, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2
Тел.: (83452) 43-07-29

Злобина Е.В. – дизайнер компании «Диамант», г. Красноярск
660049, г. Красноярск, ул. Сурикова, 12
Тел.: (8391) 278-17-57

Идрисова Р.А. – канд. биол. наук, доц. каф. экологии и безопасности жизнедеятельности Чеченского государственного педагогического института, г. Грозный
364037, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. Киевская, 33
Тел.: (88712) 22-43-01

Исаева (Еникеева) И.Г. – мл. науч. сотр. Научно-исследовательского института экологии рыбохозяйственных водоемов, г. Красноярск
660097, г. Красноярск, ул. Парижской коммуны, 33
Тел.: (8391) 252-33-27

Калинин А.Ф. – асп. каф. экологии и безопасности жизнедеятельности Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ
670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в
Тел.: (83012) 43-14-15

Качурин В.В. – асп. каф. эксплуатации машинно-тракторного парка Челябинской государственной агроинженерной академии, г. Челябинск
454080, г. Челябинск, просп. Ленина, 75
Тел.: (8351) 266-65-30

Каячев Г.Ф. – д-р экон. наук, проф. каф. экономики и менеджмента Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 249-75-04

Кислов Д.Е. – канд. физ.-мат. наук, науч. сотр. лаборатории экологии растительного покрова Ботанического сада-института ДВО РАН, г. Владивосток
690024, г. Владивосток, ул. Маковского, 142
Тел.: (8423) 238-80-41

Клеуш В.О. – науч. сотр. Научно-исследовательского института экологии рыбохозяйственных водоемов, г. Красноярск
660097, г. Красноярск, ул. Парижской коммуны, 33
Тел.: (8391) 252-33-27

Клиндух Н.Ю. – канд. техн. наук, доц. каф. инженерных систем зданий и сооружений Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 82
Тел.: (8391) 252-77-79

Клюева О.В. – асп. каф. землеустройства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Коваленко Е.И. – канд. экон. наук, доц. каф. финансов и кредита Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-39-06

Коваленко О.Н. – ст. преп. каф. высш. математики и информатики Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 266-03-88

Ковылин Н.В. – д-р с.-х. наук, проф. каф. лесных культур Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-19-28

Ковылина О.П. – канд. биол. наук, доц. каф. лесных культур Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-19-28

Козина Е.А. – канд. биол. наук, доц. каф. кормления и технологии производства продуктов животноводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391)227-36-09

Козинов Г.Л. – д-р техн. наук, проф. каф. промышленного транспорта и строительства Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 212-24-22

Козлов М.А. – асп. каф. агроэкологии и природопользования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Коновалова В.В. – магистрант каф. с.-х. экологии Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ
670024, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8
Тел.: (83012) 44-26-11

Коновалова Е.В. – канд. с.-х. наук, и.о. доц. каф. с.-х. экологии Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ
670024, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8
Тел.: (83012) 44-26-11

Корпачева С.М. – ст. преп. каф. технологий и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск
630073, г. Новосибирск, просп. Карла Маркса, 20
Тел.: (8383) 346-07-68

Корсунова Т.М. – канд. биол. наук, проф., зав. каф. с.-х. экологии Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ
670024, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8
Тел.: (83012) 44-26-11

Кригер Н.В. – канд. с.-х. наук, проф. каф. агроэкологии и природопользования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Кудинов А.И. – д-р биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории лесоведения Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159
Тел.: (84232) 31-21-21

Кунгс Я.А. – канд. техн. наук, проф. каф. системоэнергетики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Кушалиева Ш.А. – канд. биол. наук, доц. каф. биологии и методики ее преподавания Чеченского государственного педагогического института, г. Грозный
364037, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. Киевская, 33
Тел.: (8712) 33-24-03

Либерман Я.Л. – канд. техн. наук, доц. каф. металлообрабатывающих станков и комплексов Уральского федерального университета, г. Екатеринбург
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19
Тел.: (8343) 375-44-74

Лукиных Г.Л. – д-р с.-х. наук, проф. Уральской государственной архитектурно-художественной академии, г. Екатеринбург
620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 31
Тел.: (8343) 371-14-35

Лукичева С.В. – доц. каф. высш. математики и информатики Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 266-03-88

Максимюк В.А. – канд. техн. наук, доц. каф. общетехнических дисциплин Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86
Тел.: (84162) 49-08-77

Мантаев Х.З. – канд. биол. наук, доц., зав. каф. экологии и безопасности жизнедеятельности Чеченского государственного педагогического института, г. Грозный
364037, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. Киевская, 33
Тел.: (88712) 22-43-01

Мацейчик И.В. – канд. техн. наук, доц. каф. технологий и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск
630073, г. Новосибирск, просп. Карла Маркса, 20
Тел.: (8383) 346-07-68

Мациенко В.Ф. – студ. Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 82
Тел.: (8391) 252-77-79

Миргунова В.Г. – учебный мастер каф. промышленного транспорта и строительства Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-59-92

Михайлов О.А. – канд. техн. наук, доц. каф. проектирования специальных лесных машин Санкт-Петербургского лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
192019, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Тел.: (812) 670-92-46

Мордовченкова Н.В. – д-р экон. наук, проф. Нижегородского государственного инженерно-экономического института, г. Нижний Новгород
603041, г. Нижний Новгород, ул. Спутника, 24а
Тел.: (831) 293-45-08

Надемянов В.Ф. – асп. каф. технологии и машин природообустройства Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-19-28

Николенко П.Г. – доц. каф. сервиса, экспертизы и менеджмента Нижегородского государственного инженерно-экономического института, г. Нижний Новгород
603041, г. Нижний Новгород, ул. Спутника, 24а
Тел.: (831) 293-45-08

Новиков А.Н. – канд. геогр. наук, доц. каф. географии, теории и методики обучения географии Забайкальского государственного университета, г. Чита
672000, г. Чита, ул. Бабушкина, 129
Тел.: (83022) 41-66-00

Новикова М.С. – канд. геогр. наук, мл. науч. сотр. лаборатории экономической и социальной географии Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита
672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16а
Тел.: (83022) 20-61-25

Огородников Е.М. – мл. науч. сотр. Государственного заповедника «Уссурийский» им. В.Л. Комарова ДВО РАН, г. Уссурийск
692519, г. Уссурийск, ул. Некрасова, 1
Тел.: (84234) 32-01-07

Ойдуп Т.М. – канд. социол. наук, ведущий науч. сотр. лаборатории геоинформатики и моделирования процессов Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, г. Кызыл
667007, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117а
Тел.: (839422) 6-62-18

Павловский В.В. – д-р филос. наук, проф. каф. философии, зав. лабораторией социальных проблем молодежи Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Парыгин В.В. – канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории «Пшеница» Иркутской государственной сельскохозяйственной академии, пос. Молодежный
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный
Тел.: (8395) 223-73-30

Плаксин А.М. – д-р техн. наук, проф. каф. эксплуатации машинно-тракторного парка Челябинской государственной агроинженерной академии, г. Челябинск
454080, г. Челябинск, просп. Ленина, 75
Тел.: (8351) 266-65-30

Пляшечник М.А. – мл. науч. сотр. отдела физико-химической биологии и биотехнологии древесных растений Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50
Тел.: (8391) 249-46-14

Полномочнов А.В. – д-р с.-х. наук, руководитель фил. Российского сельскохозяйственного центра по Иркутской области, г. Иркутск
664013, г. Иркутск, ул. Томсона, 3
Тел.: (8395) 247-93-61

Половинкина С.В. – канд. биол. наук, преп. каф. ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры Иркутской государственной сельскохозяйственной академии, г. Иркутск
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный
Тел.: (8395) 223-73-30

Приходько Л.А. – мл. науч. сотр. Якутского ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск
677980, г. Якутск, просп. Ленина, 41
Тел.: (84112) 33-58-12

Ранжурова А.И. – асп. каф. с.-х. экологии Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ
670024, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8
Тел.: (83012) 44-26-11

Реут Г.А. – канд. ист. наук, доц. каф. истории и политологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Решетник Е.И. – д-р техн. наук, доц., зав. каф. технологии переработки продукции животноводства Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86
Тел.: (84162) 49-08-77

Рублёва Т.Ю. – канд. мед. наук, доц. каф. психологии и педагогики с курсом медицинской психологии, психотерапии и педагогики Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск
660022, г. Красноярск, ул. П. Железняка, 1
Тел.: (8391) 221-91-45

Самарин А.С. – асп. каф. философии Гуманитарного института Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 244-86-25

Сасова Л.Е. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. заповедника «Уссурийский» ДВО РАН, с. Каймановка
692532, Приморский край, Уссурийский район, с. Каймановка, ул. Комарова, 2
Тел.: (8423) 439-83-30

Селезнева Г.К. – доц. каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Сигина Е.А. – студ. 5 курса Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск
630073, г. Новосибирск, просп. Карла Маркса, 20
Тел.: (8383) 346-07-68

Симонова Т.А. – магистр каф. водных и наземных экосистем Института фундаментальной биологии и биотехнологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 291-29-42

Скипин Л.Н. – д-р с.-х. наук, проф. каф. техносферной безопасности Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень
625000, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2
Тел.: (83452) 43-07-29

Скрипальщикова Л.Н. – канд. биол. наук, доц., ст. науч. сотр. лаборатории мониторинга леса Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50
Тел.: (8391) 249-44-53

Слива М.Е. – ст. преп. каф. ЛТиПП гуманитарного факультета Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-63-89

Солоненко Н.Н. – асп. каф. финансов и кредита Сибирского государственного аэрокосмического ун-та им. акад. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск
660014, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31
Тел.: (8391) 264-00-14

Сорокина Г.А. – канд. биол. наук, доц. каф. экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 206-21-34

Сорокопудова О.А. – д-р биол. наук, проф. каф. биотехнологии и микробиологии Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
Тел.: (84722) 30-18-80

Старостин Г.И. – канд. физ.-мат. наук, доц. каф. математического обеспечения дискретных устройств и систем Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660001, г. Красноярск, ул. Киренского, 26
Тел.: (8391) 243-55-79

Стасова В.В. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отдела физико-химической биологии и биотехнологии древесных растений Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50
Тел.: (8391) 249-46-14

Субботин М.А. – ассист. каф. экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 206-21-34

Сычев Н.Н. – асп. каф. лесных культур Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-19-28

Табаков Н.А. – д-р с.-х. наук, проф. каф. технологий переработки и хранения продуктов животноводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Тайсумов М.А. – д-р биол. наук, проф., зав. сектором флоры Академии наук Чеченской Республики, г. Грозный
364024, Чеченская Республика, г. Грозный, просп. им. М. Эсамбаева, 13
Тел.: (8871) 222-26-76

Терехова С.А. – канд. с.-х. наук, доц. каф. лесоводства Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-19-28

Тетерина Е.В. – преп. каф. рекламы и культурологии Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск
660037, г. Красноярск, просп. им газеты «Красноярский рабочий», 31
Тел.: (8391) 291-92-67

Тимофеева Я.О. – канд. биол. наук, зав. сектором биогеохимии отдела лесных и почвенных ресурсов Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159
Тел.: (8423) 231-21-29

Типсина Н.Н. – д-р техн. наук, проф. каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Тихова В.Д. – канд. хим. наук, зав. лабораторией микроанализа Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, г. Новосибирск
630090, г. Новосибирск, просп. академика Лаврентьева, 9
Тел.: (8383) 330-65-54

Туман-Никифорова И.О. – канд. ист. наук, доц. каф. гуманитарных наук Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660075, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2
Тел.: (8391) 221-08-98

Умаров М.У. – д-р биол. наук, проф., зав. отд. биологии и экологии Академии наук Чеченской Республики, г. Грозный
364024, Чеченская Республика, г. Грозный, просп. им. М. Эсамбаева, 13
Тел.: (8871) 222-26-76

Урусов В.М. – д-р биол. наук, проф. каф. экологии Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток
690091, г. Владивосток, просп. Океанский, 19
Тел.: (8423) 240-65-68

Усаева Я.С. – канд. биол. наук, доц. каф. биологии и методики ее преподавания Чеченского государственного педагогического института, г. Грозный
364037, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. Киевская, 33
Тел.: (8712) 33-24-03

Федина Л.А. – канд. биол. наук, науч. сотр. заповедника «Уссурийский» ДВО РАН, с. Каймановка
692532, Приморский край, Уссурийский район, с. Каймановка, ул. Комарова, 2
Тел.: (8423) 439-83-30

Фомина Н.В. – канд. биол. наук, доц. каф. агроэкологии и природопользования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-39-06

Фотоков В.О. – зам. начальника архитектурного бюро территориального градостроительного института «Красноярскгражданпроект», г. Красноярск
660025, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 126
Тел.: (8391) 213-28-33

Хамитов Р.С. – канд. с.-х. наук, доц. каф. лесного хозяйства Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии им. Н.В. Верещагина, г. Вологда
160555, г. Вологда, пос. Молочное, ул. Шмидта, 2
Тел.: (8172) 52-47-29

Ханчукаев А.Р. – соискатель сектора флоры Академии наук Чеченской Республики, г. Грозный
364024, Чеченская Республика, г. Грозный, просп. им. М. Эсамбаева, 13
Тел.: (8871) 222-26-76

Ходос Д.В. – д-р экон. наук, и.о. проф. каф. экономики и агробизнеса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-39-06

Холина А.Б. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории биотехнологии Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159
Тел.: (8423) 231-21-29

Цугленок Н.В. – д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАСХН, ректор Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Цыганкова А.В. – асп. каф. инженерных систем зданий и сооружений Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 82
Тел.: (8391) 252-77-79

Чередниченко В.Н. – канд. с.-х. наук, доц. каф. плодоводства, овощеводства и технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Винницкого национального аграрного университета, г. Винница
21008, Украина, г. Винница, ул. Солнечная, 3
Тел.: (80432) 43-72-30

Черепанова С.А. – канд. техн. наук, доц. каф. фундаментальной подготовки Лесосибирского филиала Сибирского государственного технологического университета, г. Лесосибирск
662543, г. Лесосибирск, ул. Победы, 29
Тел.: (839145) 6-28-03

Черноусова Н.Г. – доц. каф. высш. математики и информатики Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 266-03-8

Чугунова Ю.К. – канд. биол. наук, науч. сотр. Научно-исследовательского института экологии рыбохозяйственных водоемов, г. Красноярск
660097, г. Красноярск, ул. Парижской коммуны, 33
Тел.: (8391) 252-33-27

Чухарева Н.В. – канд. хим. наук, доц. каф. транспорта и хранения нефти и газа Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск
634050, г. Томск, просп. Ленина, 30
Тел.: (8382) 241-90-17

Шапоров Р.Ю. – асп. каф. менеджмента Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Шаталов А.Б. – гл. архитектор территориального градостроительного института «Красноярскгражданпроект», г. Красноярск
660025, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 126
Тел.: (8391) 213-28-33

Шилкин С.В. – асп. каф. инженерных систем зданий и сооружений Инженерно-строительного института Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 82
Тел.: (8391) 252-77-79

Широнин Е.С. – асп. каф. менеджмента Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660075, г. Красноярск, ул. Л. Прушинской, 2
Тел.: (8391) 221-63-17

Шишмина Л.В. – канд. хим. наук, доц. каф. геологии и разработки нефтяных месторождений Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск

634050, г. Томск, просп. Ленина, 30
Тел.: (8382) 242-13-52

Шушерина О.А. – канд. пед. наук, проф. каф. управления качеством и математических методов экономики Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск

660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 266-03-88

Яковчик Н.Ю. – магистр каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск

660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Яловега И.Е. – асп. каф. организации и технологии высшего профессионального образования Томского политехнического университета, г. Томск

634050, г. Томск, просп. Ленина, 30
Тел.: (83822) 56-35-17

Янова М.А. – канд. с.-х. наук, доц. каф. технологии хранения и переработки зерна Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск

660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

Ярум А.И. – асп. каф. технологии оборудования бродильных и пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск

660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА

Мордовченкова Н.В., Николенко П.Г. Организационно-экономические механизмы управления технологическими процессами в сельском хозяйстве зарубежных стран (на примере Эстонии)…….. 3

Ойдуп Т.М., Балакина Г.Ф. Социальный тип устойчивого развития региона……. 11

Каячев Г.Ф., Еремина С.Л., Яловега И.Е. Инвестиционная привлекательность высшего образования…. 16

Астраханцева И.А. Управление инвестированным капиталом: методический аспект (сообщение 1)…… 24

Коваленко Е.И., Дьяченко О.Г., Ходос Д.В. Методика определения размера денежной компенсации затрат сельскохозяйственным товаропроизводителям молока Красноярского края…….. 32

УПРАВЛЕНИЕ И БИЗНЕС

Аврамчикова Н.Т., Солоненко Н.Н. Инновационные методы управления персоналом государственной и муниципальной службы……. 36

Булгаков Ю.В., Шапоров Р.Ю. Принципы поиска диагностической функции риска……. 40

Широнин Е.С., Гнедых Н.Н. Современные методики сравнения конкурирующих систем при запуске инновационного продукта……. 46

МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Клюева О.В., Вараксин Г.С. Использование современных программных средств для осуществления взаимодействия кадастровых инженеров и органа кадастрового учета……. 52

Козинов Г.Л., Данилов А.Г., Миргунова В.Г., Старостин Г.И., Еналеева-Бандура И.М. Теоретические основы процесса валки деревьев машинами, снабженными гибкими пильными цепями…….. 55

Гаспарян Г.Д. Моделирование процесса ультразвуковой окорки лесоматериалов……. 61

Еналеева-Бандура И.М., Козинов Г.Л., Миргунова В.Г., Данилов А.Г. Моделирование интегрированных логистических сетей с учетом стохастической составляющей…….. 67

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Беланов И.П., Андроханов В.А. Ресурсы рекультивации и перспективы самовосстановления техногенно нарушеннных территорий угольного разреза «Бунгурский»……. 71

Корсунова Т.М., Коновалова Е.В., Ранжурова А.И., Коновалова В.В. Биотехнологические приемы улучшения урбоземов для оптимизации зеленых насаждений г. Улан-Удэ…….. 76

Фомина Н.В. Микробиологический анализ почвы рекреационных зон красноярской урбоэкосистемы….. 80

Чухарева Н.В., Тихова В.Д., Зарубина О.Н., Шишмина Л.В. Изменение элементного состава и оптических свойств торфа под действием термической модификации……. 85

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Берестенко Е.Н., Кислов Д.Е. Индикация представителей рода *Trapa* L. Приморского края по морфометрическим признакам плодов……. 94

Васильев А.А. Влияние глауконита на фотосинтетическую деятельность и урожайность картофеля…… 100

Демиденко Г.А., Жирнова Д.Ф. Рост и развитие яровой пшеницы при различном режиме увлажнения почвы в вегетационном опыте……... 106

Егорова П.С. К изучению ценопопуляций *Adonis sibirica* Patrin ex Ledeb. в Центральной Якутии……. 112

Лукиных Г.Л. Перспективные сорта низовых многолетних злаковых трав для озеленения в условиях Среднего Урала……. 115

Приходько Л.А., Сорокопудова О.А. Морфологические особенности и индивидуальная изменчивость цветков *Aquilegia glandulosa* Fisch. ex Link в культуре……. 119

Чередниченко В.Н. Эффективность выращивания капусты брокколи в пленочных теплицах…….. 124

Половинкина С.В., Полномочнов А.В., Парыгин В.В. Хозяйственно-биологическая оценка линий яровой пшеницы в конкурсном сортоиспытании……. 128

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

Табаков Н.А., Козина Е.А. Влияние концентрата биологически активных веществ осины на физиологическое состояние и живую массу лабораторных белых мышей……. 133

Гармаева Ж.Ц. Морфофункциональный статус ягнят агинской породы в норме и при гипотрофии…….. 137

ЭКОЛОГИЯ

Бакшеева С.С. Применение неинвазивных методов донозологической диагностики для определения антропогенной нагрузки на организм человека…….. 141

Воронкова Н.М., Бурковская Е.В., Тимофеева Я.О., Холина А.Б. Накопление макроэлементов морской воды листьями галофитов супралиторали Японского моря……. 144

Гаевая Е.В., Захарова Е.В., Скипин Л.Н. Биогеохимия элементов в системе почва–растение–животное в условиях юга Тюменской области…… 149
Голованова Т.И., Валиулина А.Ф., Симонова Т.А. Изучение взаимоотношений растений с C_4-типом метаболизма и грибов рода *Trichoderma*…… 154
Заделёнов В.А., Исаева (Еникеева) И.Г., Клеуш В.О., Чугунова Ю.К. Гидрофауна нижнего течения р. Курейки (бассейн р. Енисей)…… 160
Кригер Н.В., Козлов М.А., Баранов Е.С. Биоиндикация урбоэкосистем по морфофизиологическим признакам хвойных древесных растений…… 166
Сасова Л.Е., Федина Л.А. Трофические связи гусениц булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera, Diurna) в Уссурийском заповеднике…… 168
Скрипальщикова Л.Н., Стасова В.В., Пляшечник М.А. Оценка экологического состояния сосны обыкновенной на урбанизированных территориях Красноярской лесостепи…… 176
Сорокина Г.А., Злобина Е.В., Бондарева Л.Г., Субботин М.А. Оценка возможности использования пистии телорезовидной (*Pistia stratiotes*) и ряски малой (*Lemna minor*) для фиторемедиации водной среды…… 182
Урусов В.М., Варченко Л.И. Об эволюции биоты в береговой зоне дальневосточных морей…… 187
Ханчукаев А.Р., Умаров М.У., Тайсумов М.А., Астамирова М.А., Усаева Я.С., Кушалиева Ш.А., Идрисова Р.А., Мантаев Х.З. Таксономическая структура флоры Терского хребта…… 195
Авдеева Е.В., Надемянов В.Ф. Оценка состояния городской среды методами дендроиндикации…… 199

АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ковылина О.П., Ковылин Н.В., Терехова С.А., Сычев Н.Н., Жихарь А.А. Естественное возобновление лиственницы сибирской *(Larix sibirica ldb.)* в искусственных фитоценозах степи…… 206
Кудинов А.И., Огородников Е.М. О развитии широколиственно-хвойного участка леса с доминированием ели в заповеднике «Уссурийский» Южного Приморья…… 211
Хамитов Р.С. Влияние географической изоляции на структуру популяций кедра сибирского по форме семенной чешуи…… 217

ТЕХНИКА

Ву Хай Куан, Валяжонков В.Д., Михайлов О.А. Повышение топливо-экономических показателей трелевочного трактора путём оптимизации параметров трансмиссии…… 221
Плаксин А.М., Качурин В.В. Закономерности изменения полезных трудозатрат мобильного звена по восстановлению работоспособности полевых агрегатов…… 228
Либерман Я.Л., Боярских Ю.Д., Горбунова Л.Н. К оценке экономического эффекта от повышения долговечности подшипников качения в рабочих машинах…… 237

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ

Клиндух Н.Ю., Цыганкова А.В., Шилкин С.В. Моделирование гидропривода в среде «MATLAB+Simulink»…… 243
Бастрон А.В., Кунгс Я.А., Мациенко В.Ю., Шаталов А.Б., Цугленок Н.В., Янова М.А. Разработка энергоэффективных домов и производственных помещений сельскохозяйственного назначения для крестьянских (фермерских) хозяйств с использованием возобновляемых источников энергии…… 249
Бастрон А.В., Животов О.Н., Кунгс Я.А., Фотоков В.О., Цугленок Н.В., Шаталов А.Б., Янова М.А. О техническом задании к проектам производственных помещений и жилых домов для крестьянских и фермерских хозяйств с использованием возобновляемых источников энергии…… 253
Зарипов Ш.Г., Зарипова Н.Ш. Энергетическая характеристика низкотемпературного процесса сушки лиственничных пиломатериалов…… 257

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ

Гуленкова Г.С. Особенности биохимического состава плодов облепихи…… 262
Дойко И.В. Накопление биологически активных веществ в Echinacea purpurea L. Moench. при искусственных условиях выращивания…… 266
Мацейчик И.В., Корпачева С.М., Сигина Е.А. Разработка рецептур и исследование кулинарных изделий из кальмара с растительными добавками…… 268
Решетник Е.И., Максимюк В.А., Емельянов А.М. Совершенствование технологии поликомпонентных продуктов на основе комбинирования молочного и зернового сырья…… 273
Типсина Н.Н., Селезнева Г.К. Применение полуфабрикатов из крыжовника в кондитерской промышленности…… 278
Типсина Н.Н., Яковчик Н.Ю. Исследование черники…… 283

Ярум А.И. Совершенствование технологии переработки зерна гречихи на основе нового оборудования…….. 285
ОХРАНА ТРУДА
Еремина Т.В., Калинин А.Ф. Метод математического моделирования травмоопасных ситуаций при эксплуатации ручных электрических машин…….. 292
ИСТОРИЯ, КУЛЬТУРОЛОГИЯ И СОЦИОЛОГИЯ
Тетерина Е.В. Энтропийные процессы в социальной сфере……... 297
Реут Г.А. Организация принудительного труда в закрытых городах Сибири в 1950–1960-х гг…….. 299
Рублёва Т.Ю., Гордиец А.В., Галактионова М.Ю. Результаты социологического исследования по оценке уровня наркотизации среди учащихся техникумов и студентов вузов г. Красноярска…….. 306
Слива М.Е. К вопросу о невербальных средствах передачи информации……. 311
Туман-Никифорова И.О. Социальная мобильность купеческого сословия Енисейской губернии (вторая половина XIX – начало XX вв.)……. 315
ФИЛОСОФИЯ
Самарин А.С. Трансформация марксистской концепции субъекта в современной философии…….. 322
ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Бабий Т.Я., Черноусова Н.Г., Лукичева С.В., Коваленко О.Н. О некоторых средствах реализации компетентностного подхода в преподавании математики в техническом вузе……... 325
Новиков А.Н., Новикова М.С. Объединение университетов: судьба педагогического географического образования……. 331
Шушерина О.А., Черепанова С.А. Формирование исследовательской компетенции бакалавров направлений подготовки «Технология производства»…….. 335
Павловский В.В. Система образования в Красноярском крае: камо грядеши?..... 341
ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
Газизов Р.М. Сельские территории: понятие, типология, функции……... 348
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ…….. 352