

ISSN 1819-4036

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Красноярский государственный аграрный университет

# ***В Е С Т Н И К КрасГАУ***

Выпуск 7

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*
- 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*
- А.С. Донченко* – д-р вет. наук, акад., председатель СО Россельхозакадемии – *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. Луценко*, 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. РАЕН  
*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. Челелев*, 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

Редакторы *Т.М. Мастрич*  
*В.А. Сорокина*  
Компьютерная верстка *А.А. Иванов*

---

Подписано в печать 05.07.2013      Формат 60x84/8  
Тираж 250 экз.      Заказ № 629  
Усл.п.л. 41,0

---

Подписной индекс 46810 в Каталоге «Газеты. Журналы» ОАО Агентство «Роспечать»  
Издается с 2002 г.

*Вестник КрасГАУ. – 2013. – №7 (82).*

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77-14267 от 06.12.2002 г.  
ISSN 1819-4036



УДК 631.158:331.5

Л.В. Горнин, Р.В. Захаров, Н.М. Едренкина

## РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА СЕЛЕ

Проведен анализ состояния социальной инфраструктуры села, даны предложения по её развитию на основе проведения социологических и экспертных исследований осуществления Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 годы.

**Ключевые слова:** социальная инфраструктура, жилые дома, общеобразовательные школы, детские дошкольные учреждения, учреждения культуры клубного типа, водопроводные сети, газовые сети, автомобильные дороги.

L.V. Gornin, R.V. Zakharov, N.M. Edrenkina

## THE RURAL SOCIAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT

The analysis of the rural social infrastructure is conducted, the offers on its development are given based on the sociological and expert studies of the State program implementation of agricultural development and regulation of agricultural product markets, raw materials and food for 2008–2012.

**Key words:** social infrastructure, housing, general schools, children preschool centers, club type cultural institutions, water-supply pipeline networks, gas networks, automobile roads.

**Введение.** Развитие социальной инфраструктуры села является не только насущной проблемой, связанной с поиском реальных источников ее финансирования, но и проблемой перспективного характера, определяющей необходимость осуществления реформ социальной сферы в условиях трансформации экономических отношений. В этой связи решение задач по развитию социальной инфраструктуры во многом определяет успешное ее развитие как на данный момент времени, так и на перспективу.

**Цель исследования.** Изучить развитие социальной инфраструктуры села.

Для достижения поставленной цели решены **следующие задачи** – проведен анализ состояния социальной инфраструктуры села, даны предложения по развитию социальной инфраструктуры.

**Методы проведения исследований.** Для решения поставленных задач использовались различные методы исследования: абстрактно-логический, системного анализа, экономико-статистический; факторный, монографический, расчетно-конструктивный и др. Методологическую основу составили комплексный, программно-целевой, нормативный, интегрированный и системный подходы при решении определенных задач.

**Результаты исследований.** На протяжении исследуемого периода (2005–2010 гг.) в Сибирском федеральном округе произошло некоторое улучшение социальной инфраструктуры села. Так, объемы строительства жилья увеличились на 71,6 %. В таких регионах, как республики Тыва, Хакасия, Забайкальский край, Омская область, ввод в действие жилых домов увеличился в два и более раза. Из регионов округа только в Томской области снизился этот показатель на 2,7 % (табл.1).

Жилой фонд округа составлял 413 млн м<sup>2</sup>. Обеспеченность сельского населения жилой площадью увеличилась на 1,5 м<sup>2</sup> и составила 21,4 м<sup>2</sup> на одного жителя.

Ввод в действие учреждений культуры клубного типа увеличился в два раза, ввод в действие водопроводных сетей – на 23,1 %, автомобильных дорог – на 10,5 % [1].

Однако за период с 2005 по 2010 год произошло снижение ввода в действие общеобразовательных школ на 17,8 %. Ввода в действие общеобразовательных школ не было в республиках Тыва, Хакасия, Забайкальском крае, Кемеровской и Омской областях (табл.1).

В результате сокращения сети общеобразовательных школ и отсутствия организационной доставки детей к ним обострилась проблема доступности общего образования в сельской местности. Характеризуя в целом возможности образования сельской молодежи, нужно отметить, что они намного ниже, чем у городской. Поэтому уже на данном этапе формируются миграционные настроения молодежи, так как большинство из них связывают возможность улучшения жизни с получением качественного образования.

Таблица 1

**Ввод в действие жилых домов, общеобразовательных школ в сельской местности**

Регион	Жилые дома, тыс.кв.м			Общеобразовательные школы, учебных мест		
	2005 г.	2010 г.	2010 к 2005 г., %	2005 г.	2010 г.	2010 к 2005 г., %
Российская Федерация	9473,4	14736,9	155,6	28557	20208	70,8
СФО	684,8	1175,2	171,6	3678	3023	82,2
Республики:						
Алтай	26,9	35,2	130,9	504	381	75,6
Бурятия	69,1	96,6	139,8	120	594	В 5 раз
Тыва	3,4	20,0	В 6 раз	186	-	-
Хакасия	6,6	18,7	В 2,8 раз	0,0	-	-
Края:						
Алтайский	130,0	212,8	163,7	614	352	57,3
Забайкальский	15,9	35,0	В 2,2 раз	350	-	-
Красноярский	74,0	121,5	164,2	490	475	96,9
Области:						
Иркутская	47,3	49,1	103,8	974	452	46,4
Кемеровская	116,7	170,6	146,2	150	-	-
Новосибирская	67,0	138,8	207,2	90	490	В 5 раз
Омская	83,3	233,4	В 2,8 раз	0,0	-	-
Томская	44,6	43,4	97,3	200	279	139,5

Крайне негативно сказывается на реализации политики сельского развития сокращение мероприятий по программе «Социальное развитие села» (табл. 2) [2]. Многие проблемы обеспечения государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей до сих пор остались нерешенными.

Проведенный анализ со всей очевидностью свидетельствует об углублении социальных процессов в сельской местности и доказывает особую важность разработки и осуществления адекватной социальной политики. Вопросы улучшения среды обитания для жителей, проживающих в сельской местности, создания условий для полноценного труда и отдыха в определенной степени призвана решать Федеральная целевая программа «Социальное развитие села до 2013 года».

Таблица 2

**Выполнение Федеральной целевой программы «Социальное развитие села до 2013 г.»**

Регион	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2010 к 2009 г., %
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Ввод в действие жилых домов, кв. м</i>							
Российская Федерация	1651,6	2276,9	2101,83	1760,17	1392,42	1267,33	91,0
СФО	237,0	209,9	253,48	95,8	191,17	150,74	78,9

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Ввод в действие общеобразовательных школ, учебных мест</i>							
Российская Федерация	16538	9894	8592	9164	5218	4589	87,9
СФО	300	435	0,0	80	725	440	60,7
<i>Ввод в действие детских дошкольных учреждений, мест</i>							
Российская Федерация	312	430	0	210	405	-	-
СФО	0,0	0,0	0	0	330	-	-
<i>Ввод в действие клубов и домов культуры, мест</i>							
Российская Федерация	7190	300	550,0	1150	1464	480	32,8
СФО	450	0,0	0,0	0,0	433	80	18,5
<i>Ввод в действие водопроводных сетей, км</i>							
Российская Федерация	856,0	1433,3	1400,46	1800,74	2147,61	2866,01	133,5
СФО	52,7*	76,2	103,85	118,80	199,95	283,40	141,7
<i>Ввод в действие газовых сетей, км</i>							
Российская Федерация	7202,02	4791,41	4824,46	5977,43	4838,87	5161,23	106,7
СФО	211,65	255,44	309,19	430,81	427,3	552,98	129,4
<i>Ввод в действие автомобильных дорог, км</i>							
Российская Федерация	628	204	347,32	482,25	120,97	65,26	53,9
СФО	13	5	56,70	0,0	10,0	-	-

Сегодня подготовлена Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы, в состав которой входят федеральные целевые программы по проблеме социального развития сельских территорий:

ФЦП «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» повторяет мероприятия ФЦП, делая акцент:

- на диверсификацию сельской экономики;
- улучшение жилищных условий сельского населения и обеспечение жильем молодых семей, молодых специалистов на селе;
- развитие социальной и инженерной инфраструктуры в сельской местности;
- поддержку комплексной компактной застройки и благоустройства сельских поселений в рамках пилотных проектов;
- поддержку местных инициатив, направленных на улучшение условий жизнедеятельности сельского населения;
- формирование позитивного отношения к селу и сельскому образу жизни.

Анализ социологических и экспертных исследований осуществления Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 годы (Госпрограмма), проводимый на территории Сибири (2008–2009 гг.) СибНИИ-ЭСХ, показал, что ключевыми проблемами в реализации мероприятий по устойчивому развитию села являются недостаточное финансирование из бюджетов федерального и регионального уровня, проблемы бюрократического характера и недостаточная информированность потенциальных участников Госпрограммы [3].

Для преодоления этого препятствия необходимо:

- сохранять и увеличивать объемы финансирования, предусмотренные первоначальным вариантом Госпрограммы;
- создать условия участникам Госпрограммы для уменьшения ставок по кредитам, особенно ипотечным;
- расширять направления поддержки путем включения оплаты части стоимости проектно-сметной документации;
- создать необходимые условия и дать возможность сельским жителям самим заработать средства для строительства жилья и жизнеобеспечивающих коммуникаций;

- упростить процедуры оформления заявок, кредитов, субсидий по принципу «одного окна»; улучшить работы консультационных и информационных служб;
- централизованно финансировать (или субсидировать финансирование) разработку для сельских поселений генеральных планов застройки и развития сельских поселений с точным указанием сроков исполнения, источников финансирования, обоснования водо-, газо- и электроснабжения, очистных сооружений, выделения зон отдыха, строительства и ремонта дорог;
- расширять меры поддержки водоснабжения за счет включения мероприятий по водоотведению;
- упростить процедуры выдела участков под индивидуальное жилищное строительство и регистрации прав собственности на землю;
- подготовить и распространить среди сельских жителей методические материалы по правильному оформлению пакета документов, необходимого для участия в мероприятиях по жилищному строительству, газификации, водоснабжению;
- продолжать информирование населения через средства массовой информации федерального и регионального уровня.

Для того чтобы молодые семьи хотели жить на селе, им нужно не только жилье, но и социальная инфраструктура.

По-прежнему актуальна проблема разработки механизмов финансовой поддержки местных бюджетов по реализации мероприятий Госпрограммы газификации и водоснабжения из бюджетов вышестоящих уровней, на оформление документации строительства водопроводов, газовых сетей и иных инженерных сетей, а также на разработку и распространение типовой проектно-сметной документации.

Целесообразны разработка механизмов поддержки организаций сельского строительного комплекса, создание условий для расширения предложения строительных услуг, разработка типовых проектов сельского жилища по доступным ценам.

Решение задач региональной социальной политики требует использования экономических, социальных и административных мер на уровне государства. В первую очередь это касается экономических мер государственной поддержки и регулирования: налогообложения, кредитной политики, природной, транспортной и другой ренты, сверхприбыли монополий, социальной нагрузки центра и регионов, доходов населения, тарифов на услуги населения, жилищной ипотеки.

Что касается административных мер, то это прежде всего ответственность правительства за развитие человеческого потенциала и распределение социальной ответственности между государством, бизнесом и населением.

### **Выводы**

На протяжении исследуемого периода происходит некоторое улучшение социальной инфраструктуры села. В Сибирском федеральном округе объемы строительства жилья увеличились. Однако остается много нерешенных проблем по развитию социальной инфраструктуры. Для того чтобы молодые семьи хотели жить на селе, им нужно не только жилье, но и социальная инфраструктура.

По-прежнему актуальна проблема разработки механизмов финансовой поддержки местных бюджетов по реализации мероприятий Госпрограммы газификации и водоснабжения из бюджетов вышестоящих уровней, на оформление документации строительства водопроводов, газовых сетей и иных инженерных сетей, а также на разработку и распространение типовой проектно-сметной документации.

### **Литература**

1. Агропромышленный комплекс России в 2010 г.: стат. сб. /МСХ РФ. – М., 2011. – 622 с.
2. Регионы России. Социально-экономические показатели в 2011: стат. сб. / Росстат. – М., 2011. – 990 с.
3. *Першукевич П.М.* Социально-экономическое развитие сельских поселений Сибири и занятость их населения. – Новосибирск, 2011. – 64 с.



## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Статья посвящена проблеме определения эффективности принимаемых решений. Рассмотрена методика определения эффективности сравниваемых систем с использованием комплекса экономических и инновационных показателей.

**Ключевые слова:** эффективность, инновационные показатели, экономические показатели, промышленный объект.

E.V. Maramokhina, F.F. Yurlov

## THE INNOVATIVE ECONOMIC EFFICIENCY COMPARATIVE ASSESSMENT OF INDUSTRIAL FACILITY FUNCTIONING

The article is devoted to the problem of determination of made decisions efficiency. The technique for determination of compared system efficiency with the use of the economic and innovative indicator complex is considered.

**Key words:** efficiency, innovative indicators, economic indicators, industrial facility.

**Введение.** В настоящее время одним из важнейших направлений развития страны является инновационное. Особое значение при этом приобретает проблема определения эффективности принимаемых решений. Сложность решения данной проблемы заключается прежде всего в том, что анализируемые экономические системы характеризуются набором показателей, которые имеют противоречивый характер, при котором улучшение одного показателя приводит к ухудшению других показателей [1].

В качестве сравниваемых систем могут выступать проекты, предприятия, отрасли промышленности и другие промышленные объекты. В данной статье предлагается методика сравнительной оценки инновационно-экономической эффективности указанных систем. Под инновационно-экономической эффективностью промышленного объекта понимается достижение им максимально возможного уровня эффективности экономических и инновационных показателей. Таким образом, в настоящей работе для определения эффективности сравниваемых систем используются наборы экономических и инновационных показателей. К экономическим показателям относятся выручка, прибыль, рентабельность продаж, коэффициент ликвидности, кредиторская задолженность и др. В качестве инновационных показателей выступают объем отгруженных инновационных товаров, работ, услуг; затраты на технологические, маркетинговые и организационные инновации; количество приобретенных и переданных организацией новых технологий и т.п. При этом эффективность принимаемых решений определяется с учетом возможных экономических и инновационных показателей в комплексе. Это является отличительной особенностью данной статьи.

Предлагаемая методика оценки инновационно-экономической эффективности функционирования анализируемых систем представляет собой осуществление ряда шагов, приведенных ниже.

1. Определение целей анализа ( $\zeta_i$ )

$$\zeta = \{\zeta_i\}, i = \overline{1, n}.$$

В качестве целей  $\zeta_i$  могут выступать определение эффективности инвестиций, оценка экономического состояния экономических систем, формирование программ развития предприятий и т.п.

2. Выбор средств достижения целей ( $X_j$ )

$$X = \{X_j\}, j = \overline{1, J}.$$

Средствами достижения целей  $X_j$  могут являться организационные, финансовые, управленческие и иные факторы.

3. Определение объектов анализа ( $O_{Al}$ )

$$O_A = \{O_{Al}\}, l = \overline{1, L}.$$

В качестве объектов анализа  $O_{Al}$  могут выступать бизнес-единицы, предприятия, интегрированные производственные структуры, отрасли промышленности и т.п.

4. Формирование экономических показателей эффективности рассматриваемых систем ( $K_{эi}$ ) [2]

$$K_{э} = \{K_{эi}\}, i = \overline{1, I}.$$

Показатели  $K_{эi}$  могут представлять выручку, прибыль, рентабельность продаж, коэффициент ликвидности, кредиторскую задолженность и др.

5. Определение набора инновационных показателей ( $K_{иj}$ ) [2]

$$K_{и} = \{K_{иj}\}, j = \overline{1, J}.$$

В качестве инновационных показателей могут выступать объем отгруженных инновационных товаров, работ, услуг; затраты на технологические, маркетинговые и организационные инновации; количество приобретенных и переданных организацией новых технологий и т.п.

6. Устранение разной размерности экономических показателей [2]. С этой целью используются различные подходы. В частности, в качестве безразмерных экономических показателей можно использовать показатели вида

$$K_{эi}' = \frac{K_{эi}}{K_{эi}^B}, \quad (1)$$

где  $K_{эi}^B$  – базовое значение  $i$ -го показателя.

7. Устранение разной размерности инновационных показателей путем определения безразмерных показателей вида [2]

$$K_{иj}' = \frac{K_{иj}}{K_{иj}^B}, \quad (2)$$

где  $K_{иj}^B$  – базовое значение инновационного  $i$ -го показателя.

8. Ранжирование экономических безразмерных показателей путем определения рангов:  $R_1(K_{э1}), R_2(K_{э2}) \dots R_n(K_{эn})$ .

9. Ранжирование инновационных безразмерных показателей путем определения рангов:  $R_1(K_{и1}), R_2(K_{и2}) \dots R_m(K_{им})$ .

10. Определение коэффициентов важности (весомости) экономических показателей [2]

$$\gamma_{эi} = \frac{2(N - R_{эi} + 1)}{(N + 1)N}, \quad (3)$$

где  $N$  – количество экономических показателей;  $R_{эi}$  – ранг  $i$ -го показателя.

11. Определение коэффициентов важности (весомости) инновационных показателей [2]

$$\gamma_{uj} = \frac{2(N - R_{uj} + 1)}{(N + 1)N}, \quad (4)$$

где  $R_{uj}$  – ранг  $j$ -го инновационного показателя.

12. Определение экономической эффективности  $E_э$  анализируемых систем с учетом коэффициентов важности и значений безразмерных экономических показателей осуществляется с использованием формулы [2]

$$E_э = \sum_{i=1}^n \gamma_{эi} K'_{эi}. \quad (5)$$

13. Определение инновационной эффективности  $E_и$  рассматриваемых систем осуществляется по формуле [2]

$$E_и = \sum_{j=1}^m \gamma_{uj} K'_{uj}. \quad (6)$$

14. Выбор наиболее эффективного экономического решения, имеющего максимум  $E_э$ , т.е. определение объекта  $O^0_A$ , при котором достигается максимальное значение, т.е.  $O_A (E_{эmax})$ .

15. Выбор наиболее эффективного инновационного решения, при котором обеспечивается максимальное значение  $E_и$ , т.е. определение  $O_A (E_{имax})$ .

16. Сравнительный анализ экономического и инновационного решения.

На рисунке 1 приведена блок-схема, реализующая представленную процедуру выбора эффективных экономических решений для случая, когда анализируется единственный объект (например, предприятие, проект, вид деятельности).

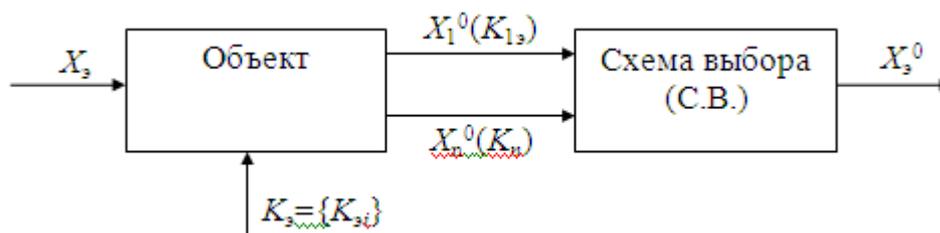


Рис. 1. Блок-схема выбора эффективных экономических решений при анализе единственного объекта

На рисунке 1 используются следующие обозначения:  $X_э$  – набор управляемых факторов, используемых при оценке экономической эффективности объекта;  $K_э$  – множество экономических показателей эффективности объекта;  $X_i^0 (K_{iэ})$  – оптимальные решения, получаемые при применении  $i$ -го показателя; С.В. – схема, предназначенная для выбора наиболее эффективного решения при наличии противоречивых показателей;  $X_э^0$  – результирующее оптимальное решение на выходе схемы выбора.

Схема выбора может использовать различные способы согласования решений при наличии противоречивых критериев.

На рисунке 2 изображена блок-схема оценки сравнительной эффективности нескольких объектов (сравниваемых систем) с использованием экономических показателей.



Рис. 2. Блок-схема оценки сравнительной эффективности нескольких объектов с использованием экономических показателей

В данной схеме введены следующие обозначения:  $X_{1i}^0(K_i)$  – оптимальное решение для первого объекта и  $i$ -го показателя экономической эффективности;  $X_{nm}^0(K_{ns})$  – оптимальное решение для объекта с номером  $m$  и показателем  $K_{ns}$ ; (С.В.)<sub>з1</sub> – схема выбора оптимального решения для первого объекта; (С.В.)<sub>зн</sub> – схема выбора оптимального решения для объекта с номером  $m$ . О.С.В. – общая схема выбора, предназначенная для сравнения оптимальных решений, которые получаются на выходе схем выбора (С.В.)<sub>з1</sub> и (С.В.)<sub>зн</sub>;  $X_{сп}^0$  – результирующее оптимальное решение, которое получается на выходе общей схемы выбора.

При использовании схемы, представленной на рисунке 2, возможны следующие ситуации.

Ситуация 1. Все оптимальные решения, которые получаются при оценке эффективности каждого объекта, совпадают. В данном случае отсутствует необходимость согласования решений с помощью схем выбора.

Пример 1. Допустим, что в качестве экономических показателей предприятия выступают показатели рентабельности продукции  $R_1$  и рентабельности продаж  $R_2$ .

Рентабельность продукции определяется по формуле

$$R_1 = \frac{\Pi(x)}{TC(x)} = \frac{TR(x) - TC(x)}{TC(x)}, \quad (7)$$

где  $\Pi(x)$  – прибыль;

$TC(x)$  – валовые издержки;

$TR(x)$  – валовый доход.

Условие максимума  $R_1$  записываем в виде формулы

$$\frac{dR_1(x)}{dx} = 0. \quad (8)$$

Из формулы (8) следует выражение

$$TC(x) \frac{dTR(x)}{d(x)} = \frac{dTC}{dx} TR(x). \quad (9)$$

Выражение для определения показателя  $R_2$  представлено формулой

$$R_2 = \frac{\Pi(x)}{TR(x)} = \frac{TR(x) - TC(x)}{TR(x)}. \quad (10)$$

Условие максимума  $R_2$  после взятия производной и приравнивания ее к нулю запишем в виде

$$TC(x) \frac{dTR(x)}{d(x)} = \frac{dTC}{dx} TR(x). \quad (11)$$

Выражения (9) и (11) совпадают. Следовательно, совпадает максимизация показателей рентабельности продаж и рентабельности себестоимости предприятия.

Ситуация 2. Оптимальные решения, полученные при применении каждого показателя, различны.

Пример 2. Осуществляется максимизация показателей прибыли и рентабельности предприятия.

Условие максимума прибыли запишем формулой

$$\frac{d\Pi(x)}{d(x)} = 0. \quad (12)$$

Из формулы (12) следует

$$\frac{dTR(x)}{d(x)} = \frac{dTC(x)}{dx}. \quad (13)$$

Данное условие не совпадает с условием максимума рентабельности предприятия.

На рисунке 3 представлена блок-схема определения сравнительной эффективности нескольких объектов с применением инновационных показателей.

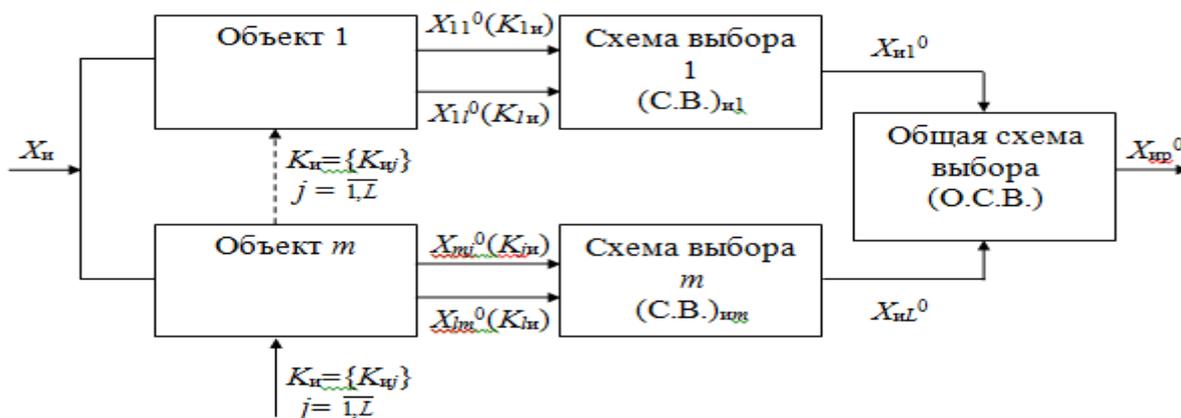


Рис. 3. Блок-схема оценки сравнительной эффективности нескольких объектов с использованием инновационных показателей

Несмотря на внешнее сходство схем, представленных на рисунках 2 и 3, их реализация будет различной, так как для оценки экономической и инновационной эффективности используются (в общем случае) различные критерии (показатели). Соответственно, различными могут быть и схемы выбора оптимальных экономических и инновационных решений.

При определении управляемых факторов (векторов управления)  $X_з$  и  $X_и$  возможны следующие ситуации:

1. Управляемые экономические и инновационные факторы являются одинаковыми.

2. Управляемые экономические и инновационные факторы различны.

В обоих случаях в ситуациях, когда оптимальные экономические и инновационные решения оказываются различными, потребуется согласование указанных решений.

**Выводы.** Несмотря на наличие значительного количества научных работ, посвященных оценке эффективности инноваций, в настоящее время имеется необходимость дальнейшего развития теории и практики выбора эффективных инновационных решений.

В существующей научной литературе недостаточно исследованы вопросы, связанные с моделированием экономических и инновационных процессов, имеющих прикладной характер и относящихся к промышленным объектам (предприятиям, видам деятельности, отраслям промышленности и т.п.).

В настоящей работе предложена методика оценки инновационно-экономической эффективности промышленных объектов различного назначения по совокупности экономических и инновационных показателей.

### Литература

1. Болоничева Т.В., Котомина Н.Г., Юрлов Ф.Ф. Методологические аспекты и инструментарий принятия эффективных решений при оценке инновационной деятельности экономических систем. – Н.Новгород: Изд-во Нижегород. гос. техн. ун-та, 2010. – 226 с.
2. Болоничева Т.В., Котомина Н.Г., Юрлов Ф.Ф. Оценка эффективности инновационной деятельности экономических систем и выбор предпочтительных решений в условиях неопределенности и многокритериальности. – Н.Новгород: Изд-во Нижегород. гос. техн. ун-та, 2012. – 199 с.



УДК 338.2:338.012

А.В. Орлов

### ПРОГНОЗ ЭКСПОРТА НЕФТИ ИЗ РОССИИ

*Проведен анализ состояния и современных тенденций развития экспорта нефти из России. Представлены результаты прогнозирования экспорта нефти из России в страны дальнего и ближнего зарубежья, выполненного с помощью статистического программного пакета Statgraphics.*

**Ключевые слова:** нефть, потребление нефти, экспорт нефти, инвестиции, прогноз.

A.V. Orlov

### THE FORECAST OF OIL EXPORT FROM RUSSIA

*The analysis of the condition and modern trends of development in the oil export from Russia is carried out. The forecasting results of the oil export from Russia to the distant and the near foreign countries executed by means of statistical software package Statgraphics are presented.*

**Key words:** oil, oil consumption, oil export, investment, forecast.

---

Обладая мощным ресурсным потенциалом, нефтяной комплекс обеспечивает около 40% производства первичных энергоресурсов в России, во многом определяет специализацию страны в международном разделении труда. Пятая часть валового внутреннего продукта (ВВП) России и до 65% экспорта в последние пять лет были обеспечены предприятиями топливно-энергетического комплекса (ТЭК). За последние пять лет ТЭК России показал себя как наиболее работоспособный комплекс российской экономики, обеспечивший 20% ВВП, 25% отчислений в бюджет, 25–30% объема новых инвестиций и 60–65% российского экспорта.

Экспорт нефти является основной статьей товарных поставок из России на международные рынки. На протяжении всей современной истории наша страна выступает крупным экспортером, контролируя 12–14% мирового нефтяного рынка [1–3].

Согласно данным Центрального диспетчерского управления топливно-энергетического комплекса (ЦДУ ТЭК) Минэнерго РФ, экспорт нефти из РФ в 2012 году сократился на 1% по сравнению с 2011 годом и составил 239,644 млн т.

По экспорту нефти Россия занимает второе место в мире. По данным ежегодного обзора THE CIA WORLD FACTBOOK 2011, экспорт нефти из России составляет 13,5 % от общемирового объема (рис. 1).

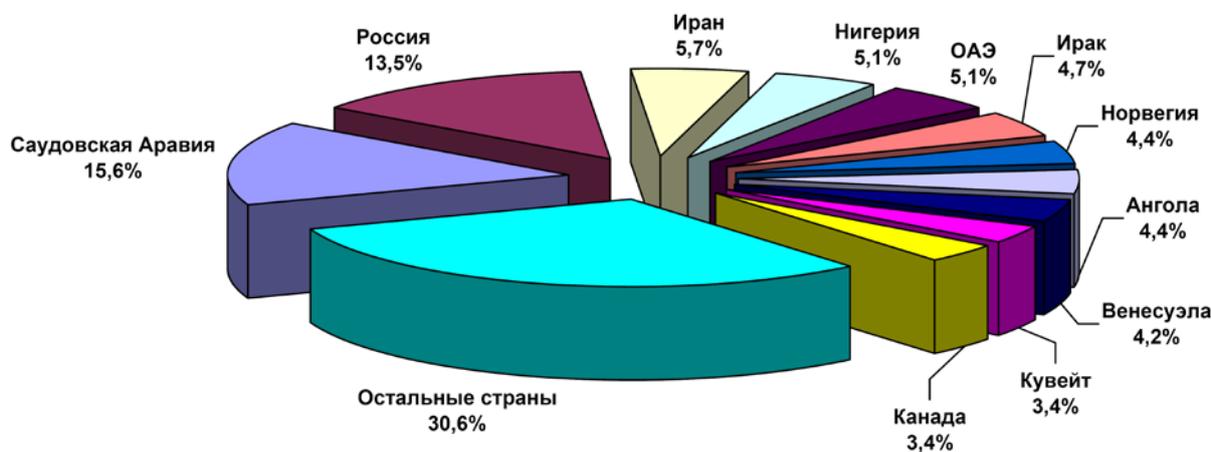


Рис. 1. Экспорт нефти на 1 января 2012 г.  
Источник: THE CIA WORLD FACTBOOK 2011

Динамика экспорта нефти показывает стабильный рост с 1999 года (рис. 2). Однако с 2005 года экспорт нефти стал постепенно снижаться, так как цены на нефть внутри России оказались вполне конкурентными по отношению к международным рынкам. Таким образом, внутренний рынок оказался более чем на 30 долл. за тонну привлекательнее экспорта. По этой причине некоторые компании перенаправили свои экспортные партии на внутренний рынок. Сокращение произошло в основном за счет снижения поставок в страны СНГ, а также по железной дороге – наиболее затратному виду транспортировки нефти.

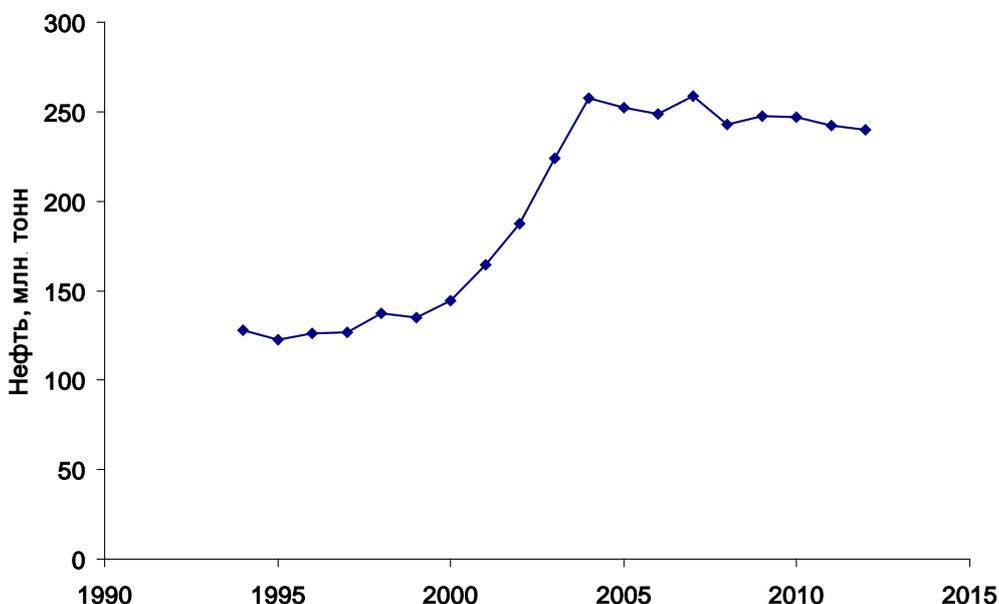


Рис. 2. Экспорт нефти из России в 1994–2012 гг., млн т  
Источник: Росстат

С 2000 по 2012 г. экспорт российской нефти вырос в 1,66 раза с 144,5 до 239,4 млн. тонн в год. В 2012 г. экспорт нефти из России в дальнее зарубежье снизился на 0,3%, составив 211,48 млн. тонн. В 2011 году примерно 75,4% экспорта нефти из России в дальнее зарубежье приходится на страны Европы; 19,8% – на государства Азии и Африки; 4,8% - на государства Северной и Южной Америки, Океании (табл.1) Европейский рынок потребляет основной объем российских поставок нефти. Крупнейшими импортерами являются Нидерланды – 41,6 млн т, Польша – 22,6 млн т, Италия – 22,1 млн т, Германия – 21,1 млн т, Финляндия – 8,2 млн т.

Таблица 1

Поставки нефти из России на основные мировые рынки в 2011 г.

Направление поставок	млн т	Процент
Европа	161,8	75,4
Азия и Африка	42,4	19,8
Северная и Южная Америка, Океания	10,2	4,8
Всего	214,4	100

Источник: ФТС, Таможенная статистика внешней торговли.

На эти страны в 2011 году приходилось 115,6 млн т, или 53,9 % суммарного объема экспорта нефти на европейский рынок.

Европейский рынок нефти особенно важен в силу его географической близости к России. В последние годы развитие взаимоотношений с партнерами происходит на фоне серьезных геополитических изменений и стремления стран к диверсификации источников поставок энергоносителей.

В 2011 году на рынок Азии и Африки поставлялось 42,4 млн т нефти, экспортируемой из России. Крупнейшими импортерами являются КНР – 21,3 млн т, Южная Корея – 9,9 млн т, Япония – 7,1 млн т. В эти страны в 2011 г. поступило 38,3 млн т, или 90,3 % российской нефти, реализуемой в данных регионах.

Крупнейшими импортерами нефти из России на рынке Северной и Южной Америки, Океании в 2011 году являлись США – 6,9 млн т, Филиппины – 1,4 млн т и Сингапур – 0,9 млн т. На эти страны в 2011 году приходилось 9,2 млн т, или 90,2 % суммарного объема экспорта нефти на рынок Северной и Южной Америки, Океании [4].

В 2012 году экспорт нефти из России в ближнее зарубежье сократился на 5,7% и составил 28,17 млн т. Это составляло 11,8% экспорта нефти из России. Динамика и прогноз экспорта нефти в ближнее зарубежье представлены на рисунке 3.

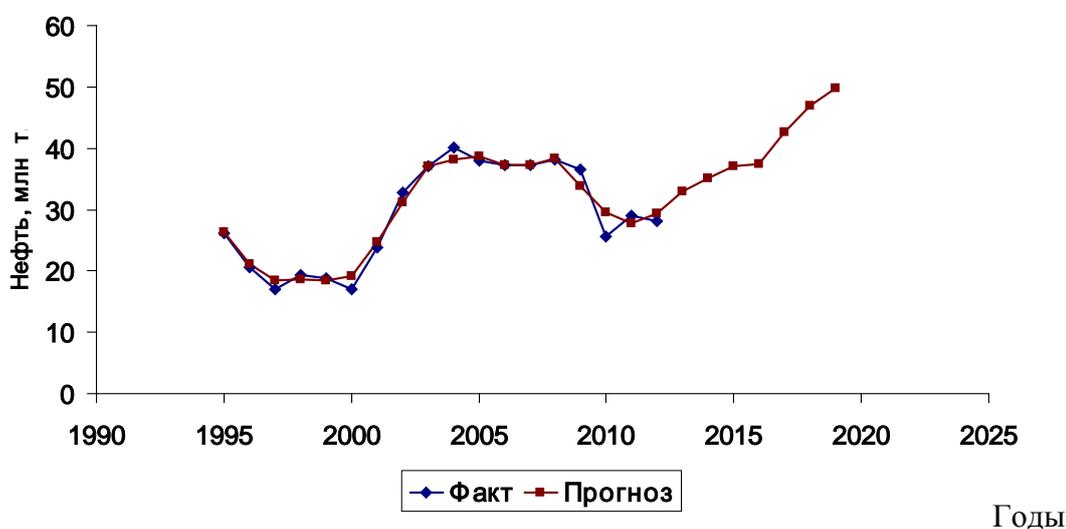


Рис. 3. Динамика экспорта нефти в ближнее зарубежье  
Источник: Росстат

Динамика экспорта нефти в ближнее зарубежье анализировалась за период 1994–2012 гг. В качестве исходных данных для построения модели и выполнения прогноза были использованы данные официального сайта Федеральной службы государственной статистики. Прогнозы экспорта нефти в ближнее зарубежье проводились по линейному, полиномиальному, экспоненциальному и логарифмическому трендам в программе Microsoft Excel, а также были применены модель ARIMA и модель экспоненциального сглаживания (метод Брауна) в пакете прикладных программ Statgraphics. Для прогнозирования экспорта нефти в ближнее зарубежье оптимальной моделью являлась интегрированная модель авторегрессии и скользящего среднего ARIMA (2,1,1)х(2,2,2)2. Результаты прогнозирования представлены на рисунке 3.

Из анализа полученных результатов следует, что в течение последующих 5 лет (с 2013 по 2018 год) экспорт нефти в ближнее зарубежье будет расти и к 2018 году вырастет на 42,1%, что составит 46,8 млн т.

Поставки российской нефти в Казахстан в 2011 году сократились на 7,2% и составили 6,4 млн т. При этом экспорт нефти в Белоруссию в 2011 году вырос по сравнению с аналогичным показателем 2010 года на 39,8 % и достиг 18,0 млн т. Объем поставок в Украину снизился на 22,0% – до 4,6 млн т [4] (табл.2).

Таблица 2

### Структура экспорта нефти из России в страны ближнего зарубежья

Страна	2010 г.		2011 г.		2011/2010,%
	млн т	Процент	млн т	Процент	
Белоруссия	12,9	50,2	18,0	62,1	39,8
Казахстан	6,9	26,8	6,4	22,1	-7,2
Украина	5,9	23,0	4,6	15,8	-22,0
Всего	25,7	100,0	29,0	100,0	12,8

За последние годы одной из основных особенностей экспортной политики РФ в области поставок нефти стало сокращение транзита через сопредельные государства. Значительно снизились поставки через морские терминалы стран Балтии и СНГ, а также по трубопроводу «Дружба». Были выведены из эксплуатации участки нефтепровода «Дружба» в направлении Латвии и Литвы, сокращен транзит через Белоруссию в Польшу и Германию, а также через Белоруссию и Украину в Словакию, Чехию, Венгрию. Были полностью прекращены поставки нефти за рубеж через порты – Вентспилс (Латвия), Бутинге (Литва), Одесса (Украина), Южный (Украина), а также на Мажейкский НПЗ (Литва) [2].

В это же время был создан ряд альтернативных экспортных маршрутов, позволяющих исключить транзит, прежде всего через страны СНГ и Восточной Европы, и выйти напрямую на основные платежеспособные рынки Западной Европы, Северной Америки и Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР).

В этих условиях проблема прогнозирования экспорта нефти в дальнее зарубежье, составляющего в 2012 году 88,2% экспорта нефти из России, приобретает решающее значение для выбора направления инвестиций в отрасли экономики и оценки энергетической безопасности страны.

В данной работе на основе методов временных рядов проведен анализ основной тенденции и сделан прогноз экспорта нефти в дальнее зарубежье, потребления нефти в Европе и потребления нефти в России на краткосрочную перспективу.

Прогнозы экспорта нефти в дальнее зарубежье, потребления нефти в Европе и потребления нефти в России проводились по линейному, полиномиальному, экспоненциальному и логарифмическому трендам в программе Microsoft Excel, а также были применены модель ARIMA и модель экспоненциального сглаживания (метод Брауна) в пакете прикладных программ Statgraphics.

Динамика экспорта нефти в дальнее зарубежье анализировалась за период 1994–2012 гг. В качестве исходных данных для построения модели и выполнения прогноза были использованы данные официального сайта Федеральной службы государственной статистики. Прогнозы экспорта нефти в дальнее зарубежье проводились по линейному, полиномиальному, экспоненциальному и логарифмическому трендам в программе Microsoft Excel, а также были применены модель ARIMA и модель экспоненциального сглаживания (метод Брауна) в пакете прикладных программ Statgraphics. Для прогнозирования экспорта нефти в дальнее зарубежье оптимальной моделью являлась полиномиальная модель второй степени. Уравнение корреляционной полиномиальной модели второй степени имеет вид  $y = -0,3458x^2 + 1393,7x - 1403790$ . Коэффициент

детерминации  $R^2$  равен 0,903, что показывает высокую долю вариации результативного признака, находящегося под воздействием изучаемого фактора. Результаты прогнозирования представлены на рисунке 4.

Из анализа полученных результатов следует, что в 2018 году экспорт нефти в дальнее зарубежье составит 224,9 млн т.

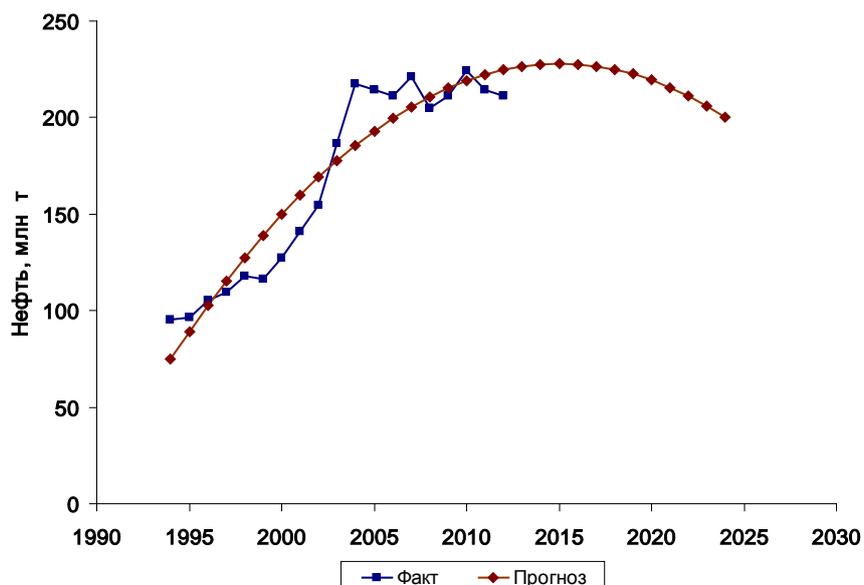


Рис. 4. Динамика экспорта нефти в дальнее зарубежье

Экспорт нефти в Европу из России составлял в 2011 году 75,4% объема поставок нефти в дальнее зарубежье, поэтому в данной работе также был проведен анализ динамики потребления нефти в Европе за период 1985–2011 гг. и сравнение с динамикой потребления нефти в мире, США, Китае и России. Динамика потребления нефти представлена на рисунке 5.

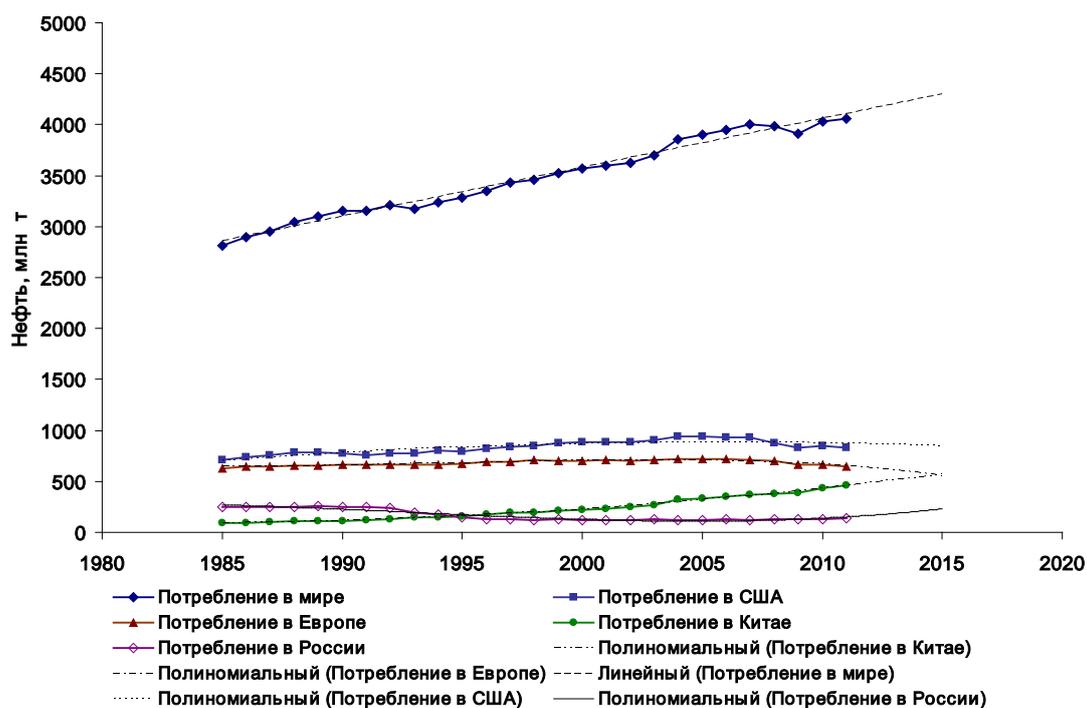


Рис. 5. Динамика потребления нефти в мире, США, Европе, Китае и России

Источник: BP Statistical Review of World Energy June 2012

Из представленных на рисунке 5 данных видно, что потребление нефти в странах Европы понижается, а в Китае неуклонно растет и к 2015 году в данных регионах может по прогнозу сравняться и составить 569 млн т.

Потребление нефти в России в 3,4 – 4,8 раза ниже, чем в Европе и Китае, и до 2005 года неуклонно снижалось. С 2005 года наметился небольшой рост, и в 2011 году потребление нефти в России выросло на 10,4% и составило 136 млн т.

В течение многих лет государственная энергетическая стратегия России предусматривала сырьевой вектор развития страны и ориентировала российский ТЭК на увеличение добычи энергоресурсов с целью их последующего экспорта.

Ранее страна потребляла 75% добываемой нефти и экспортировала 25%. Сейчас наоборот – внутри страны используется порядка 27% объема добываемой нефти и продуктов ее переработки.

Это связано с тем, что традиционные потребители бензина, дизельного топлива, керосина и другой продукции нефтепереработки и нефтехимии, то есть сельское хозяйство и ВПК, сейчас практически неплатежеспособны. Динамика потребления нефти в России представлена на рисунке 6.

Из-за резкого сокращения внутреннего потребления нефти загрузка нефтеперерабатывающих заводов упала. На большинстве НПЗ продолжала сохраняться отсталая структура нефтепереработки с низкой долей деструктивных углубляющих процессов, а также вторичных процессов, направленных на повышение качества продукции. Все это обусловило низкую глубину переработки нефти и низкое качество выпускаемых нефтепродуктов.

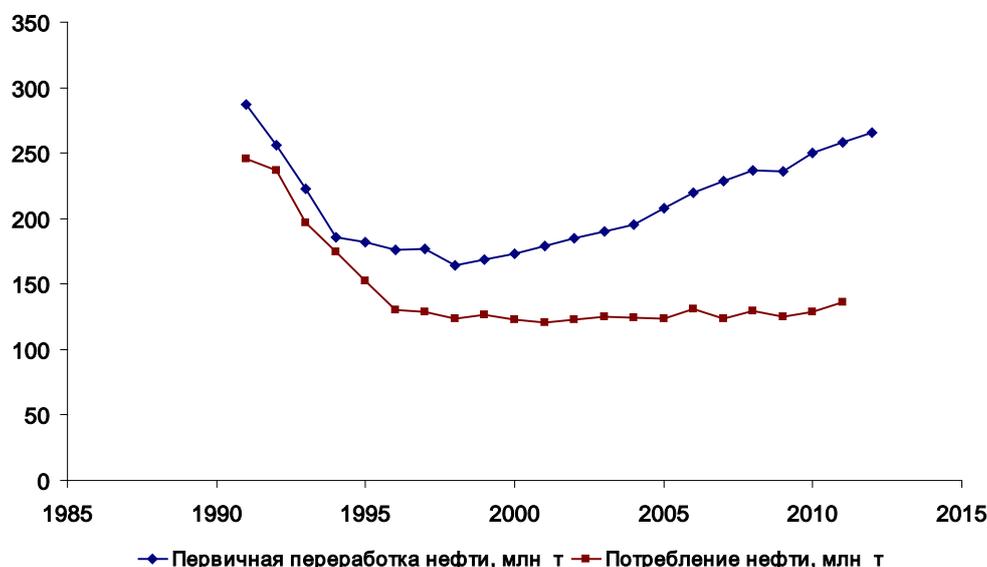


Рис. 6. Динамика первичной переработки нефти и потребления нефти в России  
Источник: Росстат, BP Statistical Review of World Energy June 2012

Из-за этого российские нефтепродукты продавались на европейском рынке с трудом и в основном как сырье для дальнейшей переработки. Поэтому наши компании в основном ориентировались на вывоз сырой нефти, тем самым усиливая общую сырьевую направленность экспорта.

В последние годы важнейшей тенденцией развития не только мировой, но и российской нефтеперерабатывающей отрасли является повышение глубины переработки нефти и рост объема выпуска высококачественных нефтепродуктов. Сложившаяся благоприятная конъюнктура мирового рынка нефтепродуктов является стимулом для развития отечественной нефтеперерабатывающей отрасли в направлении производства и экспорта продуктов, соответствующих высоким стандартам качества. Этим объясняется динамика первичной переработки нефти в России, представленная на рисунке 6.

По оценке академика А.Э. Конторовича, сегодня Россия потребляет на человека 0,9 т нефти в год, а США – 3,2, Западная Европа – 2,5 т. При росте уровня и качества жизни населения России потребление нефти на душу населения будет расти. При подъеме многих отраслей экономики, в частности химического и нефтехимического комплекса, потребность в нефти будет расти. Значит, внутренний российский рынок будет существенно увеличивать потребность в нефти [5].

Согласно прогнозам экспертов, в том числе Международного энергетического агентства (МЭА), без значительных дополнительных капиталовложений в разведку, освоение и эксплуатацию месторождений в течение нескольких последующих лет объемов добычи нефти может не хватить для обеспечения внутреннего спроса и экспорта. Перед Россией все острее будет стоять задача выбора между поставками нефти на внутренний или внешний рынок.

### Литература

1. Концепция «Большой нефти» / Ю.К. Шафраник, В.В. Бушуев, В.В. Саенко, [и др.] // Нефть России. – 2010. – № 9. – С. 34–41.
2. Коржубаев А.Г., Эдер Л.В., Мамахатов Т.М. Россия на мировых рынках нефти и нефтепродуктов // Бурение и нефть. – 2011. – № 5. – С. 16–20.
3. Буренина И.В. Роль нефтяной промышленности в энергетической стратегии России // Нефтегазовое дело. – 2011. – № 6. – С. 174–187.
4. Официальный сайт Федеральной таможенной службы России. – URL:// <http://www.customs.ru>.
5. Сегодня Россия потребляет на человека 0,9 тонны нефти в год, США – 3,2, Западная Европа – 2,5 т. Интервью Конторовича А.Э. // Экспертный портал Высшей школы экономики. – URL: <http://www.opec.ru/1101281.html> (дата обращения: 15.02.2013).



УДК 332.025

О.Я. Фролова

### ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА

*Представлена методологическая дискуссия формирования направлений социальной политики. Дана оценка ряда направлений социального развития на региональном уровне. Предложены перспективные направления развития социальной сферы Красноярского края.*

**Ключевые слова:** социальная политика, человеческий капитал, роль аграрной сферы, кадровый потенциал.

O.Ya. Frolova

### THE SYSTEM FORMATION OF THE REGION SOCIAL-ORIENTED ECONOMY

*The methodological discussion of social policy direction formation is presented. The assessment of a number of social development directions at the regional level is given. The prospective directions of Krasnoyarsk Territory social sphere development are suggested.*

**Key words:** social policy, human capital, agrarian sphere role, personnel potential.

---

Реформирование экономики региона является составной частью общего процесса преобразований в экономической системе, прежде всего в направлении развития мер, обеспечивающих устойчивое социально-экономическое развитие. Современная глобализация мировой экономики активизирует необходимость выработки новых организационных форм, упорядочивающих становление социально ориентированной экономики на основе производительных сил и производственных отношений. Отсутствие согласованного понимания в управлении социально-экономическим развитием территории региона не позволяет обеспечить оп-

тимальные пропорции в развитии и получить синергетический эффект от реализации управленческих воздействий разных уровней власти. В конечном итоге, препятствует развитию направлений, обеспечивающих повышение качества жизни населения. Сохраняющееся состояние незавершенности реформирования обусловливает необходимость поиска более конструктивных подходов и методов, учитывающих отечественный и зарубежный опыт устойчивого стратегического развития региона. Противоречия развития можно устранить, по нашему мнению, описав уровни возникновения противоречий в системе, определив институциональные возможности со следующих позиций:

1. Элемент более сложной системы, включающий в себя вход и выход системы.
2. Целостное явление более сложной системы, включающей связь внешнего окружения с внешней средой и обратную связь.
3. Специфика социально-экономической системы региона предполагает установление характерного для нее потенциала функционирования и развития, то есть определения тех элементов системы, которые способны обеспечить ее жизнедеятельность и эволюцию развития.

Следует согласиться с принципиальным выводом, сделанным Г. Николсом и И. Пригожиным в отношении ресурсов существования и развития социально-экономических систем в условиях инновационного типа воспроизводства, которые считают, что они являются «основным источником, позволяющим обществу существовать длительное время, обновляться и находить самобытные пути развития» [1].

Продолжают оставаться дискуссионными вопросы о методологии и практике комплексного исследования роли аграрной сферы в социально-экономическом развитии региона. Исследование влияния аграрной сферы на социально-экономическое развитие муниципальных образований Красноярского края через описание организационных систем, на наш взгляд, представляет взаимодействие целостных систем. Такое взаимодействие имеет объективный характер и является реальным осмыслением взаимодействия элементов. Например, о влиянии аграрной сферы на социально-экономическое развитие региона можно судить по выполнению ею важнейших функций:

1. **Жизнеобеспечение** – производство необходимого объема и в определенные сроки продукции для удовлетворения потребности региона, обеспечения его продовольствием.
2. **Жизнеустройство** – степень развития сельского уклада и уровня освоенности территориально-природной среды обитания, обеспечение охраны и условий воспроизводства природного ландшафта и окружающей среды.
3. **Жизнедеятельность** – условия воспроизводства и качество жизни населения.

Характер взаимодействия аграрной сферы как системы с внешней средой описывается путем отношений «вход – процесс – выход». Указанную позицию можно подтвердить словами А.А. Никонова, который, характеризуя аграрную сферу, отмечал, что она, «...как и всякая другая система, состоит из отдельных частей, каждая из которых выполняет определенные функции, отличающиеся от общей функции всей системы. Все компоненты внутри системы находятся в определенных взаимоотношениях и взаимных связях, кроме того, система связана с другими системами, имея как «вход», так и «выход». Если у «входа» налицо такие природные факторы, как лучистая энергия солнца, почва, вода, минеральные вещества, а также технические и другие средства промышленного производства, то у «выхода» – продовольственные и другие растениеводческие и животноводческие продукты» [2]. Речь идет о скорректированном и согласованном отклике группы объектов на отражение цели их совместного взаимодействия – получение фокусированного полезного результата. Качество системы определяется наличием в ней элементов, обеспечивающих реализацию интересов на уровне общего, частного, единичного как в настоящем времени, так и в будущем, где движущей силой являются потребности, а основой удовлетворения интереса – материальное производство. Исходя из особенностей функционирования аграрной сферы и анализа трансформации социально-экономического развития, можно определить, что аграрная сфера – это интегрируемая, локальная система общественного хозяйства, производящая продукцию на основе воспроизводства территориальной общности, природной среды и материально-технических ресурсов, входящих в АПК.

В течение IV–XX веков предпринимались попытки системного описания закономерностей **развития социально-экономических систем**. Анализ их трансформации позволил нам выделить **свойства преобразований** (эволюционный, революционный путь преобразований; стимулирование совокупного спроса; научно-технический прогресс; качественные изменения; структурная перестройка; устойчивость развития), **движущие силы** (противоречия между производительными силами и производственными отношениями).

ми; противоречие между способом производства и проводимой политикой (идеологией); конкуренция; дефицит ресурсов; стихийные бедствия; техногенные катастрофы), **субъекты взаимодействия и основные**

**законы**, влияющие на многообразие взаимодействия в социально-экономической системе.

Однако разразившийся кризис еще в 60–70 годах прошлого века показал, что кейнсианские подходы ограничены историческим периодом. Применение монетарных рецептов оказалось несостоятельным при реформировании социально-экономических межсистемных трансформаций. Теоретические труды неoinституционалистов (Коуза Р., Норта Д., Бьюкенена Дж., Уильямсона О., Гэлбрейта Дж.К., Кларка Дж.М., Перру Ф. и др.) доказали, что индивидуализм в экономике сменился корпоративными формами, а свободная конкуренция – корпоративной стратегией. Собственность не является доминирующим фактором эффективности производства в современных условиях; государство выступает активным субъектом рыночных отношений, без которого рыночная экономика фактически функционировать не может.

На сегодняшний день государственная макроэкономическая политика в России носит ориентиры стратегического характера и направлена на взаимодействие национальной экономики в рамках мирового хозяйства. Пока в России не удалось выработать в стратегическом аспекте социальную доктрину. В среднесрочной перспективе социальная политика строится на формировании уровня социальных гарантий со стороны государства, ориентированных на нормативы дохода и потребления, такие как среднедушевой доход на членов семьи, прожиточный минимум, уровень оплаты труда на членов семьи. Эти подходы обеспечивают гарантированный уровень социального развития на основе государственных, федеральных и региональных социальных программ. Оперативные результаты социально-экономического развития Красноярского края в среднесрочной перспективе можно оценить как позитивные. На протяжении 18 лет (1992–2010 гг.) численность постоянного населения Красноярского края ежегодно сокращалась. В 2010 году эта тенденция населения сменилась ростом и обозначился процесс стабилизации (рис. 1).



Рис. 1. Динамика рождаемости и смертности в Красноярском крае

Высокая активность миграционных процессов представляет следующую структуру: 11,1% – моложе трудоспособного населения, 77,3% – в трудоспособном возрасте и 11,6% – старше трудоспособного возраста. Среди мигрантов значительное большинство составляют люди трудоспособного возраста.

На фоне общемировых тенденций развитие человеческого капитала, оптимизация занятости населения в крае стала социальным ориентиром и средством эффективного использования человеческих ресурсов в регионе. Улучшению ситуации в сфере занятости способствовал комплекс мер, реализуемых в рамках ведомственной целевой программы «Содействие занятости населения Красноярского края на 2011–2013 го-

ды». В 2011 году в рамках Программы содействия занятости государственные услуги получили 396,3 тыс. жителей края; по трудоустройству – 101,9 тыс. чел.; профессиональному обучению – 10,2 тыс. чел.; привлечены на общественные работы – 10,7 тыс. чел.; содействие самозанятости – 7,2 тыс. человек. Принята долгосрочная целевая программа «Снижение напряженности на рынке труда». В мероприятиях Программы дополнительных мер приняли участие 17,4 тыс. жителей Красноярского края и 1,9 тыс. работодателей.

Агентством труда и занятости населения Красноярского края организован мониторинг положения выпускников на рынке труда края по группам специальностей, проводится анализ их трудоустройства. В учреждениях профессионального образования организована работа по информированию выпускников об имеющихся возможностях трудоустройства, обучению навыкам эффективного поведения на рынке труда. В 2011 году в целях приобретения опыта работы прошли стажировку с последующим трудоустройством на постоянные рабочие места 1616 выпускников, в том числе 1246 человек в рамках Программы дополнительных мер, 370 человек – в рамках краевого Закона «О компенсации работодателям части затрат на оплату труда выпускников государственных образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования, проходивших стажировку». В результате проведения активных мер социально-экономической политики занятости:

- доля граждан, трудоустроенных при содействии службы занятости, выросла до 71,2 % от числа обратившихся в органы службы занятости населения за содействием в поиске подходящей работы;
- уровень трудоустройства безработных граждан увеличился до 43,8 % от численности безработных граждан;
- доля трудоустроенных инвалидов достигла 51,7 % от числа обратившихся инвалидов.

В целях повышения эффективности деятельности органов службы занятости населения в крае внедряются новые формы и технологии работы. Развиваются интерактивные формы проведения ярмарок вакансий и собеседований, в отчетном году проведено 28 краевых интерактивных ярмарок; 23 центра занятости населения используют в работе возможности мобильных центров занятости населения. В 2011 году отчетном году в мероприятиях этого центра приняли участие 7,1 тыс. граждан, в том числе проживающих в отдаленных территориях края. Внедряется проект в рамках информационного обмена между работодателями и органами службы занятости населения, обеспечивающий взаимодействие по внедрению сервисной системы «Электронный работодатель».

Методологической основой признания решающей роли человеческого капитала, его отдачи обусловлены успехи науки и техники еще советского периода развития. Западный опыт реализации «Плана Маршалла» обеспечил динамику прогресса индустриальных стран. Именно А. Маршалл выделил проблему рынка образовательных услуг в связи с инвестированием в человеческий капитал. Ему принадлежит утверждение, что «самый ценный капитал – это тот, который вложен в человеческие существа» [3]. Современная теория человеческого капитала решает вопрос о вкладе образования и квалификации в экономический рост и его влиянии на величину оплаты работника в русле неоклассического направления.

Теория человеческого капитала рассматривает образование и квалификацию как основу экономического роста и признает за их обладателями право на получение адекватных доходов. Позитивные изменения в экономике региона позволили создать положительную динамику реальных денежных доходов населения края по итогам отчетного года. Динамика производственных показателей в реальном секторе экономики способствовала росту заработной платы занятых работников края. По величине среднемесячной заработной платы среди субъектов Сибирского федерального округа край традиционно занимает первое место (рис. 2).



Рис. 2. Уровень номинальной заработной платы в Красноярском крае

Возникновение теории человеческого капитала в начале 60-х годов XX века на фоне научно-технической революции и усиления значимости «человеческого фактора» было подготовлено предшествующим развитием экономики.

Разброс эффективности вложений в человеческий капитал велик, но управляем. В современных условиях формирования социально-экономического развития его, на наш взгляд, следует ориентировать в первую очередь на поиск методов измерения профессиональной ценности работника, которая постоянно меняется на рынке труда, подвергается физическому и моральному износу. Моральный износ человеческого капитала связан прежде всего с научно-техническим прогрессом и структурной безработицей.

Прогнозирование инноваций в национальной экономике позволяет не только предвидеть появление новых безработных, но и определить направления инвестиций, предназначенных на формирование, использование, развитие кадрового потенциала. Обязательным элементом воспроизводства человеческого капитала в наше время становится подготовка и переподготовка работников, в частности, руководителей и специалистов в течение всей их трудовой карьеры.

### Литература

1. Николс Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение. – М.: Мир, 1990. – 280 с.
2. Никонов А.А. Спираль многовековой драмы: аграрная наука и политика России (XVIII–XX вв.). – М.: Энцикл. рос. деревень, 1995. – С. 342–346.
3. Маршалл А. Принципы экономической науки. – М.: Прогресс, 1993. – С. 270.



УДК 331

Е.В. Черноталова

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА ФИРМЫ

В работе представлены результаты изучения различных методологических подходов, применяемых для оценки человеческого капитала.

**Ключевые слова:** человеческий капитал, количественные и качественные оценки человеческого капитала, затратный, сравнительный, доходный, экспертный метод.

E.V. Chernotalova

### METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE COST ASSESSMENT OF THE FIRM HUMAN CAPITAL

*The research results of the various methodological approaches used for human capital assessment are presented in the article.*

*Key words: human capital, quantitative and qualitative human capital assessments, cost, comparative, income, expert method.*

Основа любой фирмы – человек. Для фирмы важны не только люди, умеющие с успехом генерировать новые идеи и вдохновлять на их исполнение, но и степень общей вовлеченности сотрудников в деятельность организации.

Сегодня человеческий капитал выступает главным фактором повышения конкурентоспособности фирмы. В связи с этим инвестиции в человеческий капитал являются неотъемлемым элементом успешного ее развития. В век информации главным ресурсом в использовании конкурентных преимуществ и обеспечении качественных параметров экономического роста выступает ее персонал [1]. Человеческий капитал можно определить как совокупность врожденных способностей, дарований, творческого потенциала, морально-психологического и физического здоровья, а также накопленных и усовершенствованных знаний и профессионального опыта. Все эти компоненты необходимы для целесообразной деятельности в той или иной сфере общественного воспроизводства, приносящей доход их обладателю.

Развитие, накопление и использование способностей человека к труду уже два с лишним века интересуют экономистов-теоретиков. Уже В. Петти, А. Смит, Дж.С. Милль и К. Маркс включали развитые полезные способности человека в понятие основного капитала [10]. Такие известные экономисты, как Жан-Батист Сэй, Джордж Маккуллох, Нассау Сениор, Вальтер Рошер, Генри Маклеод, Леон Вальрас, Иоганн фон Тюнен, Ирвин Фишер, считали возможной и полезной трактовку человека как основного капитала. Для оценки величины человеческого капитала использовались методы "стоимости производства" и "капитализации заработков" (или их комбинации).

Тем не менее в настоящее время единой методики оценки человеческого капитала не существует. Известны различные точки зрения авторов, которые можно кратко изложить следующим образом: человеческий капитал как сложная экономическая категория имеет качественные и количественные характеристики.

Качественные характеристики человеческого капитала обычно оцениваются экспертным методом. В этом случае оценке подвергаются показатели, характеризующие как индивидуальные особенности конкретного работника, так и свойства работников предприятия в совокупности. У работника стараются оценивать способность нестандартно мыслить, использовать навыки и опыт в сочетании с интуицией и др. Вклад персонала в общие результаты фирмы определяется по следующим направлениям:

- вклад в развитие новых научных направлений;
- вклад в увеличение доходов предприятия;
- вклад в развитие отношений с заказчиками;
- вклад в координацию деятельности подразделений;
- вклад в успешное выполнение линейных функций [5].

Для каждого направления определяются весовые коэффициенты. Порядок расчета включает в себя три стадии:

1. Определение ключевых показателей, идентифицирующих вклад работника в капитал знаний предприятия.
2. Установление весовых долей (коэффициент значимости) для каждого показателя исходя из того, насколько часто каждый показатель проявляется у аттестуемого.
3. Определение балльной шкалы для оценки каждого показателя [18].

Затем анализируются полученные результаты и определяется средний балл по каждому работнику. Данные значения сравнивают с эталонными, полученными эмпирическим методом (путем суммирования всех баллов по всем качественным показателям). Экспертный подход включает в себя различные модификации и является необходимым составляющим оценки человеческого капитала.

Что касается количественной оценки величины человеческого капитала, то здесь используется метод "стоимости производства", восходящий к А. Смиту, который заключается в оценивании реальных затрат на "производство человека" (чистого расхода средств существования) [15]. С другой стороны, применяется метод "капитализация заработков", который восходит к В. Петти и заключается в оценке настоящей (приведен-

ной к настоящему моменту времени) ценности будущего потока доходов индивидуума (чистого или валового дохода) [22]. У. Фарр, Э. Энгель, Т. Витстейн разработали методы экономической оценки человека, практически применимые в сфере страхования жизни. Американские экономисты Л. Дублин и А. Лотка усовершенствовали методику Т. Витстейна и Э. Энгеля и сделали её пригодной для оценки как величины человеческого капитала, так и его компонентов.

Экономические оценки человеческого капитала стали широко использоваться как на микроэкономическом, так и макроэкономическом уровне для определения величины национального богатства, потерь общества от войн, болезней и стихийных бедствий, в сфере страхования жизни, выгоды инвестиций в образование, здравоохранение, миграцию и для многих других целей [12].

Оценка человеческого капитала достаточно затруднена, поскольку данная категория имеет целостный, интегративный характер. В нем присутствует антропологическая составляющая, отражающая единство в человеке социального и биологического, общественного и индивидуального. По структурным составляющим человеческого капитала можно охарактеризовать и отдельного индивида, и социальную группу, и страну в целом. Показатели, касающиеся материальной и духовной сторон развития индивида или общества, также рассматриваются в единстве. Было бы неверно в ущерб одной недооценивать или переоценивать значение какой-либо другой стороны [2].

Общепринято, что для расчета экономической эффективности вложений средств в человеческий капитал на уровне страны необходимо учитывать жизненно важные показатели, характеризующие социально-экономическую обстановку в стране (регионе). Таким показателем выступает ВВП для страны в целом или ВРП – для региона [23–25].

Ценность человеческого капитала для фирмы можно оценить, используя методы доходного, сравнительного и затратного подходов. Каждый подход позволяет «уловить» определенные факторы стоимости.

Наиболее простой способ для менеджеров компании – рассчитать общие экономические затраты, осуществляемые компанией на свой персонал, включая оценку затрат на оплату персонала, сопряженные с этим налоги, охрану и улучшение условий труда, расходы на обучение и повышение квалификации [11]. Достоинство этого метода – простота. Недостатки – неполная оценка реальной величины человеческого капитала. Часть его может просто не использоваться на предприятии.

В случае затратного подхода к определению стоимости человеческого капитала следует учитывать, что не все затраты, которые вложены в человеческий капитал, можно отнести к затратам фирмы. Например, финансирование за счет средств семьи или федерального бюджета – это затраты на образование в учебных заведениях (школа, среднеспециальные учебные заведения, высшие учебные заведения) [9]. По нашему мнению, не нужно забывать о затратах, складывающихся за счет средств и времени конкретного человека, потраченных на самообразование, которое играет ключевую роль в формировании человеческого капитала. На каждом этапе экономической эффективности обучения определяется соотношением затрат и результатов.

Результатом инвестиций в человеческий капитал следует считать повышение производительности труда. Между этими показателями существует определенная зависимость, которую можно выразить следующей формулой:

$$\mathcal{E} = (B - B_n) \mathcal{C} / \mathcal{Z},$$

где  $\mathcal{E}$  – эффективность инвестиций в человеческий капитал на  $i$ -м этапе;

$B$  – выработка работника после обучения;

$B_n$  – выработка работника до обучения;

$\mathcal{C}$  – цена единицы продукции;

$\mathcal{Z}$  – инвестиции в человеческий капитал [14].

Можно рассматривать сумму затрат в образование, переподготовку конкретного сотрудника или всех работников компании как долгосрочные инвестиции в капитал знаний данной компании. Однако инвестиции в человеческий капитал являются оправданными, когда прослеживается тенденция повышения эффективности деятельности компании и можно оценить вклад конкретного сотрудника в данной тенденции. Именно эта закономерность положена в основу оценки человеческого капитала методом инвестиций (затрат на образования) [16].

Хотя использование первоначальных или восстановительных издержек человеческих ресурсов позволяет в какой-то мере оценить их стоимость для организации, такая оценка довольно условна и приближена. Так, два работника, на приобретение и подготовку которых были затрачены одинаковые средства, могут впоследствии обладать совершенно разной производительностью, а значит, и разной ценностью для организации.

Экономическая теория стоимости основывается на предпосылке, что нечто может обладать какой-либо стоимостью, если оно обладает способностью приносить какую-либо выгоду или доход. Если нечто не обладает такой способностью, то оно не имеет и стоимости [13]. Концепция стоимости человеческих ресурсов основана на той же предпосылке. Человеческие ресурсы обладают стоимостью, если они способны приносить в будущем доход, предоставляя свою рабочую силу. Или, можно сказать, стоимость персонала, как и любых других ресурсов, есть сегодняшняя стоимость ожидаемых от них будущих услуг и доходов. Стоимость человека для организации также зависит от срока, в течение которого он сможет предоставлять организации свои услуги и приносить доход, то есть срока работы в данной организации.

Ученые из Мичиганского университета предложили модель индивидуальной стоимости работника, основанную на понятиях условной и реализуемой стоимостей.

Согласно их модели, индивидуальная ценность работника обуславливается объемом услуг, который работник предоставит или реализует, работая в данной организации. Это определяет ожидаемую условную стоимость работника (УС). В то же время индивидуальная ценность зависит от ожидаемой вероятности того, что работник останется работать в данной организации и именно здесь реализует свой потенциал. Таким образом, УС включает весь потенциальный доход, который работник может принести организации, если он всю оставшуюся жизнь будет работать в ней. Ценность работника с учетом того, что он останется работать в организации в течение какого-то времени, определяет ожидаемую реализуемую стоимость (РС) [8]. По нашему мнению, здесь важно учитывать текучесть кадров в фирме. Ожидаемая реализуемая стоимость состоит из двух элементов: ожидаемой условной стоимости и вероятности продолжения членства в организации, которая выражает ожидание руководства по поводу того, какая часть этих доходов будет реализована в организации до предполагаемого времени ухода работника [20].

Математически это можно выразить следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} PC &= УС * P(O); \\ P(T) &= 1 - P(O); \\ АИТ &= УС - РС = РС * P(T), \end{aligned}$$

где УС и РС – ожидаемые условная и реализуемая стоимости;

$P(O)$  – вероятность того, что работник останется работать в организации через некоторый промежуток времени;

$P(T)$  – вероятность ухода работника из организации или показатель текучести;

АИТ – альтернативные издержки текучести [3].

В данной модели стоимость человеческих ресурсов является вероятностной величиной. Для организации это может означать, что не всегда работник с наибольшим потенциалом будет наиболее полезен компании. И менеджер по персоналу, стремящийся оптимизировать стоимость своих человеческих ресурсов, должен предпочесть кандидата с наибольшей реализуемой стоимостью, а не просто наиболее способного.

Для измерения в денежной форме индивидуальных условной и реализуемой стоимостей была разработана стохастическая (вероятностная) позиционная модель. Реализация ее алгоритма включает следующие шаги:

- определяется взаимоисключающий набор должностей или позиций, которые могут быть заняты работником в фирме;
- определяется стоимость каждого подразделения фирмы;
- определяется текучесть кадров в фирме;
- находится вероятность того, что работник будет занимать каждую из определенных на первом шаге позиций в определенный момент в будущем;
- дисконтируется ожидаемый в будущем денежный доход для определения сегодняшней стоимости [21].

К сравнительным методам определения стоимости человеческого капитала компании можно отнести следующие методы.

*Метод конкурентной оценки стоимости человеческого капитала*

Этот метод основан на сумме оценки затрат и потенциального ущерба, наносимого компании при возможном уходе из нее работника:

- полные затраты на персонал, производимые ведущим конкурентом (с учетом сопоставимых мощностей производства);
- индивидуальные премии каждому работнику компании (полученные на основе квалифицированных экспертных оценок), которые могла бы заплатить конкурирующая компания за его переход к ним;
- дополнительные затраты компании, необходимые на поиск эквивалентной замены работника в случае его перехода в другую компанию; затраты на самостоятельный поиск, рекрутинговые агентства, объявления в прессе;
- экономический ущерб, который понесет компания на период поиска замены, снижение объема продукции или услуг, затраты на обучение нового работника, ухудшение качества продукции при замене работника новым;
- потери уникальных интеллектуальных продуктов, навыков, потенциала, который работник унесет с собой в компанию конкурента;
- возможности потери части рынка, роста продаж конкурента и усиления его влияния на рынке;
- изменения системных эффектов синергии и эмерджентности (усиления взаимного влияния и появления качественно новых свойств) членов группы, в которой находился работник.

Структура приведенной оценки человеческого капитала показывает, что реальная стоимость человеческого капитала в большинстве российских компаний существенно занижена.

*Оценка человеческого капитала по аналогии с физическим капиталом*

Можно использовать оценку человеческого капитала по аналогии с оценкой физического капитала.

Во-первых, и человеческий и основной (материальный) капитал участвуют в процессе деятельности хозяйственной деятельности компании, формируют конечные финансовые результаты.

Во-вторых, как основному капиталу присущ процесс износа, так и человеческий капитал со временем обесценивается, так как часть знания забывается или устаревает. Несомненно, есть весьма существенные различия между данными понятиями. Человеческий капитал является частью капитала знаний, для которого характерен и закономерен мультипликативный эффект, то есть увеличение и развитие каждого компонента капитала знаний приводит не просто к простому суммированию указанных компонентов, а вызывает синергетический эффект. Кроме того, являясь стратегическим ресурсом компании, человеческий капитал предопределяет развитие, совершенствование и управление материальным или основным капиталом [19].

При таком подходе необходимо:

1. Определить «первоначальную стоимость» конкретного сотрудника. Для этого можно использовать различные методы тестирования и аттестации сотрудников.
2. Определить коэффициент «устаревания» (забывания) знаний, так как человеческий капитал со временем утрачивает часть накопленных знаний, в то время как основной капитал подвергается физическому и моральному износу.

После нахождения первоначальной стоимости необходимо определить коэффициент устаревания и забывания знаний человека. Для этих целей следует оценить срок участия конкретного работника в деятельности компании. В данном случае этот срок можно определить исходя из двух допущений:

- Срок, указанный в трудовом договоре конкретного сотрудника (в случае, если между работником и работодателем заключен срочный трудовой договор). Во многих западных компаниях при приеме на работу ключевых сотрудников оговаривается период, в течение которого работник обязан работать в данной компании, и в случае ухода работника, ранее срока, оговоренного в трудовом договоре (контракте), по причинам, не оговоренным в данном контракте, работник обязуется уплатить определенную сумму неустойки, также заранее оговоренную в данном контракте. В этом случае такие контракты с ведущими сотрудниками компания рассматривает как интеллектуальный актив и раскрывает информацию по ним в интеллектуальных отчетах.
- Если между работником и работодателем заключен бессрочный трудовой договор, целесообразно установить срок работы работника в компании исходя из требований законодательства конкретной страны к определению срока полезного использования других видов нематериальных активов.

3. Определить порядок изменения «первоначальной стоимости» сотрудника. Основные средства совершенствуются посредством проведения модернизации, реконструкции, в свою очередь человеческий капитал совершенствуется посредством направленных в его развитие инвестиций.

При определении коэффициента устаревания знаний (забывание определенных знаний или информации) необходимо использовать статистические данные, отражающие зависимость между усвояемостью новых знаний и процессом забывания имеющихся. Данная величина должна быть скорректирована на поправочный коэффициент, представляющий собой эмпирически полученное значение устаревания знаний применительно к определенной сфере деятельности. Также можно использовать метод, предложенный Ю. В. Козырем при определении запаса знаний с учетом фактора устаревания [7].

В основе данного метода лежит аналог метода накопления активов. В рамках этого метода при оценке знаний необходимо оценить объем накопленных индивидуумом знаний, сделать поправки на их устаревание и забывание и перемножить каждый скорректированный объем знаний определенного вида на стоимость единицы объема знаний этого вида

$$P_{3з} = \sum_{i=1}^k a_i TK_i,$$

где  $P_{3з}$  – стоимость накопленных знаний;

$a_i$  – эмпирически определяемые коэффициенты, ставящие в соответствие стоимость и объем накопленных знаний типа  $i$ ;

$TK_i$  – суммарно накопленные знания типа  $i$ ;

$k$  – количество видов (типов) знаний.

Суммарно накопленные знания индивидуума должны определяться с учетом факторов устаревания полученных знаний (морального износа) и забывания

$$TK_i = \sum_{j=-t}^0 tk_{ij} (1 - A_i(-j))(1 - 3(-j)) = \sum_{j=-t}^0 tk_{ij} e^{bt_j},$$

где  $tk_{ij}$  – накопленные знания  $i$ -го типа, полученные в  $j$ -й период;

$A_i$  – моральный износ знаний типа  $i$  в единицу времени (моральный износ);

$3$  – забывание в единицу времени знаний индивидуумом;

$b$  – эмпирический числовой коэффициент, обратный по размерности времени;

$t$  – время, необходимое для получения знаний в объеме  $TK$  [7].

Совокупность величины человеческого капитала в целом, на наш взгляд, необходимо определить непростым арифметическим сложением, поскольку в данном случае четко прослеживается синергетический эффект от взаимодействия сотрудников.

*Метод перспективной стоимости человеческого капитала*

Учитывает в дополнение к методу конкурентной стоимости оценку динамики стоимости человеческого капитала в перспективе на 3, 5, 10 и 25 лет. Эта оценка, в первую очередь, необходима для компаний, занимающихся разработкой крупных и долгосрочных проектов, например, проводящих исследования в сфере создания инноваций или строящих крупные высокотехнологичные объекты, так как стоимость ряда сотрудников при этом меняется неравномерно, резко вырастая в период достижения ими наиболее важных результатов по истечении достаточно длительного периода времени и приближения ими к получению ожидаемых конечных результатов, когда возможный уход из компании части персонала сопряжен с большими экономическими потерями [17].

Доходные методы расчета стоимости человеческого капитала компании.

*Оценка стоимости человеческого капитала на основе испытаний в среде бизнеса*

Эта оценка может быть получена на основе двух подходов:

- по конкретным результатам, полученным работником, исходя из прибыли, которую он принес фирме, или по увеличению ее активов, в том числе интеллектуальных.

Эта оценка широко распространена в бизнесе, так как наиболее проста. Но одновременно она наиболее жесткая и нередко ошибочна. По мнению одного из ведущих российских бизнесменов [19], если менеджер проваливает бизнес один раз, он теряет 50 % своего имиджа, если второй раз – он полностью теряет свою репутацию. Однако в рамки такого подхода не вписываются многие ведущие менеджеры мировых корпораций-лидеров, которые неоднократно терпели неудачи, но поднимались вновь и создавали еще более эффективный бизнес. Кроме того, во многих случаях провал бизнеса может быть вызван совершенно непрогнозируемым мировым кризисом или случайным крупным колебанием конъюнктуры. В результате будет «списан» менеджер, имеющий огромный потенциал, талант и перспективы, но ставший жертвой действия двух крупных кризисов. Однако нельзя не считаться и с тем, что оценка по конечному результату, а не по обилию дипломов, отзывов, мнений, связей (что наиболее характерно для российских условий) – наиболее точный и правильный подход. Поэтому предлагается другой подход, основанный на концепции, которая позволяет получить оценку на базе конечных результатов, но, образно говоря, с «человеческим отношением к человеческому капиталу», которую он принес фирме, или по увеличению ее активов, в том числе интеллектуальных [6]:

- оценка человеческого капитала на основе системы Деловых Учений по менеджменту, экономике и маркетингу на базе высоких информационных технологий.

Эта концепция основывается на прогнозе результатов работы менеджера в среде бизнеса, максимально приближенной к его реальной среде. По мере усложнения рыночных условий предприниматели быстро поняли, что каждый доллар, вложенный в подготовку управленческих кадров, дает наиболее высокую отдачу в экономике. Для того чтобы привлечь менеджеров, обеспечивающих прорыв компании на рынке и переход из зоны убытков в зону прибылей, компании готовы затратить суммы, измеряемые десятками миллионов долларов. Неудивительно, что наиболее высокооплачиваемым трудом в рыночных условиях является труд менеджера, от квалификации и таланта которого зависит процветание или разорение на рынке.

Одна из наиболее интересных и известных попыток использования теории человеческого капитала на корпоративном уровне – концепция «Анализ человеческих ресурсов» – АЧР (Human Resources Accounting), предложенная Эриком Флэмхольцем еще в начале 1960-х годов. Возникновение АЧР связано с появлением интереса к персоналу как к важному ресурсу организации, в использовании которого скрыты значительные резервы. Любой ресурс характеризуется экономической эффективностью его использования.

АЧР – это процесс выявления, измерения и предоставления информации о человеческих ресурсах лицам, принимающим решения в организации. Если рассматривать деятельность по управлению персоналом как набор некоторых функций, то возможности АЧР в рамках отдельных функций можно представить следующим образом:

- Работа с персоналом (отбор персонала; проблема удержания персонала; проблема сохранения человеческого капитала; системы оценки и вознаграждения; использование персонала).
- Определение издержек (первоначальные и восстановительные; издержки набора и отбора; издержки ориентации и формальной подготовки; косвенные издержки; восстановительные издержки, или издержки замещения).

#### *Оценка человеческого капитала организации*

Процедура измерения развития человеческого капитала организации включает ряд этапов:

- определение системы показателей, которые наилучшим образом могут отразить специфику организации и дать наиболее полное представление о приросте все типов нематериальных активов;
- измерение совокупности нематериальных активов при помощи выбранной системы показателей;
- составление отчета о развитии человеческого капитала организации.

С точки зрения автора данной методики, процедура оценки в обязательном порядке должна проводиться не менее двух раз в год, чтобы можно было оценить реальные изменения в составе интеллектуальных активов и выявить прирост человеческого капитала организации [4].

В ходе работы с отчетом о человеческом капитале организации должны быть тщательно проанализированы: результаты количественной и денежной оценки; выявленные активы и пассивы человеческого капитала; изменения в основных бизнес-процессах; качество и количество внедренных инноваций; полученные результаты в сравнении с показателями отраслевых лидеров. Итогом должна стать разработка программы развития человеческого капитала организации.

По мнению автора, методика измерения развития человеческого капитала организации должна базироваться на следующих принципах:

- оценка всех затрат, произведенных в процессе обучения и развития персонала (эти средства необходимо исключить из структуры затрат, они должны рассматриваться как долгосрочные инвестиции);
- определение отдачи на инвестиции, вложенные в программы обучения и развития персонала (по возможности необходимо учитывать любой вклад обученных сотрудников в совершенствование всех бизнес-процессов в компании);

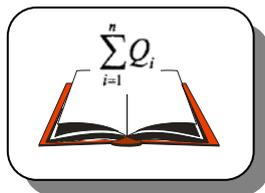
- использование показателей, при помощи которых можно произвести реальную денежную оценку.

Таким образом, человеческий капитал – наиболее ценный ресурс современного общества, более важный, чем природные ресурсы или накопленное богатство. Благодаря развитию теории человеческого капитала, вложения в человека стали рассматриваться как источник экономического роста, не менее важный, чем "обычные" капиталовложения.

Экономические оценки человеческого капитала широко используются как на микроэкономическом, так и макроэкономическом уровне для определения величины национального богатства, выгоды инвестиций в образование, здравоохранение, миграцию и для многих других целей.

#### Литература

1. *Абрамов В.Л.* Интеллектуальные ресурсы конкурентоспособности в современной организации // Открытое образование. – 2005. – № 2.
2. *Арабян К.К.* Измерение человеческого капитала. – М.: Изд-во МЭСИ, 2002.
3. *Беккер Г.С.* Человеческое поведение: экономический подход: избр. тр. по экон. теории: пер. с англ. – М.: Изд-во ГУ ВШЭ, 2003
4. *Беседин Л.А.* Проблема совершенствования оценки стоимости бизнеса и подходы к ее решению // Управление корпоративными финансами. – 2006. – № 1.
5. *Бригхем Ю., Гапенски Л.* Финансовый менеджмент // Экономическая школа. – 2007.
6. *Грязнова А.Г.* Оценка стоимости предприятия (бизнеса) // Интерреклама. – 2007.
7. *Козырь Ю.В.* Размышления о стоимостной оценке знаний. – М.: ИФРА-М, 2004.
8. *Коупленд Т., Коллер Т., Муррин Дж.* Стоимость компаний: оценка и управление / Серия «Мастерство»: пер. с англ. – М.: Олимпия-бизнес, 1999.
9. *Лукашевич В.В.* Эффективность инвестиций в человеческий капитал // Полиграфист и Издатель. – 2002. – № 6.
10. *Маркс К., Энгельс Ф.* Сочинения. – М.: Политиздат, 1964. – Т 4, 20, 23, 35
11. *Мейер М. В.* Оценка эффективности бизнеса: пер. с англ. – М.: ООО «Вершина», 2004.
12. *Финансы и кредит / С.В. Мурашова, В.А. Боровкова, В.Н. Мокин [и др.]* // Бизнес-пресса. – 2006.
13. *Рутгайзер В.М.,* Оценка стоимости бизнеса: метод. разработки и рекомендации // Междунар. академия оценки и консалтинга. – 2006.
14. *Сабирьянова К.З.* Инвестиции в человеческий капитал: теоретический и экономический анализ. – Екатеринбург, 1993.
15. *Смит А.* Исследование о природе и причинах богатства народов. – М.: Соцэкгвд, 1962.
16. *Супрун В.А.* Интеллектуальный капитал. Главный фактор конкурентоспособности экономики в XXI веке. – М.: Изд-во УРСС, 2006.
17. *Щербаков В.А., Щербакова Н.А.* Оценка стоимости предприятия (бизнеса) // Омега-Л. – 2006.
18. *Царев В.В.* Оценка стоимости бизнеса // Юнити. – 2007.
19. Консалтинг для предприятий малого и среднего бизнеса. – URL: [www.dist-cons.ru](http://www.dist-cons.ru).
20. Журнал "Финансовый директор". – URL: [www.fd.ru](http://www.fd.ru).
21. Бизнес-портал. – URL: <http://www.businessmix.ru>
22. Еженедельник "Конкурент". – 2011. – №39. – URL: <http://www.konkurent.ru>.
23. URL: [www.auditfin.com](http://www.auditfin.com).
24. URL: [www.statya.ru](http://www.statya.ru).
25. URL: [www.rusnauka.ru](http://www.rusnauka.ru).



УДК 517.518.87

К.А. Кириллов

**ОБ ОЦЕНКЕ НОРМЫ ФУНКЦИОНАЛА ПОГРЕШНОСТИ НА ПРОСТРАНСТВАХ  $S_p$  ВЕСОВЫХ КВАДРАТУРНЫХ ФОРМУЛ, ТОЧНЫХ ДЛЯ ПОЛИНОМОВ ХААРА**

*Получена верхняя оценка нормы функционала погрешности  $\delta_N[f]$  на пространствах  $S_p$  для некоторых весовых квадратурных формул, обладающих  $d$ -свойством Хаара.*

**Ключевые слова:**  $d$ -свойство Хаара, функционал погрешности весовой квадратурной формулы, пространства функций  $S_p$ .

K.A. Kirillov

**ABOUT THE ASSESSMENT FOR THE ERROR FUNCTIONAL NORM IN  $S_p$  SPACES FOR WEIGHT QUADRATURE FORMULAS EXACT FOR HAAR POLYNOMIALS**

*The upper assessment of error functional  $\delta_N[f]$  norm on the  $S_p$  spaces for some weight quadrature formulas possessing the Haar  $d$ -property is obtained.*

**Key words:** Haar  $d$ -property, error functional of weight quadrature formula,  $S_p$  space functions.

**Введение.** Задача построения и исследования формул приближенного интегрирования, точных для некоторого заданного набора функций, в основном решалась ранее для вычисления интегралов, точных на алгебраических и тригонометрических многочленах. Квадратурные и кубатурные формулы, точные для системы функций Хаара, можно найти в монографии И.М. Соболя [1]. В указанной работе точность формул приближенного интегрирования на конечных суммах Хаара использовалась при выводе оценок погрешности этих формул.

Описание всех минимальных весовых квадратурных формул, обладающих  $d$ -свойством Хаара (формул, точных на константах и функциях Хаара первых  $d$  групп), было проведено в [2]. В [3–5] были доказаны оценки нормы функционала погрешности точных для полиномов Хаара квадратурных формул с весовой функцией  $g(x) \equiv 1$  на пространствах  $S_p$  и  $H_\alpha$ , в [6, 7] – с весовой функцией  $g \in L_\infty[0,1]$  и  $g \in L_q[0,1]$  на пространствах  $S_p$  ( $p^{-1} + q^{-1} = 1$ ).

В двумерном случае задача построения кубатурных формул, обладающих  $d$ -свойством Хаара (формул, точных для полиномов Хаара степеней, не превосходящих заданного числа  $d$ ), решалась в [8–13], оценки нормы функционала погрешности указанных кубатурных формул получены на пространствах  $S_p$  и  $H_\alpha$  в [14–16].

В представленной работе верхняя оценка нормы функционала погрешности, полученная в [6] для обладающих  $d$ -свойством Хаара квадратурных формул с весовой функцией  $g \in L_\infty[0,1]$ , в случае положительной почти всюду на  $[0,1]$  функции  $g(x)$  уточнена для весовых квадратурных формул с  $2^d$  узлами  $x^{(i)} \in I_{d+1,i}$  и коэффициентами при узлах  $C_i = \int_{I_{d+1,i}} g(x) dx$ , где  $I_{d+1,i}$  – двоичный промежуток с концами в точках  $(i-1)/2^d$ ,

$i/2^d$ ,  $i=1,2,\dots,2^d$ . Для рассмотренных в данной работе квадратурных формул порядок величины  $\|\delta_N\|_{S_p^*}$  при  $N \rightarrow \infty$ , будучи равным  $N^{-1/p}$ , является наилучшим. Если для любых целых  $1 \leq k < l \leq 2^m$  имеют место нера-

венства  $\sum_{i=k}^l (-1)^i \int_{l_{d+1,i}} g(x) dx \neq 0$ , то эти квадратурные формулы являются минимальными формулами, обладающими  $d$ -свойством Хаара.

### 1. Основные определения и вспомогательные утверждения

В настоящей работе используется оригинальное определение функций  $\chi_{m,j}(x)$ , введенное А. Хааром [17], отличное от определения этих функций из [1] в их точках разрыва.

Двоичными промежутками  $l_{m,j}$  назовем промежутки с концами в точках  $(j-1)/2^{m-1}, j/2^{m-1}$  ( $m = 1, 2, \dots, j = 1, 2, \dots, 2^{m-1}$ ). Если левый конец двоичного промежутка совпадает с 0, то будем считать этот промежуток замкнутым слева, если правый конец совпадает с 1 – замкнутым справа. Остальные двоичные промежутки считаются открытыми. Левую и правую половины  $l_{m,j}$  (без середины этого двоичного промежутка) будем обозначать  $l_{m,j}^-$  и  $l_{m,j}^+$  соответственно.

Система функций Хаара строится группами: группа номер  $m$  содержит  $2^{m-1}$  функций  $\chi_{m,j}(x)$ , где  $m = 1, 2, \dots, j = 1, 2, \dots, 2^{m-1}$ . Функции Хаара  $\chi_{m,j}(x)$  определим следующим образом:

$$\chi_{m,j}(x) = \begin{cases} 2^{(m-1)/2} & \text{при } x \in l_{m,j}^-, \\ -2^{(m-1)/2} & \text{при } x \in l_{m,j}^+, \\ 0 & \text{при } x \in [0,1] \setminus \overline{l_{m,j}}, \\ 0,5 [\chi_{m,j}(x-0) + \chi_{m,j}(x+0)], & \text{если } x \text{ — внутренняя} \\ & \text{точка разрыва,} \end{cases}$$

где  $\overline{l_{m,j}} = [(j-1)/2^{m-1}; j/2^{m-1}]$ ;  $m = 1, 2, \dots$ ;  $j = 1, 2, \dots, 2^{m-1}$ .

В систему функций Хаара включают также функцию  $\chi_{0,1}(x) \equiv 1$ , которая образует нулевую группу.

Полиномами Хаара степени  $d$  назовем линейные комбинации с вещественными коэффициентами функций  $\chi_{0,1}(x), \chi_{m,j}(x)$ , где  $m = 1, 2, \dots, j = 1, 2, \dots, 2^{m-1}$ , причем хотя бы один из коэффициентов при функциях Хаара  $\chi_{d,j}(x)$  группы номер  $d$  отличен от нуля.

Будем рассматривать квадратурные формулы

$$I[f] = \int_0^1 g(x) f(x) dx \approx \sum_{i=1}^N C_i f(x^{(i)}) = Q_N[f], \quad (1)$$

где  $x^{(i)} \in [0,1]$  – узлы формулы;  $C_i \in \mathbb{R}$  – коэффициенты при узлах,  $i=1, 2, \dots, 2^d$ . Функционал погрешности квадратурной формулы (1) обозначим через  $\delta_N[f]$

$$\delta_N[f] = \sum_{i=1}^N C_i f(x^{(i)}) - \int_0^1 g(x) f(x) dx. \quad (2)$$

Будем говорить, что квадратурная формула (1) обладает  $d$ -свойством Хаара, или просто –  $d$ -свойством, если она точна для любого полинома Хаара  $P(x)$  степени, не превосходящей  $d$ , т.е.  $Q_N[P] = I[P]$ .

Сформулируем определение классов функций  $S_p$ , введенное в [1]. Множество функций  $f(x)$ , определенных на отрезке  $[0,1]$  и представимых в виде ряда Фурье-Хаара

$$f(x) = c_0^{(1)} + \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{2^{m-1}} c_m^{(j)} \chi_{m,j}(x) \quad (3)$$

с вещественными коэффициентами  $c_0^{(1)}, c_m^{(j)}$ , ( $m = 1, 2, \dots, j = 1, 2, \dots, 2^{m-1}$ ), удовлетворяющими условию

$$A_p(f) = \sum_{m=1}^{\infty} 2^{(m-1)/2} \left[ \sum_{j=1}^{2^{m-1}} |c_m^{(j)}|^p \right]^{1/p} \leq A, \quad (4)$$

( $p \geq 1$ ,  $A$  – вещественная константа), определяется как класс  $S_p(A)$ . Множество функций  $f(x)$ , принадлежащих всем классам  $S_p(A)$  (со всевозможными  $A$ , значение  $1 \leq p < \infty$  фиксировано), является линейным пространством, обозначаемым  $S_p$ , на котором вводится норма по формуле

$$\|f\|_{S_p} = A_p(f). \quad (5)$$

При этом все функции  $f(x)$ , отличающиеся постоянными слагаемыми, считаются за одну функцию.

В [18] вводится понятие линейного пространства  $L_\infty[0,1]$ , состоящего из всех измеримых почти всюду конечных функций  $g(x)$ , для каждой из которых найдется число  $C_g$ , такое, что  $|g(x)| \leq C_g$  почти всюду на  $[0,1]$ . Такие функции называют существенно ограниченными на отрезке  $[0,1]$ . Для функции  $g \in L_\infty[0,1]$  определен истинный (существенный) супремум ее модуля  $\text{vraisup}_{x \in [0,1]} |g(x)|$  как инфимум множества чисел  $\alpha \in \mathbb{R}$ , таких,

что мера множества  $\{x \in [0,1]: |g(x)| > \alpha\}$  равна нулю.  $L_\infty[0,1]$  является линейным подмножеством в множестве измеримых почти всюду конечных функций. Норма в  $L_\infty[0,1]$  вводится по формуле

$$\|g\|_{L_\infty[0,1]} = \text{vraisup}_{x \in [0,1]} |g(x)|.$$

**Лемма 1.** [2] Пусть  $m$  – фиксированное натуральное число. Функции

$$\kappa_{m,j}(x) = \begin{cases} 2^m & \text{при } x \in \underline{l}_{m+1,j}, \\ 2^{m-1} & \text{при } x \in \overline{l}_{m+1,j} \setminus \underline{l}_{m+1,j}, \\ 0 & \text{при } x \in [0,1] \setminus \overline{l}_{m+1,j}, \end{cases} \quad (6)$$

где  $j = 1, 2, \dots, 2^m$  являются полиномами Хаара степени  $m$  и образуют базис в линейном пространстве полиномов Хаара степеней, не превосходящих  $m$ .

**Лемма 2.** Имеют место равенства

$$\chi_{mj}(x) = 2^{-(m+1)/2} [\kappa_{m,2^{j-1}}(x) - \kappa_{m,2^j}(x)], \quad m = 1, 2, \dots, j = 1, 2, \dots, 2^{m-1}. \quad (7)$$

Соотношения (7) непосредственно следуют из определения функций Хаара и равенств (6).

## 2. Вывод оценки нормы функционала погрешности квадратурных формул

Зафиксируем  $p > 1$ . Пусть  $q$  – число, связанное с  $p$  равенством  $p^{-1} + q^{-1} = 1$ . Введем следующее обозначение:

$$G = \int_0^1 g(x) dx. \quad (8)$$

**Теорема 1.** Если  $g \in L_\infty[0,1]$  и  $g(x) > 0$  почти всюду на  $[0,1]$ , то для нормы функционала погрешности квадратурной формулы (1) с  $N = 2^d$  узлами, удовлетворяющими условиям  $x^{(i)} \in I_{d+1,i}$ , и коэффициентами при узлах, определяющимися равенствами  $C_i = \int_{I_{d+1,i}} g(x) dx$ ,  $i=1,2,\dots,2^d$ , имеет место неравенство

$$\|\delta_N\|_{s_p^*} \leq (2G)^{1/q} \left( \|g\|_{L_\infty[0,1]} \right)^{1/p} N^{-1/p}, \quad (9)$$

где константа  $G$  определяется согласно (8).

**Доказательство.** Из (6) следует, что квадратурная формула, удовлетворяющая условиям теоремы, точна для функций  $\kappa_{d,1}(x), \kappa_{d,2}(x), \dots, \kappa_{d,2^d}(x)$ . Тогда в силу леммы 1 эта формула обладает  $d$ -свойством. Подставим (3) в (2). Принимая во внимание определение функций Хаара, равенства (7), а также точность рассматриваемой квадратурной формулы на полиномах Хаара всех степеней, не превосходящих  $d$ , придем к следующему выражению для функционала ее погрешности:

$$\begin{aligned} \delta_N[f] &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{2^{m-1}} \left\{ c_m^{(j)} \left[ \sum_{i=1}^N C_i \chi_{m,j}(x^{(i)}) - \int_0^1 g(x) \chi_{m,j}(x) dx \right] \right\} = \\ &= \sum_{m=1}^{\infty} 2^{(m-1)/2} \sum_{j=1}^{2^{m-1}} \left\{ c_m^{(j)} \left[ \int_{I_{m,j}^+} g(x) dx - \int_{I_{m,j}^-} g(x) dx + 2^{-(m-1)/2} Q[\chi_{m,j}] \right] \right\} = \\ &= \sum_{m=d+1}^{\infty} 2^{(m-1)/2} \sum_{j=1}^{2^{m-1}} \left\{ c_m^{(j)} \left[ \int_{I_{m,j}^+} g(x) dx - \int_{I_{m,j}^-} g(x) dx + 2^{-m} (Q[\kappa_{m,2^{j-1}}] - Q[\kappa_{m,2^j}]) \right] \right\}. \end{aligned} \quad (10)$$

Учитывая абсолютную сходимость ряда в правой части равенства (10) и оценивая сумму по  $j$  с помощью неравенства Гельдера, получим

$$\begin{aligned} |\delta_N[f]| &\leq \sum_{m=d+1}^{\infty} 2^{(m-1)/2} \sum_{j=1}^{2^{m-1}} \left\{ \left| c_m^{(j)} \right| \left| \int_{I_{m,j}^+} g(x) dx - \int_{I_{m,j}^-} g(x) dx + 2^{-m} (Q[\kappa_{m,2^{j-1}}] - Q[\kappa_{m,2^j}]) \right| \right\} \leq \\ &\leq \sum_{m=d+1}^{\infty} 2^{\frac{m-1}{2}} \left[ \sum_{j=1}^{2^{m-1}} |c_m^{(j)}|^p \right]^{1/p} \left[ \sum_{j=1}^{2^{m-1}} \left| \int_{I_{m,j}^+} g(x) dx - \int_{I_{m,j}^-} g(x) dx + 2^{-m} (Q[\kappa_{m,2^{j-1}}] - Q[\kappa_{m,2^j}]) \right|^q \right]^{1/q}. \end{aligned}$$

Последнее неравенство можно записать в виде

$$|\delta_N[f]| \leq \sum_{m=d+1}^{\infty} 2^{(m-1)/2} \left\{ \left[ \sum_{j=1}^{2^{m-1}} |c_m^{(j)}|^p \right]^{1/p} \left[ \sum_{k=1}^{2^d} \psi_q(m, k) \right]^{1/q} \right\}, \quad (11)$$

где

$$\begin{aligned} \psi_q(m, k) &= \sum_{j=2^{m-d-1}(k-1)+1}^{2^{m-d-1}k} \left| \int_{I_{m,j}^+} g(x) dx - \int_{I_{m,j}^-} g(x) dx + 2^{-m} (Q[\kappa_{m,2^{j-1}}] - Q[\kappa_{m,2^j}]) \right|^q, \\ m &= d+1, d+2, \dots, k = 1, 2, \dots, 2^d. \end{aligned}$$

В соответствии с условиями теоремы каждое из множеств

$$\bigcup_{j=2^{m-d-1}(k-1)+1}^{2^{m-d-1}k} I_{m,j} = I_{d+1,k}$$

( $m = d+1, d+2, \dots, k = 1, 2, \dots, 2^d$ ) содержит ровно один узел квадратурной формулы (1). Для каждого такого множества возможны следующие три случая расположения принадлежащего ему узла  $x^{(k)}$ :

- а)  $x^{(k)} = (2j_0 - 1)/2^m, j_0 \in \{2^{m-d-1}(k-1) + 2, 2^{m-d-1}(k-1) + 3, \dots, 2^{m-d-1}k - 1\}$ ,
- б)  $x^{(k)} \notin \{j/2^m: j = 2^{m-d}(k-1), 2^{m-d}(k-1) + 1, \dots, 2^{m-d}k\}$ ,
- в)  $x^{(k)} = j_0/2^{m-1}, j_0 \in \{2^{m-d-1}(k-1) + 1, 2^{m-d-1}(k-1) + 2, \dots, 2^{m-d-1}k - 1\}$ .

Несложно доказать, что в каждом из этих случаев имеет место неравенство

$$\psi_q(m, k) \leq 2 \left( 2^{-d} \|g\|_{L_\infty[0,1]} \right)^{q-1} \int_{I_{d+1,k}} g(x) dx, \quad (12)$$

$m = d+1, d+2, \dots, k = 1, 2, \dots, 2^d$ . При выводе неравенства (12) используется неотрицательность интегралов от весовой функции  $g(x)$  по двоичным промежуткам длины  $2^{-m}$ , содержащимся в каждом из множеств  $I_{d+1,k}$ , а также ограниченность сверху каждого из указанных интегралов величиной  $2^{-m} \|g\|_{L_\infty[0,1]}$ .

Из (11) с учетом соотношений (4), (5), (12) и неравенства  $g(x) > 0$ , имеющего место почти всюду на  $[0, 1]$ , получим

$$\begin{aligned} |\delta_N[f]| &\leq 2^{1/q} \left( 2^{-d} \|g\|_{L_\infty[0,1]} \right)^{1/p} \sum_{m=d+1}^{\infty} \left\{ 2^{(m-1)/2} \left[ \sum_{j=1}^{2^{m-1}} |c_m^{(j)}|^p \right]^{1/p} \left[ \sum_{k=1}^{2^d} \int_{I_{d+1,k}} g(x) dx \right]^{1/q} \right\} = \\ &= (2G)^{1/q} \left( 2^{-d} \|g\|_{L_\infty[0,1]} \right)^{1/p} \sum_{m=d+1}^{\infty} 2^{(m-1)/2} \left[ \sum_{j=1}^{2^{m-1}} |c_m^{(j)}|^p \right]^{1/p} \leq (2G)^{1/q} \left( 2^{-d} \|g\|_{L_\infty[0,1]} \right)^{1/p} \|f\|_{S_p} \end{aligned}$$

откуда следует оценка (9). Теорема доказана.

**Замечание 1.** Если для любых целых  $1 \leq k < l \leq 2^m$  имеют место неравенства

$$\sum_{i=k}^l (-1)^i \int_{I_{d+1,i}} g(x) dx \neq 0,$$

то в соответствии с результатами, полученными в [2], квадратурные формулы, удовлетворяющие условиям теоремы 1, являются минимальными формулами, обладающими  $d$ -свойством.

#### Заключение

В [19] И.М. Соболев в случае  $g(x) \geq 0$  построена формула с положительными коэффициентами при узлах, удовлетворяющая условию

$$\sum_{i=1}^N C_i = \int_0^1 g(x) dx = G,$$

для нормы функционала погрешности которой выполняются неравенства

$$GN^{-1/p} \leq \|\delta_N\|_{S_p^*} \leq 2GN^{-1/p}. \quad (13)$$

Следовательно, для такой формулы порядок величины  $\|\delta_N\|_{S_p^*}$  в точности равен  $N^{-1/p}$ ,  $N \rightarrow \infty$ .

В [6] доказано, что в случае весовой функции  $g \in L_\infty[0,1]$  для нормы функционала погрешности квадратурной формулы (1), обладающей  $d$ -свойством, имеет место двойное неравенство

$$2^{-1/p} GN^{-1/p} \leq \|\delta_N\|_{S_p^*} \leq 2 \left( \int_0^1 |g(x)| dx \right)^{1/q} \left( \|g\|_{L_\infty[0,1]} \right)^{1/p} (2^d)^{-1/p}, \quad (14)$$

где константа  $G$  определяется согласно (8).

Из (9) и (14) следует, что при выполнении условий теоремы 1 норма  $\|\delta_N\|_{S_p^*}$  функционала погрешности формул, исследованных в настоящей работе, также имеет наилучший порядок сходимости к нулю, равный  $N^{-1/p}$ ,  $N \rightarrow \infty$ . При этом константа  $(2G)^{1/q} (\|g\|_{L_\infty[0,1]})^{1/p}$ , фигурирующая в неравенстве (9), меньше кон-

станты  $2 \left( \int_0^1 |g(x)| dx \right)^{1/q} (\|g\|_{L_\infty[0,1]})^{1/p}$  из неравенства (14), а в случае  $\|g\|_{L_\infty[0,1]} < 2G$  меньше константы

$2G$ , фигурирующей в верхней оценке величины  $\|\delta_N\|_{S_p^*}$  из (13). В то же время рассмотренные в замечании 1 квадратурные формулы, верхняя оценка погрешности которых получена в теореме 1, будучи минимальными формулами приближенного интегрирования, обеспечивают наилучшую поточечную сходимость  $\delta_N[f]$  к нулю при  $N \rightarrow \infty$ .

#### Литература

1. Соболев И.М. Многомерные квадратурные формулы и функции Хаара. – М.: Наука, 1969. – 288 с.
2. Кириллов К.А., Носков М.В. Минимальные квадратурные формулы, точные для полиномов Хаара // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2002. – Т. 42. – № 6. – С. 791–799.
3. Кириллов К.А. Об оценках погрешности квадратурных формул, точных для полиномов Хаара // Вычислительные методы и программирование. – 2011. – Т. 12. – № 2. – С. 94–101.
4. Кириллов К.А. Оценки нормы функционала погрешности квадратурных формул, точных для полиномов Хаара // Журн. СФУ. Серия «Математика и физика». – 2011. – Т. 4. – № 4. – С. 479–488.
5. Кириллов К.А. Оценки на пространствах  $S_p$  нормы функционала погрешности квадратурных формул, точных для полиномов Хаара // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2012. – Т. 52. – № 10. – С. 1747–1755.
6. Кириллов К.А. Оценки нормы функционала погрешности на пространствах  $S_p$  весовых квадратурных формул, точных для полиномов Хаара // Вычислительные методы и программирование. – 2012. – Разд. 1. – С. 324–331 – URL: <http://num-meth.srcc.msu.ru/>.
7. Кириллов К.А. Об оценке погрешности минимальных весовых квадратурных формул, точных для функций Хаара // Вычислительные технологии. – 2006. – Т. 11 (спец. вып.). – С. 44–50.
8. Кириллов К.А. Минимальные кубатурные формулы, точные для полиномов Хаара  $R^2$  // Вопросы математического анализа. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. техн. ун-та, 2003. – Вып. 6. – С. 108–117.
9. Кириллов К.А. Нижние оценки числа узлов кубатурных формул, точных для полиномов Хаара в двумерном случае // Вычислительные технологии. – 2004. – Т. 9 (спец. вып.). – С. 62–71.
10. Кириллов К.А. Построение минимальных кубатурных формул, точных для полиномов Хаара высших степеней в двумерном случае // Вычислительные технологии. – 2005. – Т. 10 (спец. вып.). – С. 29–47.
11. Noskov M.V., Kirillov K.A. Minimal cubature formulas exact for Haar polynomials // Journal of Approximation Theory. – 2010. – Vol. 162. – Issue 3. – P. 615–627.
12. Кириллов К.А. Алгоритм построения минимальных кубатурных формул, обладающих  $d$ -свойством Хаара в двумерном случае // Журн. СФУ. Серия «Математика и физика». – 2010. – Т. 3. – № 2. – С. 205–215.
13. Кириллов К.А. Минимальные кубатурные формулы, точные для полиномов Хаара малых степеней в двумерном случае // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 10. – С. 7–12.

14. Кириллов К.А., Носков М.В. Оценки погрешности на пространствах  $S_p$  кубатурных формул, точных для полиномов Хаара в двумерном случае // Журн. вычислительной математики и математической физики. – 2009. – Т. 49. – № 1. – С. 3–13.
15. Кириллов К.А. Оценки нормы функционала погрешности на пространствах  $H_\alpha$  кубатурных формул, точных для полиномов Хаара в двумерном случае // Жур. СФУ. Серия «Математика и физика». – 2012. – Т. 5. – № 3. – С. 382–387.
16. Кириллов К.А. Об оценках погрешности кубатурных формул, точных для полиномов Хаара // Вестник СибГАУ. – 2012. – № 2 (42). – С. 33–36.
17. Хаар А. Zur Theorie der orthogonalen Funktionensysteme // Math. Ann. – 1910. – Vol. 69. – P. 331–371.
18. Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ. – М.: Наука, 1984. – 752 с.
19. Соболев И.М. О весовых квадратурных формулах // Сибирский математический жур. – 1978. – Т. 19. – № 5. – С. 1196–1200.



УДК 332.144

А.Н. Козицина, И.В. Филимоненко

### ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАДРОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ)

*В статье рассматривается проблема дисбаланса спроса и предложения профессиональных кадров на региональном рынке труда. Приведена информационно-аналитическая модель для прогнозирования кадровой потребности экономики Красноярского края с применением модели многомерной базы данных на основе принципов OLAP-технологий.*

**Ключевые слова:** регион, кадровая потребность, профессиональные кадры, информационно-аналитическая модель, многомерная база данных, Olap-технологии.

A.N. Kozitsina, I.V. Filimonenko

### FORECASTING INFORMATION MODEL OF THE REGION PERSONNEL NECESSITY (ON THE EXAMPLE OF KRASNOYARSK TERRITORY)

*The problem of the imbalance between professional personnel supply and demand in the regional labor market is considered in the article. The information-analytical model to forecast personnel necessity of the Krasnoyarsk Territory economy using multidimensional database models based on Olap-technology principles is given.*

**Key words:** region, personnel necessity, professional personnel, information-analytical model, multidimensional database, Olap-technology.

---

В связи со стратегическими ориентациями экономики Российской Федерации и отдельных регионов на инновационное развитие резко возрастает актуальность обеспечения экономики профессиональными кадрами. Механизмом инновационного развития является диффузия инноваций и передовых достижений в области науки и техники в экономику, в результате которой повышается технико-технологический уровень производства, диверсифицируется структура валового регионального продукта (ВРП), изменяются структуры конечного и промежуточного спроса, претерпевают изменения кадровая потребность региональной экономики и структура профессионального образования. Отсутствие согласованности в структурных сдвигах региональной системы приводит к возникновению дисбаланса спроса и предложения кадровой потребности на региональных рынках труда и проявляется в существовании следующих проблем:

- длительный срок заполнения вакансий и увеличение средней продолжительности периода безработицы (до 5 мес. на 01.01.2012 г.<sup>1</sup>) на региональном рынке труда в связи с несоответствием зарплатных ожиданий и качества трудовых ресурсов возможностям и требованиям работодателей. Это, в свою очередь,

---

<sup>1</sup> По данным Агентства труда и занятости населения Красноярского края. URL:<http://www.rabota-enisey.ru/market/situation>.

ведет к одновременному существованию большого количества вакансий и соискателей (нетрудоустроенных потенциальных работников) на региональном рынке труда. Так, например, за два первых месяца 2013 года в службу занятости населения Красноярского края за содействием в трудоустройстве обратились 19,1 тыс. граждан, что на тысячу человек больше, чем за аналогичный период 2012 года (всего с начала года численность ищущих работу составила 45,6 тыс. чел., с учетом граждан, состоящих на учете на 01.01.2013 г.). В это же время от работодателей поступили сведения о потребности в 28,3 тыс. работников (всего с начала года служба занятости располагала 49,5 тыс. вакансий, с учетом заявленных вакансий на 01.01.2013 г.). Следовательно, минимум в течение двух месяцев неудовлетворенными остаются 21,2 тыс. вакансий и 26,5 тыс. граждан, желающих трудоустроиться;

- наличие нетрудоустроенных выпускников системы профессионального образования. В Красноярском крае на 01.01.2013 года доля выпускников учреждений профессионального образования в числе безработных граждан (в течение года после окончания учебного заведения) составила 2,3 %, или 0,6 тыс. человек (на 01.01.2012 г. – 2,4%, на 01.01.2011 г. – 2,6%)<sup>2</sup>. От общего количества выпускников очной формы обучения региональной системы профессионального образования данная величина составит 4,9 %. В то же время – это лишь часть выпускников, официально зарегистрированных в Агентстве труда и занятости населения Красноярского края. По данным опроса образовательных учреждений, доля выпускников, не трудоустроенных в течение года после окончания учебного заведения, возрастает до 6,4 %;

- несоответствие профессиональных и социальных компетенций, формируемых у выпускников системы профессионального образования, требованиям рабочего места. Сегодня образовательные учреждения ориентированы на формирование у выпускников профессиональных компетенций. В то же время вектор предпочтений работодателей уже сместился в сторону личностных компетенций и деловых качеств молодых специалистов. Как наиболее значимые работодатели отмечают компетенции: ответственность, мотивацию достижений, стрессоустойчивость и некоторые другие<sup>3</sup>, что полностью соответствует принципам формирования кадрового потенциала в период внедрения инноваций в организации – повышение не только профессионального уровня, но и ответственности работников, а также степени их участия в процессах принятия разного рода решений.

Таким образом, кадровое обеспечение региональной экономики, являясь важной социально-экономической задачей, обладает рядом проблем, среди которых наиболее сложной является несбалансированность спроса и предложения на региональных рынках труда. Одной из причин дисбаланса является отсутствие полной и достоверной информации о текущей кадровой потребности экономики и перспективной численности и составе профессиональных кадров для реализации планов и программ инновационного развития, о результатах трудоустройства молодых специалистов. Дополнительные трудности для процесса прогнозирования изменения потребности региона в кадрах в условиях изменяющейся экономической ситуации создает отсутствие единого методического подхода и системы показателей в статистической отчетности для получения полной оценки фактической потребности экономики региона в кадрах. Кроме того, проблема определения кадровой потребности осложняется отсутствием информационно-аналитической разработки, позволяющей обрабатывать разнородные массивы информации, проводить сценарные варианты расчетов кадровой потребности экономики в соответствии с направлениями модернизации экономики.

Таким образом, **цель исследования** – разработать информационную модель для прогнозирования кадровой потребности экономики Красноярского края, позволяющую получать данные о фактическом и прогнозируемом состоянии кадровой потребности региона по видам экологической деятельности (ВЭД) и уровням образования (УО).

**Объектом исследования** в данной статье является процесс прогнозирования потребности экономики Красноярского края по видам экономической деятельности и уровням образования.

**Предмет исследования** – проблемы формирования информационной модели прогнозирования кадровой потребности региональной экономики в соответствии с направлениями стратегического развития.

За основу построения прогноза кадровой потребности экономики Красноярского края взята методика, разработанная в Центре бюджетного мониторинга Петрозаводского государственного университета [1] и адаптированная в Институте управления бизнес-процессами и экономики СФУ (г. Красноярск) под специфические потребности Красноярского края [2].

<sup>2</sup> По данным Агентства труда и занятости населения Красноярского края. URL: <http://www.rabota-enisey.ru/market/situation>.

<sup>3</sup> По данным исследования работодателей г. Красноярска и Красноярского края за 2010 г. / Центр карьеры ФГАОУ СФУ. URL: <http://career.sfu-kras.ru/files/career/sfu-career-center-sfu-2011.pdf>.

Информационная модель как совокупность информации, характеризующей существенные свойства и состояния объекта, процесса, явления, а также взаимосвязи с внешней средой, представлена в виде четырех информационных блоков.

1-й блок. Экономика региона. Включает основные экономические показатели, необходимые для расчета и прогноза потребности экономики в кадрах. Базовой информацией являются:

- объем валового регионального продукта;
- объемы инвестиций в основной капитал;
- плановые показатели социально-экономического, инвестиционного и инновационного развития региона.

2-й блок. Демография региона. Содержит показатели демографической ситуации в регионе. Базовой информацией являются:

- численность постоянного населения;
- миграционное движение населения;
- прогноз численности населения в трудоспособном возрасте до 2020 г. (демографический прогноз).

3-й блок. Образование в регионе. Характеризует основные показатели развития системы профессионального образования в регионе. Базовой информацией являются:

- численность выпускников системы образования по уровням подготовки;
- объемы выпуска молодых специалистов образовательного учреждения (ОУ) разного уровня подготовки.

4-й блок. Рынок труда региона. Включает показатели, характеризующие состояние регионального рынка труда. Базовой информацией являются:

- численность занятых в экономике региона, в том числе по видам экологической деятельности (ВЭД);
- вакансии предприятий, заявленные в Агентство труда и занятости населения Красноярского края;
- распределение занятого населения в экономике края по видам экологической деятельности (ЭД) и уровням профессионального образования.

В процессе создания информационной модели требуется интеграция данных из разнородных источников. Следовательно, разработка подхода к представлению информации, который, с одной стороны, позволял бы наиболее адекватно учитывать специфику проблемной области, а с другой – представлять и использовать знания в некотором унифицированном виде, является очень актуальной. Данную проблему помогает решить применение модели многомерной базы данных.

В основе многомерного подхода лежит представление данных в виде многомерных гиперкубов, состоящих в свою очередь из отдельных массивов, блоков информации, при этом предполагается, что внутри такого гиперкуба нет пустот. То есть все ячейки куба должны быть всегда заполнены. Таким образом, отсутствие какого-либо блока информации либо отдельной ячейки блока приведет к невозможности обработки информации и построения прогноза [3]. Модель многомерной системы управления базой данных (СУБД) схематично можно представить в виде куба (рис. 1), каждая ячейка которого соответствует мере – количеству профессиональных кадров, определенному уровню образования (ВПО, СПО или НПО) для  $i$ -го вида экономической деятельности (ВЭД  $i$ ) в  $j$ -м муниципальном образовании (МО $j$ ).

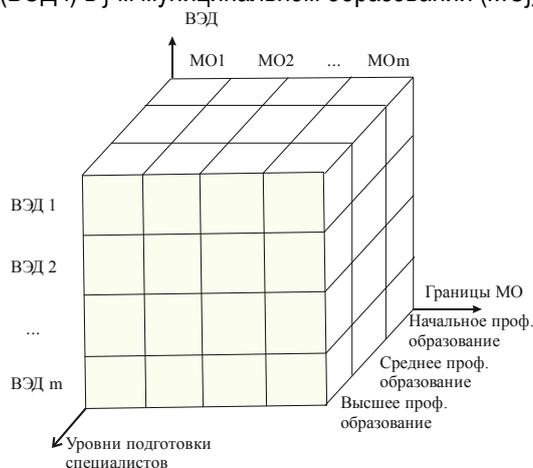


Рис. 1. Модель многомерной базы данных для определения кадровой потребности Красноярского края

Прогнозирование кадровой потребности региона, с учетом данные четырех массивов информации, включает три итерации:

- итерация 1. Прогноз среднегодовой численности занятых (Чз) с учетом социально-экономических, демографических и инновационных факторов;
- итерация 2. Прогноз Чз и определение кадровой потребности (КП) региональной экономики по видам экономической деятельности (ВЭД);
- итерация 3. Распределение КП по уровням образования (ВПО, СПО, НПО).

В соответствии с данными итерациями проведем детализацию гиперкуба, изображенного на рисунке 1, разбив его на три более мелких массива информации, каждый из которых наглядно демонстрирует взаимосвязь рассматриваемых процессов.

Куб 1 показывает влияние различных факторов на среднегодовую численность занятых (Чзн) в экономике региона. В данном исследовании рассмотрено несколько сценариев: сценарий «Традиционные технологии», «Экономический рост», «Агрегированный».

Куб 2 отражает распределение среднегодовой численности занятых по видам экономической деятельности.

Куб 3 отражает распределение среднегодовой численности занятых по уровням образования.

Таким образом, гиперкуб позволяет получить наглядную «картинку», демонстрирующую прогноз среднегодовой численности занятых по уровням образования и ВЭД на год прогноза.

Модель многомерной базы данных (БД) с применением принципов *Olap-технологий* для определения кадровой потребности Красноярского края представлена на рисунке 2.

Использование данной модели позволит получать данные как о фактическом, так и о прогнозируемом состоянии кадровой потребности региона по ВЭД и уровням образования до 2020 года применительно к Красноярскому краю.

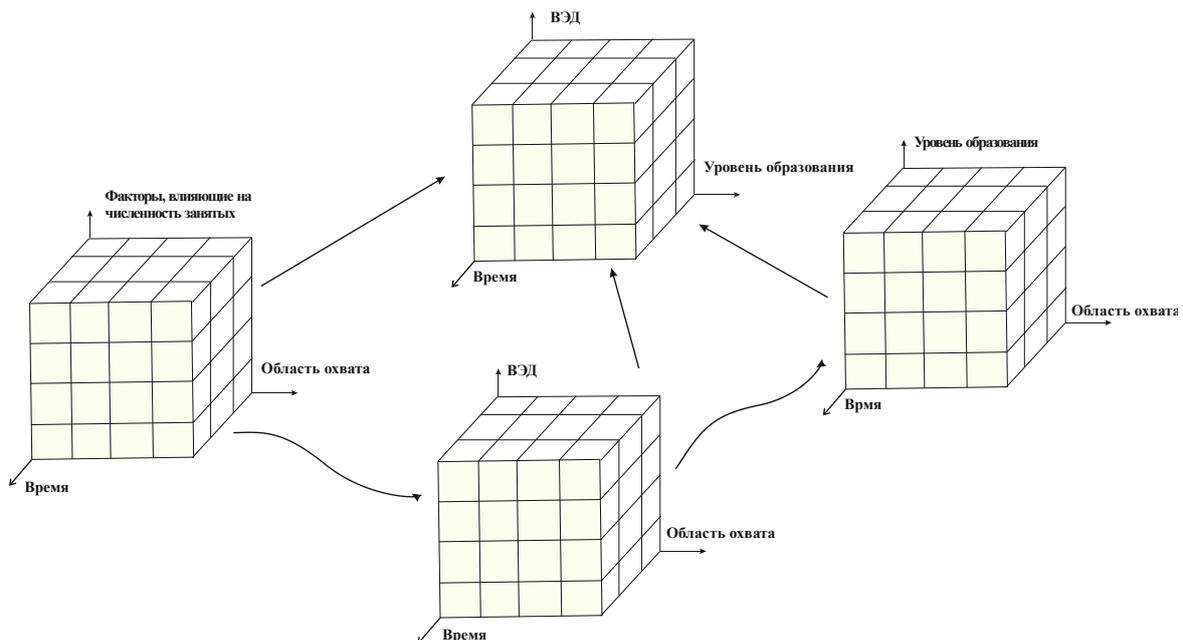


Рис. 2. Модель многомерной БД для определения кадровой потребности Красноярского края

Применение в данной работе многомерной базы данных позволит обрабатывать большие массивы информации, необходимой для построения прогноза кадровой потребности региона, повысит производительность и значительно увеличит скорость работы системы, поиск и выборку необходимых данных.

С помощью методологии функционального моделирования IDEF0 была разработана взаимосвязь процессов прогнозирования кадровой потребности. С помощью наглядного графического языка IDEF0 изучаемая система представлена в виде набора взаимосвязанных функций (функциональных блоков – в терминах IDEF0).

«На входе» контекстной диаграммы присутствует информация (статистические данные, данные социально-экономического, инвестиционного, инновационного развития региона), методика построения прогноза; технология обработки и анализа информации; разработанный программный продукт. «На выходе» получаем прогноз кадровой потребности экономики в муниципальном образовании (МО). Диаграмма IDEF0 позволяет наглядно увидеть этапы рассматриваемого процесса, связи между ними и механизмы, воздействующие на каждый из этапов (рис. 3).

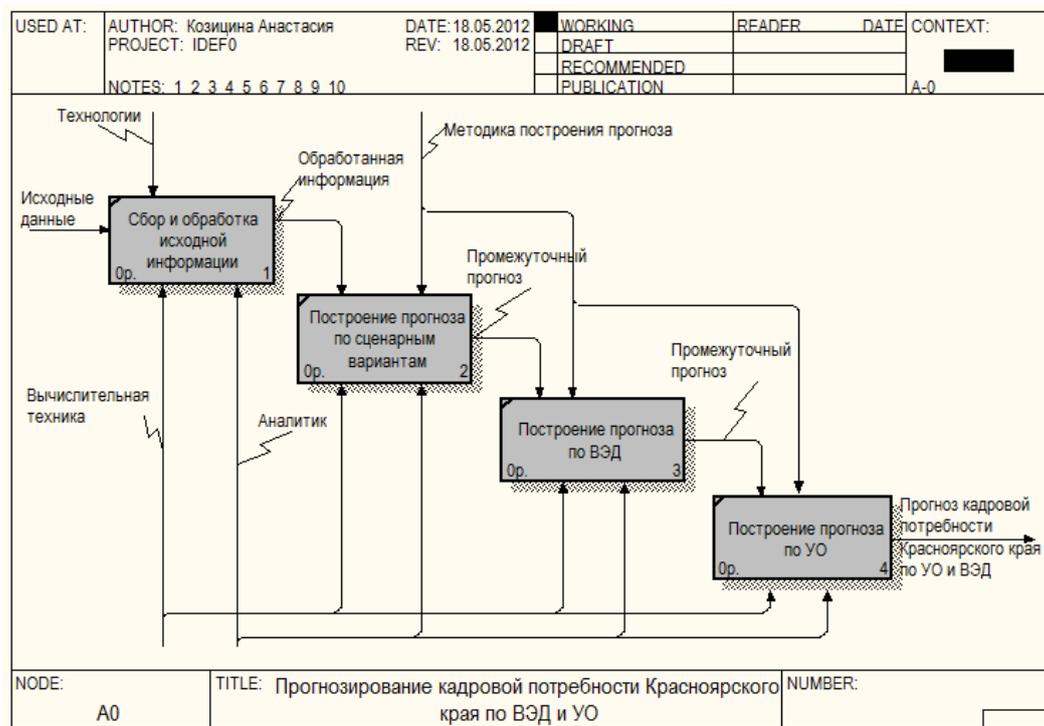


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции процесса прогнозирования кадровой потребности экономики Красноярского края

Основными процедурами, необходимыми для осуществления прогнозирования кадровой потребности экономики региона, являются:

1. **Сбор и обработка исходной информации:** производится сбор и анализ статистической информации для построения прогноза.

2. **Построение прогноза по сценарным вариантам:**

- прогнозирование среднегодовой численности занятых (Чз) по сценарным вариантам;
- построение структуры занятости в экономике;
- распределение кадровой потребности по компонентам: на замену, на рост (достижение темпов социально-экономического развития (СЭР)), на реализацию инвестиционных проектов (ИП), сокращения.

3. **Построение прогноза по ВЭД:** распределение общей численности занятых и потребности в профессиональных кадрах по ВЭД и УО.

4. **Построение прогноза по УО:** распределение общей численности занятых и потребности в профессиональных кадрах по УО.

Представленная модель позволяет описывать и прогнозировать состояния кадровой потребности (структуру и величину) региональной экономики (по ВЭД, уровням профессионального образования) путем изменения входной информации (объемы и темпы роста валового внутреннего продукта (ВВП), инвестиции в основной капитал, кадровая потребность инвестиционных проектов), сохраняя связи между основными сферами региональной экономической системы (экономикой, рынком труда, профессиональным образованием).

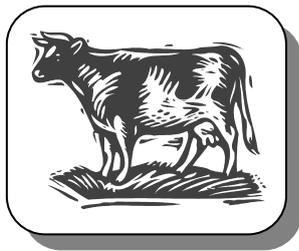
В Институте управления бизнес-процессами и экономики СФУ разработан программный комплекс, представляющий собой систему взаимосвязанных таблиц Microsoft Excel, предназначенный для расчетов кадровой

потребности на уровне региона. Программа использует унифицированные макроэкономические модели и устойчивые вычислительные алгоритмы, позволяющие построить прогноз объема ежегодной потребности в кадрах по видам экономической деятельности и уровням профессионального образования (ВПО, СПО, НПО).

### **Литература**

1. Разработка информационно-аналитической системы мониторинга и прогнозирования развития системы образования в субъектах Российской Федерации до 2015 г. / *В.Н. Васильев, В.А. Гуртов, Е.А. Питухин* [и др.] // Человеческое измерение в информационном обществе: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. в рамках Всерос. форума «Образовательная среда-2003». – М.: ВВЦ, 2003. – С. 8–9.
2. Разработка методики прогнозирования спроса и предложения на рынке труда и образовательных услуг экономики муниципальных образований Красноярского края // *З.А. Васильева, И.В. Филимоненко, Н.В. Разнова* [и др.] / Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России: сб. докл. Всерос. науч.-практ. интернет-конф. с междунар. участием. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008.
3. *Елманова Н., Федоров А.* Введение в OLAP-технологии Microsoft. – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 268 с.





## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

УДК 619:636.2:616.15

А.П. Лашин, Н.В. Симонова, Н.П. Симонова

### ВЛИЯНИЕ АДАПТОГЕНОВ НА ИММУНОБИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ

*Исследовано влияние адаптогенов (экстрактов элеутерококка, родиолы, солодки) на иммунобиохимический статус новорожденных телят.*

*Установлено более выраженное положительное влияние на динамику гемоглобина, эритроцитов, общего белка, иммуноглобулинов, фагоцитарной, лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови телят в условиях введения экстракта родиолы розовой.*

**Ключевые слова:** диспепсия, фитоадаптогены, экстракты элеутерококка, родиолы, солодки, эритроциты, гемоглобин, иммунобиохимический статус.

A.P. Lashin, N.V. Simonova, N.P. Simonova

### ADAPTOGENE INFLUENCE ON CALF IMMUNE BIOCHEMICAL STATUS

*The adaptogene influence (Siberian ginseng, rosewort, licorice extracts) on the immune biochemical status of newborn calves is researched.*

*The more vivid positive effect on the dynamics of hemoglobin, erythrocytes, total protein, immunoglobulins, phagocytosis, lysozyme and bactericidal activity of calf blood serum in the introduction of rosewort extract is defined.*

**Key words:** dyspepsia, phyto-adaptogenes, extracts of Siberian ginseng, rosewort, licorice, erythrocytes, hemoglobin, immune biochemical status.

**Введение.** Желудочно-кишечные заболевания новорожденных телят, протекающие с диарейным синдромом, продолжают занимать одно из ведущих мест в структуре заболеваемости и гибели молодняка в России. Они повсеместно распространены на животноводческих фермах и причиняют большой экономический ущерб животноводству вследствие падежа новорожденных, задержки их развития, замедления прироста массы тела и огромных затрат на лечебно-профилактические мероприятия [6, 7, 10]. Заболеваемость новорожденных телят составляет 90–100 %, а гибель их от диареи, несмотря на проводимое лечение, достигает 20–40 % [5]. После лечения отход телят из числа переболевших колеблется от 1 до 98 %, причем в первые дни жизни, по данным разных авторов, составляет от 10 до 60 % и более [1–4].

В настоящее время система профилактики и лечения заболеваний органов пищеварения новорожденных телят требует коррекции. Использование лекарств имеет свои особенности и не всегда вписывается в общие принципы классической фармакологии [9]. Требования к фармакологическим средствам защиты здоровья животных и оптимизации их продуктивности наряду с высокой активностью предусматривают отсутствие способности препарата изменять биохимический состав животноводческой продукции; остатков самого препарата и его метаболитов в продуктах животноводства; способности накапливаться во внешней среде, что может быть экологически опасным [8]. В связи с этим, несмотря на значительные успехи в области химии синтетических лекарственных средств, вещества природного происхождения, на наш взгляд, более полно отвечают требованиям современной ветеринарии. Наличие биологически активных веществ (БАВ) в составе растений, относящихся к группе адаптогенов – флавоноидов, витаминов, микроэлементов, подтверждает уникальность данных

лекарственных препаратов, расширяет диапазон показаний к их назначению и подчеркивает целесообразность применения для профилактики и лечения диспепсии у новорожденных телят.

**Цель исследования.** Изучение влияния адаптогенов на иммунобиохимический статус новорожденных телят.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводились на базе животноводческого комплекса «Луч» Ивановского района Амурской области. Контрольную и подопытные группы формировали на телятах – аналогах красно-пестрой породы, средней живой массой 35 кг при рождении, по 10 животных в каждой группе: 1-я группа – контрольная, в ней применяли схему профилактики, принятую в хозяйстве (животным за 30 мин до кормления выпаивали 200 мл остуженной до 15°C кипяченой воды на фоне введения тетрациклина в капсулах в суточной дозе 300 мг); 2-, 3-, 4-е группы – подопытные, животным данных групп с профилактической целью, а в случае необходимости и с лечебной, применяли фитопрепараты – экстракты элеутерококка (ЭЭ), родиолы (ЭР), солодки (ЭС) на фоне перорального введения антибиотика тетрациклина в суточной дозе 300 мг. Экстракты с профилактической целью вводили перорально в суточной дозе 5 мл однократно за 20–30 мин до кормления в течение 28 дней, с лечебной целью в дозе 5 мл на голову 3 раза в сутки до исчезновения клинических признаков. У животных подопытных и контрольной групп через 10 и 30 дней от начала эксперимента брали кровь для иммунобиохимического исследования из яремной вены стерильной одноразовой иглой. В крови телят общепринятыми методами определяли количество эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобин, общий белок – рефрактометрически, белковые фракции – электрофорезом в геле агарозы, фагоцитарную активность – в опсонофагоцитарной реакции, фагоцитарный индекс определяли средним числом фагоцитированных микробов, приходящихся на один активный лейкоцит, лизоцимную и бактерицидную активность сыворотки крови – общепринятыми методами. Полученные результаты обработаны с использованием параметрического критерия Стьюдента.

**Результаты и обсуждение.** Результаты проведенных исследований показали (табл. 1), что введение исследуемых адаптогенов способствовало достоверному увеличению количества эритроцитов у телят всех подопытных групп к концу эксперимента по сравнению с контролем: в группе животных, получавших ЭЭ, повышение содержания эритроцитов составило 14% ( $p < 0,05$ ), получавших ЭР – 12% ( $p < 0,05$ ), получавших ЭС – 12% ( $p < 0,05$ ).

Анализируя динамику уровня эритроцитов в крови телят подопытных групп, важно отметить, что рост уровня эритроцитов от первого к тридцатому дню опыта составил 13,1% на фоне введения ЭЭ, 7,2% (10-й день) и 4,5% (30-й день) на фоне введения ЭР, 6% – на фоне введения ЭС. Введение фитопрепаратов сопровождалось увеличением содержания гемоглобина в крови телят экспериментальных групп относительно контрольных животных: в первой подопытной группе к 10-му дню эксперимента – на 10,4%, к 30-му дню – на 20% ( $p < 0,05$ ), во второй подопытной группе – на 13,2% ( $p < 0,05$ ) и 13,5% ( $p < 0,05$ ) соответственно, в третьей – на 13,3% к концу опыта ( $p < 0,05$ ). Изучение динамики уровня гемоглобина на фоне введения адаптогенов свидетельствовало о росте данного показателя на 14,1% (10-й день) и 18,1% (30-й день) в условиях применения ЭЭ, на 14 и 10,2% соответственно – на фоне применения ЭР, на 11% к концу опыта – на фоне применения ЭС. Таким образом, введение ЭР, ЭЭ в большей степени и ЭС в меньшей способствовало достоверному увеличению количества эритроцитов, гемоглобина, что указывает на стимуляцию органов кроветворения. В свою очередь, картина крови у новорожденных телят контрольной группы в первый месяц отражала характер протекающих в организме биохимических процессов и базировалась на снижении количества гемоглобина и эритроцитов, что было связано, на наш взгляд, с переходом на легочный тип дыхания, в связи с чем необходимость в их прежнем объеме отпала.

Исследование содержания лейкоцитов в периферической крови телят контрольной группы отразило повышение уровня данного показателя от начала к концу эксперимента на 31,9%, причем этот показатель превышал аналогичный в подопытных группах на 30-й день на 35% при использовании ЭЭ ( $p < 0,05$ ), на 32% – ЭР ( $p < 0,05$ ), на 20% – ЭС, однако различия в третьей экспериментальной группе по сравнению с контролем были недостоверными. Динамика количества лейкоцитов в подопытных группах отразила некоторые незначительные колебания данного показателя в течение месяца, однако выхода за диапазон физиологической нормы не наблюдалось.

Показатели крови телят на фоне применения фитопрепаратов, М±m

Показатель	Дни от начала эксперимента		
	1-й день	10-й день	30-й день
<i>Контрольная группа, n=10</i>			
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	6,1±0,1	6,4±0,2	6,0±0,2
Гемоглобин, г/л	97,3±3,0	100,6±4,5	93,6±3,5
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	9,0±0,6	8,8±0,9	13,2±0,8
Общий белок, г/л	69,5±1,6	63,6±2,9	58,8±2,5
Иммуноглобулины, г/л	20,4±1,9	24,2±0,9	21,0±0,8
<i>1-я подопытная группа (экстракт элеутерококка), n=10</i>			
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	6,0±0,2	6,6±0,1	6,9±0,2*
Гемоглобин, г/л	95,8±4,1	111,5±4,0	116,9±4,5*
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	8,5±0,5	9,6±0,8	8,6±0,9*
Общий белок, г/л	65,8±2,4	72,5±2,6	79,6±2,5*
Иммуноглобулины, г/л	19,9±1,1	22,1±0,8	24,5±1,0
<i>2-я подопытная группа (экстракт родиолы), n=10</i>			
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	6,5±0,3	7,0±0,2	6,8±0,1*
Гемоглобин, г/л	99,5±4,0	115,8±3,0*	110,7±4,0*
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	9,1±0,4	9,5±0,3	9,0±0,5*
Общий белок, г/л	70,5±3,1	69,8±3,0	78,4±3,5*
Иммуноглобулины, г/л	20,5±1,5	23,2±0,9	25,4±1,1*
<i>3-я подопытная группа (экстракт солодки), n=10</i>			
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	6,4±0,2	6,0±0,1	6,8±0,2*
Гемоглобин, г/л	97,0±3,8	95,9±4,0	107,9±3,5*
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	9,4±0,5	10,0±0,4	10,6±0,6
Общий белок, г/л	68,8±3,5	75,1±3,2	69,2±4,0
Иммуноглобулины, г/л	22,0±1,2	21,8±1,0	20,6±1,0

\* достоверность различий между контрольными и подопытными животными ( $p < 0,05$ ).

Показательным стал анализ содержания общего белка в крови телят на фоне применения адаптогенов, свидетельствующий об увеличении его уровня по сравнению с контролем, что подтверждает стимулирующее действие адаптогенов на процессы биосинтеза белка и нуклеиновых кислот, вызывающих пластическое обеспечение функций клеточных структур и организма в целом за счет стабилизации биомембран: увеличение содержания общего белка по сравнению с контролем составило: 12,3% (10-й день) и 26,2% (30-й день,  $p < 0,05$ ) на фоне введения ЭЭ; 9 и 25% ( $p < 0,05$ ) соответственно на фоне введения ЭР; 15,4 и 15,1% – на фоне введения ЭС (см. табл. 1). Исследование динамики общего белка в контрольной группе свидетельствовало о его снижении от 1-го к 30-му дню опыта на 15,4%, напротив, в подопытных группах наблюдалась четкая тенденция к росту данного показателя к концу эксперимента в первой и второй экспериментальной группах на 17,4 и 11% соответственно, на 9% в третьей подопытной группе к 10-му дню.

Содержание иммуноглобулинов в группе животных, получавших ЭЭ, выросло на 14,3% по сравнению с контролем, получавших ЭР – на 17,4% ( $p < 0,05$ ), в группе животных, получавших ЭС, тенденции к увеличению уровня иммуноглобулинов выявлено не было. Анализ динамики данного показателя отразил ее положительный характер в 1-й и 2-й подопытных группах (повышение от начала к концу эксперимента составило 18,8 и 19,3% соответственно).

Показатели неспецифической резистентности у телят экспериментальных групп в течение опыта менялись следующим образом (табл. 2): лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК) у телят 1-, 2- и 3-й подопытных групп по сравнению с первым днем опыта достоверно увеличилась в 1,4; 1,6 и 1,1 раза соответственно, у телят контрольной группы к концу наблюдения ЛАСК достоверно снизилась в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ).

Бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК) у телят всех групп к концу эксперимента увеличилась в 1,3–1,4 раза, причем в группе животных, получавших экстракт корня солодки, рост уровня данного показателя был зарегистрирован уже к 10-му дню опыта на 28% ( $p < 0,05$ ).

Фагоцитарная активность (ФА) лейкоцитов у телят контрольной группы снизилась к концу эксперимента на 8,3%, 1-й подопытной группы – на 3%, у животных 2-й подопытной группы ФА увеличилась на 22,4% (30-й день опыта), 3-й подопытной – на 11% (10-й день,  $p < 0,05$ ).

Анализируя динамику фагоцитарного индекса (ФИ) у телят, было констатировано, что введение исследуемых адаптогенов способствует росту данного показателя к концу эксперимента в 1-й и 2-й подопытных группах (на 18 и 35% соответственно), на 10-й день эксперимента в 3-й подопытной группе (на 19%,  $p < 0,05$ ) в отличие от телят контрольной группы, где наблюдалась тенденция к снижению ФИ в динамике.

Таблица 2

Показатели неспецифической резистентности организма телят на фоне введения фитопрепаратов,  $M \pm m$ 

Показатель	Дни от начала эксперимента		
	1-й день	10-й день	30-й день
<i>Контрольная группа, n=10</i>			
ЛАСК, %	5,1±0,2	4,4±0,3	3,8±0,2
БАСК, усл. ед.	71,3±5,1	90,5±6,2	98,0±6,5
ФА, %	65,6±4,6	62,8±3,0	60,2±3,8
ФИ, усл. ед.	3,5±0,6	3,1±0,2	2,8±0,2
<i>1-я подопытная группа (экстракт элеутерококка), n=10</i>			
ЛАСК, %	5,0±0,3	4,6±0,2	6,8±0,5*
БАСК, усл. ед.	75,5±6,1	81,9±6,6	101,6±6,5
ФА, %	64,3±4,5	59,6±3,9	62,5±4,6
ФИ, усл. ед.	3,6±0,5	4,5±0,4	4,4±0,2
<i>2-я подопытная группа (экстракт родиолы), n=10</i>			
ЛАСК, %	4,5±0,5	6,6±0,6*	7,0±0,5*
БАСК, усл. ед.	89,5±4,8	75,8±5,0	119,2±6,0*
ФА, %	60,1±4,6	72,5±4,3	77,4±4,5*
ФИ, усл. ед.	3,5±0,8	4,8±0,5*	5,4±0,9*
<i>3-я подопытная группа (экстракт солодки), n=10</i>			
ЛАСК, %	5,4±0,6	6,0±0,8	5,8±0,7*
БАСК, усл. ед.	70,8±3,7	98,6±5,1	79,4±4,2
ФА, %	66,5±4,5	74,7±3,1*	68,0±5,6
ФИ, усл. ед.	3,8±0,5	4,7±0,6*	4,0±0,8

\* достоверность различий между контрольными и подопытными животными ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено положительное влияние фитопрепаратов на иммунобиохимический статус новорожденных телят, выражающееся в увеличении уровня гемоглобина и количества эритроцитов, общего белка, иммуноглобулинов, фагоцитарной активности лейкоцитов, лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови телят на фоне введения изучаемых адаптогенов.

### Выводы

1. В условиях введения экстрактов элеутерококка и родиолы розовой новорожденным телятам наблюдается достоверное увеличение уровня эритроцитов (на 12–14%) и гемоглобина (на 14–20%) в крови животных, общего белка на 17 и 11% соответственно, иммуноглобулинов на 14 и 17% к 30-му дню исследований. Положительное влияние на биохимический статус телят на 10-й день эксперимента отмечается на фоне применения экстракта корня солодки.

2. Фитоадаптогены способствуют положительной динамике показателей неспецифической резистентности молодняка сельскохозяйственных животных. Более выраженный эффект наблюдается при использовании экстракта родиолы, выражающийся в увеличении относительно контроля ЛАСК в 1,6 раза, БАСК в 1,4 раза, ФА на 22,4%, ФИ на 35%.

### Литература

1. Улучшение функций пищеварения у новорожденных телят природными средствами / А.Я. Батраков [и др.] // Ветеринария. – 2010. – № 1. – С. 40–42.
2. Бедоева З.М. Разработка средств иммунологического мониторинга и прогнозирования острых кишечных инфекций бактериальной этиологии // Вестн. РАСХН. – 2006. – № 3. – С. 63–73.

3. Иванова А.Е., Матросова Л.Е., Тремасов М.Я. Терапевтическая эффективность антибактериального препарата «Трисульфам» при лечении диспепсии молодняка животных // Ветеринарный врач. – 2011. – № 6. – С. 38–40.
4. Лукьянова И.А., Ермакова Т.В., Плешакова В.И. Клинико-патоморфологические особенности течения вирусно-бактериальных респираторно-кишечных инфекций у телят // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 4. – С. 49–51.
5. Макаров Ю.А., Горковенко Н.Е., Шульга Н.Н. Смешанные кишечные инфекции новорожденных телят: рекомендации / РАСХН, Дальневост. ЗНИВИ. – Благовещенск, 2008. – 22 с.
6. Манасян А.В., Петоян Г.Р., Шахбазян А.М. Активность ферментов пищеварительной системы у телят при диспепсии // Ветеринария. – 2003. – № 7. – С. 39–40.
7. Субботин В.В., Сидоров М.А. Профилактика желудочно-кишечных изменений новорожденных животных // Ветеринария. – 2001. – № 4. – С. 3–7.
8. Федоров Ю.Н. Иммунокоррекция: применение и механизм действия иммуномодулирующих препаратов // Ветеринария. – 2005. – № 2. – С. 3–6.
9. Хобракова В.Б. Экспериментальные вторичные иммунодефицитные состояния и их фармакотерапия растительными средствами: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Благовещенск, 2012. – 44 с.
10. Шабунин С.В., Востроилова Г.А., Беляев В.И. Фармако-токсикологическая оценка и эффективность тилоколина при колибактериозе и сальмонеллезе телят // Ветеринария. – 2010. – № 1. – С. 48–52.



УДК 591.4:599.742.4

А.Ю. Савельева

#### МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ САМКИ ХОРЬКА

*Исследованы гонады и рога матки самки хорька в период эструса морфометрическими и гистологическими методами.*

**Ключевые слова:** яичник, железистая атрезия фолликулов, рога матки, эпителиальная выстилка матки.

A.Yu. Savelyeva

#### MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF FEMALE FERRET REPRODUCTIVE ORGANS

*The gonads and uterus horns of female ferret during estrus period are researched by morphometric and histological methods.*

**Key words:** ovary, follicle glandular atresia, uterus horns, uterus epithelial lining.

---

**Введение.** Хорьки принадлежат к млекопитающим с сезонной течкой и ярко выраженным периодом гона, который длится с марта по сентябрь. Половая зрелость у самок наступает в возрасте 8–12 месяцев, и начавшийся эструс не прекращается до тех пор, пока не наступит оплодотворение. Незадолго до начала течки в крови у самок отмечается пик концентрации эстрогенов, который сохраняется до оплодотворения. В том случае, если оплодотворение не наступает и самка не может самостоятельно выйти из гона, в ее красном костном мозге замедляются процессы гемопоэза [1].

Овуляция у хорих, как и у кошек, индуцируется стимуляцией стенок влагалища и давлением на шейку матки, что возможно только при спаривании, длящемся от 15 мин до 3 ч [2, 3].

Рост и атрезия фолликулов в яичниках протекают таким образом, что появление пузырчатых фолликулов в корковом веществе совпадает с возможным спариванием, а значит и овуляцией. Приблизительно через 30–40 ч после спаривания ооциты проникают из яичника в бурсу, где в течение 12 ч остаются наиболее способными к оплодотворению. В случае образования зигот, последние достигают рогов матки к пятому дню и имплантируются на 12–13-й день после спаривания. Беременность длится в среднем 41 день (39–42 дня), в результате на свет появляется от одного до 18 детенышей [3].

**Цель и задачи исследования.** Изучение макро- и микроанатомии репродуктивных органов (яичников и матки) хорих в связи с особенностями их полового цикла.

**Материалы и методы исследования.** Исследования и обработка материала проводились на кафедре анатомии, патологической анатомии и хирургии ИПБ и ВМ КрасГАУ; в ветеринарной клинике «Лимпопо» г. Красноярск.

Объектом исследования послужили хорихи в возрасте от восьми до десяти месяцев, принадлежащие частным владельцам, обратившимся в клинику с целью стерилизации самок. Материалом для исследования послужили яичники и матки.

Кусочки органов размером 0,5 x 0,5 см фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина, промывали под проточной водой, обезживали путем последовательного проведения через батарею спиртов возрастающей крепости и уплотняли в парафине согласно общепринятым методикам. Поперечные и продольные срезы толщиной 5–6 мкм изготавливали на санном микротоме МС-2. Для получения обзорных препаратов гистологические срезы окрашивали гематоксилином Эрлиха и эозином [4]. Изучение и микрофотографирование препаратов проводили под световым микроскопом марки MS (Austria) при увеличении в 100, 400, 1000 раз. С помощью окуляр-микрометра МОВ-1-15х (ГОСТ 15150-69) производили морфометрию.

**Результаты исследования.** Установлено, что репродуктивная система самки хорька представлена парными бобовидными яичниками около 0,5 см в диаметре, заключенными в яичниковую бурсу, содержащую большое количество жировой ткани. Жировая ткань содержится также в яичниковой связке и широкой маточной связке. Гонады расположены в поясничной области каудальнее почек.

Матка двууголая, лежит дорсальнее мочевого пузыря. Рога матки длинные, в период гона их длина составляет 7–10 см. Тело матки очень короткое, не более сантиметра, шейка одна, также очень короткая. Клитор и половые губы развиты хорошо, во время сезона размножения вульва отечная и хорошо заметна [5].

Микроскопически паренхима яичников хорихи в период эструса образована корковым и мозговым веществом. Снаружи гонады покрыты однослойным кубическим зачатковым эпителием. Под эпителием расположена толстая соединительнотканная белочная оболочка. Корковое вещество на периферии содержит фолликулярные мешки, заполненные скоплениями пока еще мало дифференцированных молодых клеток – будущих примордиальных фолликулов. Примордиальные фолликулы единичные. Ооциты в них крупные, округлые, окружены плоскими фолликулярными клетками. Встречаются единичные первичные и вторичные фолликулы.

Основная масса коркового вещества состоит из атретических тел, представляющих собой округлые объемные скопления тяжелой крупных полигональных эпителиоцитов, разделенных прослойками рыхлой соединительной ткани, содержащей кровеносные сосуды. Диаметр атретических тел составляет  $365,75 \pm 9,78$  мкм. Тяжи образованы пролиферирующими строматогенными клетками внутренней теки – теоцитами, радиально расположенными вокруг погибающих клеток гранулезного слоя. Клетки гранулезы мелкие, сконцентрированы в центре атретического тела в виде так называемых «гранулезных шаров» и непосредственно окружены складчатой прозрачной зоной, также подвергающейся дегенерации (рис. 1).

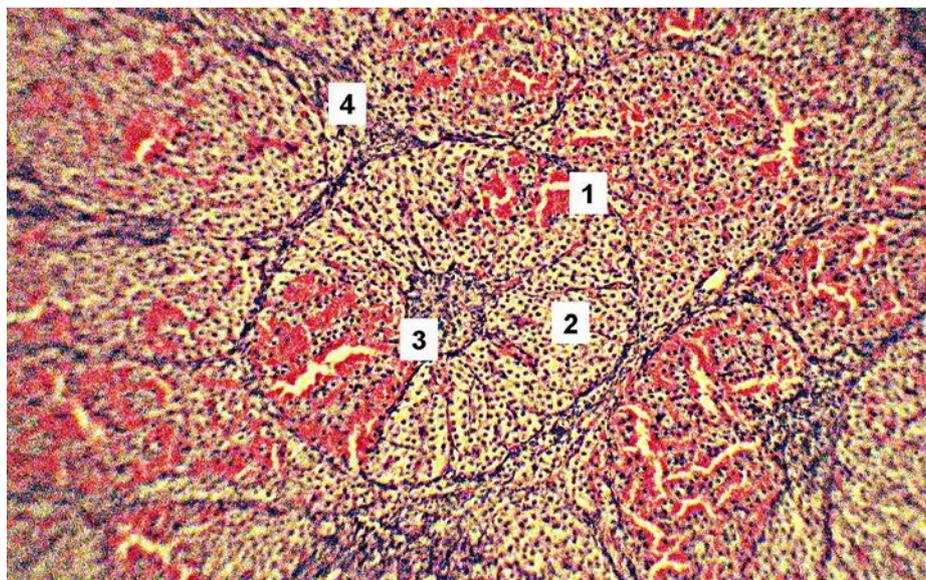


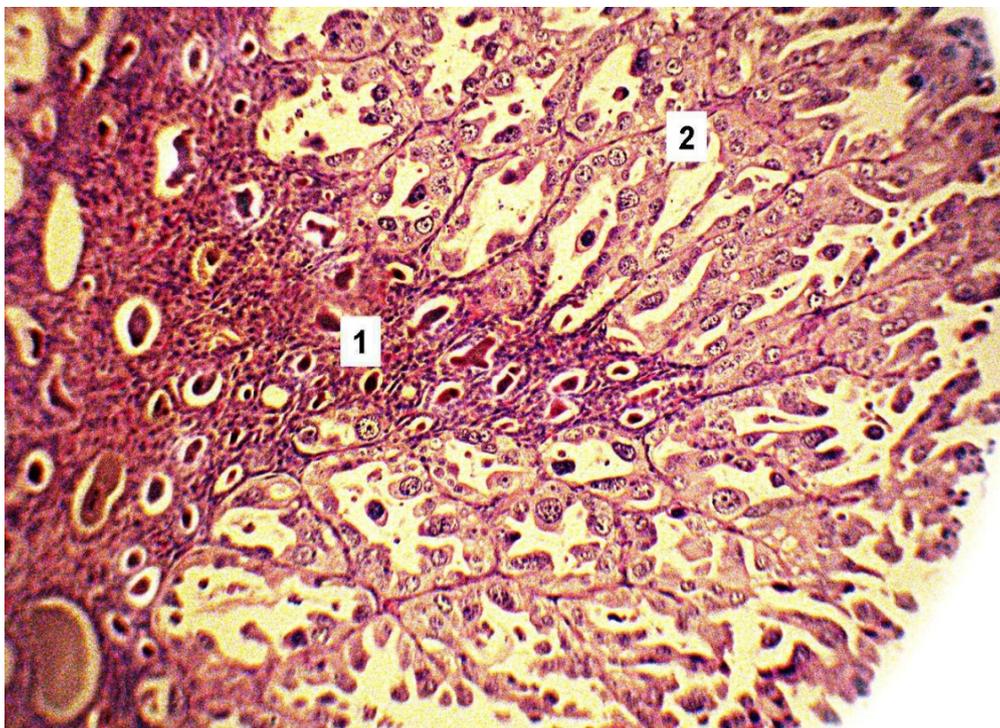
Рис. 1. Паренхима яичника хорихи в период эструса. Гематоксилин Эрлиха-эозин. Об. 10х Ок. 10х.  
1 – атретическое тело; 2 – теоциты; 3 – «гранулезный шар»; 4 – интерстициальная ткань

В яичниках обнаружены фолликулы, подверженные лишь железистому перерождению, в то время как существуют еще кистозный и жировой типы атрезии. Результатом железистой атрезии фолликулов является образование временной интерстициальной железы, впервые описанной М. Лимоном. Ряд экспериментальных данных и клинических наблюдений в медицинской практике показывает, что текоциты интерстициальной железы участвуют в образовании эстрадиола. Наличие столь огромного количества атретических тел микроскопически объясняет и подтверждает высокий уровень содержания эстрогенов в крови хорих в период гона и, как следствие, длительное его течение.

Интерстициальная ткань яичника представлена рыхлой соединительной тканью. Мозговое вещество хорошо васкуляризировано.

Стенка рогов матки трехслойная и образована слизистой, мышечной и серозной оболочками.

Микроскопически слизистая оболочка в эструсе представлена собственной пластинкой и однослойным (местами псевдомногослойным) эпителием. Соединительнотканная собственная пластинка образует выросты призматической формы – основу складок слизистой оболочки. Складки хорошо васкуляризованы и содержат секреторный аппарат – маточные железы (диаметр  $62,5 \pm 3,11$  мкм), стенки которых выстланы однослойным кубическим эпителием. Складки имеют разную высоту – от одного до двух и более миллиметров, разветвленное строение, образуя очень тонкие «веточки» второго и третьего порядка. Высота складок второго порядка составляет 0,45–0,6 мм, третьего порядка – 0,2–0,25 мм (рис. 2).



*Рис. 2. Слизистая оболочка матки хорики в период эструса. Гематоксилин Эрлиха-эозин.  
Об. 10х Ок. 10х. 1 – собственная пластинка; 2 – эпителий*

Эпителий, покрывающий собственную пластинку, состоит из гигантских полиморфных клеток, на отдельных участках создается эффект его многослойности. Площадь эпителиоцитов колеблется в широких пределах и составляет  $1471,89 \pm 201,96$  мкм<sup>2</sup>. Ядра крупные, округлой формы, площадь составляет  $663,1 \pm 202,1$  мкм<sup>2</sup>. В ядрах хорошо заметны одно-два ядрышка и зерна хроматина (рис. 3). Встречаются эпителиоциты с интенсивно базофильными ядрами, ядрами в состоянии пикноза или рексиса. Характер эпителиальной выстилки соответствует секреторной фазе полового цикла других видов млекопитающих [6].

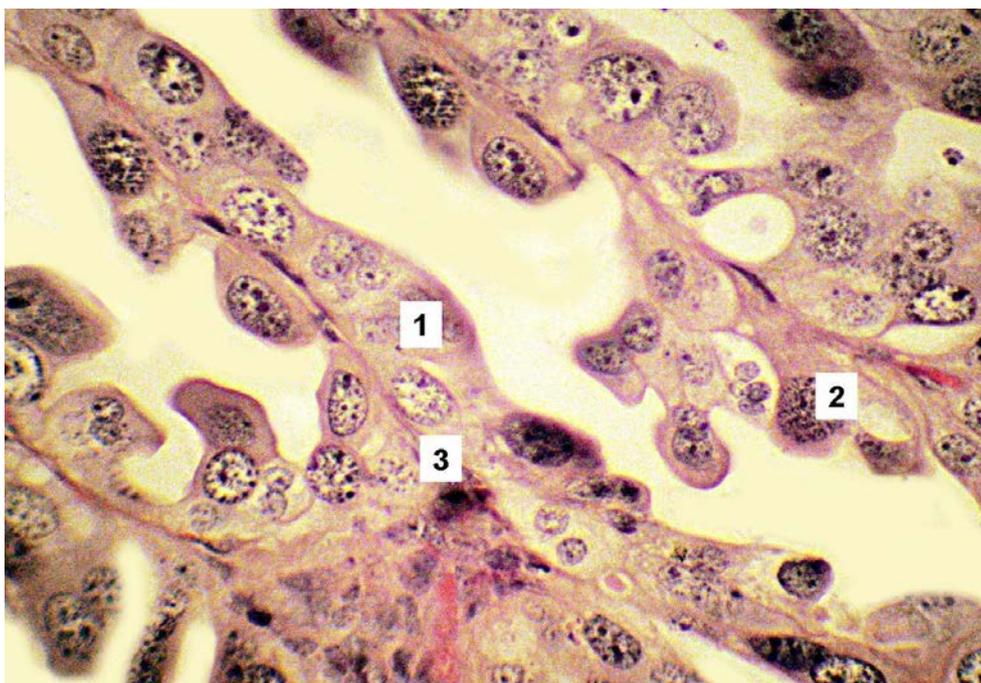


Рис. 3. Вторичные и третичные складки маточного эпителия хорихи. Гематоксилин Эрлиха-эозин.  
Об. 40х Ок. 10х  
1 – эпителиоциты; 2 – ядро; 3 – собственная пластинка слизистой

Структура мышечной оболочки рогов матки идентична таковой у других видов млекопитающих и образована двумя слоями гладкой мускулатуры и промежуточным сосудистым слоем.

### Выводы

1. Корковое вещество яичников хорих в период эструса заполнено атретическими телами. Тип атрезии фолликулов – железистый. Растущие фолликулы единичные.
2. Стенка рогов матки образована тремя оболочками: слизистой, мышечной, серозной.
3. Слизистая оболочка представлена однослойным (местами псевдомногослойным) эпителием и хорошо развитой собственной пластинкой, образующей сложные складки.
4. Эпителий состоит из гигантских полиморфных клеток, среди которых встречаются погибающие эпителиоциты.
5. В толще собственной пластинки содержатся маточные железы, стенки которых выстланы однослойным кубическим эпителием.

### Литература

1. URL:<http://www.petdrugsonline.co.uk/site.aspx?i=ar276244&c=276615>.
2. URL:[http://zoohelp.ru/?page=polecats&article\\_id=16](http://zoohelp.ru/?page=polecats&article_id=16).
3. Lindeberg H. Reproduction of the female ferret // *Reprod. Domest. Anim.* – 2008. – № 43. – P. 150–156.
4. Семченко В.В., Барашкова С.А., Артемьев В.Н. Гистологическая техника. – Омск, 2003. – 152 с.
5. URL:[http://wildpro.twycrosszoo.org/S/0MCarnivor/Mustelidae/mustela/Mustela\\_putorius\\_furo/06Mustela\\_putorius\\_furoAMDdetail.htm](http://wildpro.twycrosszoo.org/S/0MCarnivor/Mustelidae/mustela/Mustela_putorius_furo/06Mustela_putorius_furoAMDdetail.htm).
6. Крстич Р.В. Иллюстрированная энциклопедия по гистологии человека. – СПб.: СОТИС, 2001. – С. 214–215.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭРИТРОПОЭТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ ОСТРЫХ ДОЗИРОВАННЫХ КРОВОПОТЕРЯХ

*Установлена чувствительность регуляторов эритропоэза к изменениям величины возмущающего воздействия у кроликов.*

*Анализ математической модели показал, что регуляция эритропоэза осуществляется не только в зависимости от величины острой кровопотери, величины текущего отклонения количества эритроцитов, но и от скорости гемопоэза и имеет упреждающий характер.*

**Ключевые слова:** кролик, кровопотеря, ретикулоцит, эритроцит, эритропоэз, костный мозг, математическая модель.

T.T. Starinova

## MATHEMATICAL MODEL OF ERYTHROPOIETIC ACTIVITY IN ACUTE DOSE BLOOD LOSSES

*The sensitivity of the erythropoiesis regulators to value changes in rabbit disturbing activity is determined.*

*The mathematical model analysis showed that the erythropoiesis regulation is performed depending not only on the acute blood loss size, the value of the current erythrocyte deviation, but also on the hematopoiesis speed and has preventive nature.*

**Key words:** rabbit, blood loss, reticulocyte, erythrocyte, erythropoiesis, bone marrow, mathematical model.

---

В системе красной крови принято выделять объект регулирования – состав циркулирующей крови; исполнительный механизм – органы кроветворения и кроворазрушения и управляющий их активностью аппарат нейрогуморальной регуляции. Кислородно-транспортная функция периферической крови и функция кроветворения взаимозависимы, поэтому многие закономерности регуляции эритропоэза могут быть выявлены при экспериментальном исследовании и математическом моделировании эритроцитарного звена (объекта регулирования).

Учитывая фрагментарность данных по экспериментальному и теоретическому исследованию вопроса о закономерностях регуляции эритропоэза при острых постгеморрагических анемиях различных глубин, мы поставили в работе **задачу:** на основе количественных оценок комплекса параметров периферической крови, изменяющихся в ответ на острые дозированные кровопотери, построить математическую модель регенераторных процессов; с помощью модели проверить некоторые гипотезы о принципах регуляции числа эритроцитов.

Первая серия экспериментов, результаты которых были статистически обработаны и легли в основу математической модели, выполнена нами в Институте физики им. Л.В.Киренского. Более детальные исследования особенностей резервного эритропоэза, позволившие уточнить и расширить модель, были продолжены на кафедре биохимии и физиологии человека и животных КГУ [1, 2].

Эксперименты выполнены на 60 кроликах. Острые массивные кровопускания проводились строго дозированно в размерах 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 и 60% от объема крови кролика. Качественный состав эритроцитарной популяции исследовался методом кислотных эритрограмм, концентрация эритроцитов измерялась на фотоколориметре ФЭК-М. При определении интенсивностей эритропоэза и гемолиза *in vitro* для стабилизации крови применяли не гепарин, а ионообменную смолу КУ-2 (катионит в натриевой форме). Для определения объема циркулирующей крови использовали высокомолекулярные фракции полиглобулина, выделенные на ионообменных смолах.

При анализе экспериментальных данных было доказано, что независимо от величины возмущающего воздействия начало восстановительного процесса в эритроцитарном звене запаздывает относительно момента нанесения возмущения на постоянное время – 48–72 часа. Совпадение интервала запаздывания с периодом костно-мозгового развития эритроидной клетки, а также с периодом развития максимального эритропоэза после введения животным эритропоэтинов указывает на то, что этот период обусловлен инерционностью исполнительного звена системы – костного мозга.

В результате эксперимента было выявлено, что регенераторная реакция после острых кровопотерь имеет фазный характер. В процессе восстановления выделены стадии (две или три – в зависимости от глу-

бины анемизации) с различной интенсивностью эритропоэза. Регулятор кроветворения чувствителен к изменению объема кровопотери по крайней мере на 5%.

Для системы красной крови характерно нелинейное нарастание ответной реакции на увеличение объема острой кровопотери: скорость восстановления исходного эритроцитарного уровня ( $V_{max}$ ), определенная в начальный период максимальной интенсивности регенерации, возрастает как степенная функция с увеличением глубины анемизации; начальная интенсивность эритропоэза возрастает как показательная функция.

Острые кровопотери, не превышающие 60% объема крови, не вызывают предельной напряженности и полной мобилизации резерва эритропоэтической мощности организма кролика. После 60%-й кровопотери пиковая мощность кроветворения только в 3,7 раза в среднем превышает нормальную.

Выявлено резкое ускорение темпа созревания ретикулоцитов по сравнению с нормой в первые двое суток после кровопотери и торможение этого процесса в период ретикулоцитарного криза. Скорость созревания ретикулоцитов зависит от глубины анемизации.

Таким образом, экспериментальные данные позволили прийти к выводу, что регулирование в системе красной крови осуществляется с учетом величины возмущающего воздействия (кровопотери), величины отклонения текущего значения регулируемого параметра (количества эритроцитов) от заданного и, наконец, от скорости изменения регулируемого параметра. При этом поддерживается высокая точность регулирования, упреждается перерегулирование при подходе к стационарному уровню концентрации эритроцитов, обеспечивается устойчивость и быстродействие системы эритрон.

Построена математическая модель эритроцитарного звена, основанная на гипотезе упреждения, а также модель, учитывающая влияние экстремального эритропоэза на скорость переходного процесса.

С целью формальной проверки гипотезы об “экономном”, упреждающем характере регулирования в системе красной крови мы попытались построить модель регуляции числа эритроцитов, в которой были бы объединены преимущества регулирования по величине возмущающего воздействия, обеспечивающего быстродействие системы, по величине отклонения текущего числа эритроцитов от заданного, позволяющего уменьшить отклонение независимо от того, какими причинами оно вызвано, и с учетом скорости изменения регулируемого параметра (для экономии энергетических затрат в исполнительном устройстве и для улучшения качества регулирования).

В основной цепи структурной схемы (рис.1) находится объект регулирования, выходная величина которого  $N_r$  – текущее значение числа эритроцитов – складывается из количества клеток, оставшихся в русле после кровопотери и суммарного количества новых клеток, поступивших к рассматриваемому моменту времени из костного мозга в русло

$$N(t) = -F(t) + \int_0^{-\tau} (p(t) - q(t))dt ,$$

где  $p(t)$  – интенсивность эритропоэза;

$F(t)$  – функция возмущения; последний член уравнения  $q(t)$  учитывает гибель клеток от случайных причин.

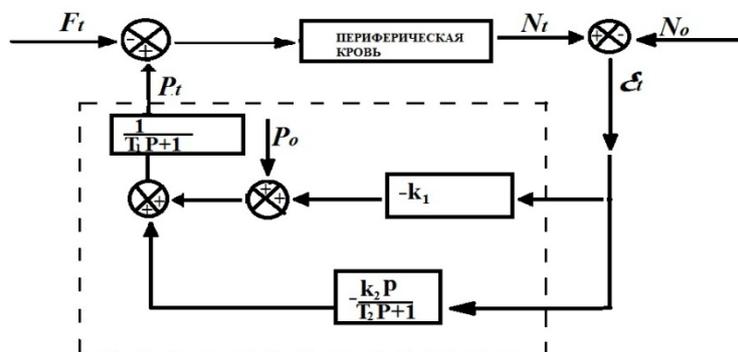


Рис. 1. Структурная схема системы регулирования концентрации эритроцитов

Контур обратной связи моделирует динамику исполнительного органа (костного мозга) и регулятора кроветворения. Согласно схеме, управляющее воздействие, а следовательно, интенсивность эритропоэза, формируется в зависимости от величины суммы двух сигналов: сигнала, пропорционального отклонению текущего числа эритроцитов от заданного:  $p(t) = p_0 - K_1(N(t) - N_0)$ , и сигнала, пропорционального скорости изменения регулируемого параметра

$$T_2 p(t) + p(t) = -K_2 N(t),$$

где  $K_1$  – коэффициент усиления пропорциональной части исполнительного органа. При исследовании модели в качестве  $K_1$  использовались экспериментальные значения коэффициента пропорциональности между интенсивностью эритропоэза и отклонением текущего числа эритроцитов от заданного;

$K_2$  – коэффициент усиления дифференцирующей (упреждающей) части;

$T_2$  – постоянная времени неидеального дифференцирующего звена.

Применение неидеального дифференцирующего звена в данном случае более справедливо, чем применение чистого дифференцирования, так как выходная реакция идеального дифференцирующего звена на ступенчатое возмущение является  $\delta$ -функцией, т.е. представляет собой бесконечно тонкий импульс. Нам представляется, что такая реакция исключена для системы крови.

Наконец, в исполнительное устройство включено инерционное звено (передаточная функция  $1/(T_1 P + 1)$ ), моделирующее 48–72-часовую задержку восстановительной реакции на кровопотерю. При исследовании модели использовались экспериментальные значения постоянной  $T_1$ . Результаты исследования модели (рис. 2) показали хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных.

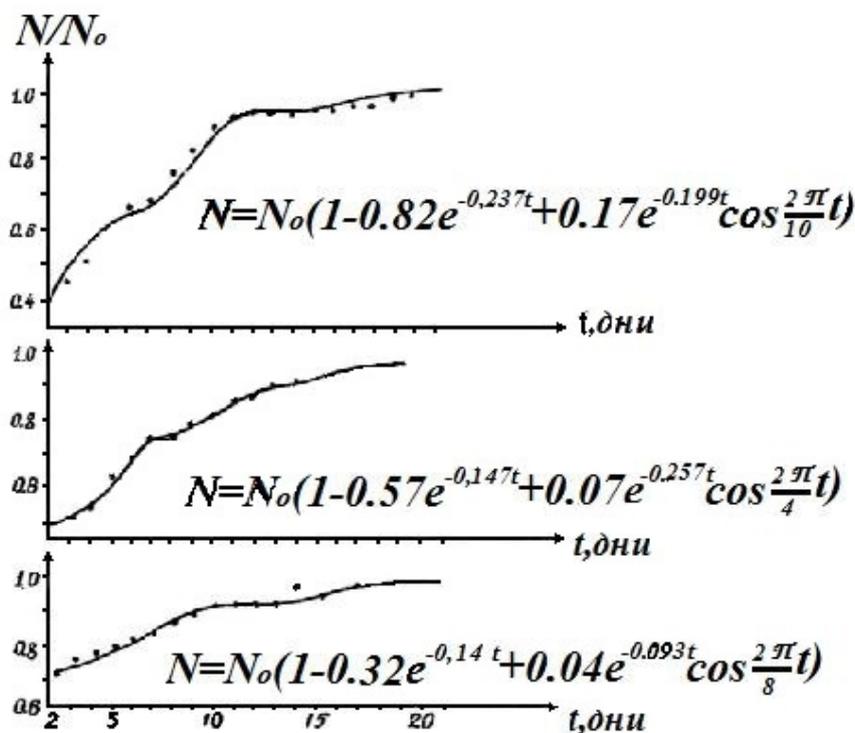


Рис. 2. Расчетные кривые восстановления исходного эритроцитарного уровня

Для переходных процессов, рассчитанных по уравнениям, выполняется необходимое и достаточное условие монотонности, т.е. кривые нигде не пересекают исходного стационарного уровня, восстановление осуществляется без перерегуляции, что соответствует результатам эксперимента. Специальное исследование показало, что подключение дифференцирующего звена (введение регуляции по скорости изменения

числа эритроцитов) улучшает динамические свойства системы, а именно: делает монотонным переходный процесс, который был бы колебательным (с перерегуляцией) при тех же самых значениях коэффициентов  $K_1, K_2, T_1$  и  $T_2$ , но без шунтирования инерционной гибкой обратной связью. Коэффициент дифференцирующего звена отрицателен для всех исследованных доз кровопотерь. В этом смысле гипотеза упреждения подтверждается: канал регулирования по скорости тормозит процесс восстановления исходных гематологических параметров.

Нами была построена также модель, отражающая возможное влияние на скорость регенераторного процесса замены нормального типа кроветворения экстремальным [2]. Главной целью при построении модели была проверка возникшего при анализе результатов эксперимента предположения о влиянии гибели короткоживущих эритроцитов, продуцированных в условиях острой постгеморрагической анемии, на скорость восстановления исходного эритроцитарного уровня, а также выявление характера распределения длительностей жизни эритроцитов вокруг среднего значения после кровопотерь. Поскольку в литературе не имеется сведений относительно распределения эритроцитов по длительностям жизни, то целесообразно путем моделирования проверить наиболее вероятные гипотезы и выявить распределение, наилучшим образом удовлетворяющее экспериментальным данным. Наиболее простым является случай, когда в каждый момент времени образуются эритроциты с равной укороченной длительностью жизни (распределение является  $\delta$ -функцией). Рассмотрены также случаи нормального и пуассоновского законов распределения эритроцитов по срокам жизни  $t$  в любой момент времени  $t$  вокруг среднего значения срока жизни  $\lambda(t)$ .

В основу модели положено уравнение эритроцитарного баланса, дополненное и модифицированное нами в условиях нашего эксперимента:

$$\frac{dN}{dT} = p(t) - q_{cm}(t) - q_{ca}(t) - q_n(t), \quad (1)$$

$$p(t) = p_0 + k_1(N_0 - N(t)),$$

где  $N(t)$  – количество эритроцитов в момент времени  $t$ ;  
 $P(t)$  – интенсивность эритропоэза, то есть количество эритроцитов, регенерируемых в единицу времени;  
 $q_{cm}(t)$  – количество эритроцитов, разрушающихся в единицу времени из-за старения;  
 $q_{ca}(t)$  – количество эритроцитов, подвергающихся в единицу времени случайному разрушению;  
 $q_{ca}(t) = \alpha N(t), \alpha = const$ ;  
 $q_n(t)$  – произвольная функция времени, описывающая возмущения, подаваемые на систему;  
 $k_1$  – коэффициент, определяющий ответную реакцию организма на изменение числа эритроцитов.

Предположим, что до кровопотери длительности жизни эритроцитов распределены некоторым образом вокруг среднего значения  $\lambda_0$ , равного 65 дням [3, 4]. После кровопускания, вследствие перехода обычного типа кроветворения на экстремальный, в циркулирующую кровь начинают поступать эритроциты с резко сокращенными сроками жизни:  $\lambda(t) < \lambda_0$ . Основываясь на результатах исследования кислотных эритрограмм, аналитической зависимости скорости восстановления числа клеток от дозы кровопотери [1], предполагаем далее, что срок жизни эритроцитов  $\lambda_t$  зависит от глубины анемизации, и восстановление производства эритроцитов с нормальной длительностью жизни (восстановление нормального типа эритропоэза) происходит до завершения регенерации:  $\lambda_t \rightarrow 65$ , при  $N_t \rightarrow N_{\text{порог}}$ , где  $N_{\text{порог}} = k_3 N_0, k_3 < 1$ . Введена простейшая (линейная) зависимость между потенциальным сроком жизни вышедших в русло эритроцитов  $\lambda_t$  и отклонением текущего значения числа эритроцитов  $N_t$  от порогового  $N_{\text{порог}}$

$$\lambda(t) = \begin{cases} \lambda_0 - k_2(N_{\text{порог}} - N(t)), & \text{при } N(t) \leq N_{\text{порог}} \\ \lambda_0, & \text{при } N(t) > N_{\text{порог}} \end{cases} \quad (2)$$

Интенсивность гемолиза  $q_{cm}(t)$  оценивалась следующим образом. Пусть в момент  $(t-\tau)$  интенсивность эритропоэза равна  $p(t-\tau)$ . Поскольку длительности жизни поступающих в русло эритроцитов имеют дисперсию относительно  $\lambda(t)$ , то только часть  $\beta(t-\tau, \tau) < 1$  всех клеток  $p(t-\tau)$  имеет длительность жизни, равную в точ-

ности  $\tau$ , и погибнет в момент  $t$ . Таким образом, в момент  $t$  разрушится  $\beta(t-\tau, \tau) \cdot p(t-\tau)$  тех клеток, которые поступили в русло в момент  $(t-\tau)$ ;  $\beta(t, \tau)$  представляет собой функцию распределения эритроцитов, рожденных в момент  $t$ , по срокам жизни  $\tau$ ;  $\int_0^{\tau_{max}} \beta(t, \tau) d\tau = 1$  для всех  $t$ ;  $\tau_{max}$  – максимально возможный срок жизни эритроцитов.

Интегрируя по величине длительностей жизни эритроцитов  $\tau$ , получаем интенсивность гемолиза в результате старения в момент времени  $t$

$$q_{cm}(t) = \int_0^{\tau_{max}} \beta(t-\tau, \tau) \cdot p(t-\tau) d\tau, \quad (3)$$

где  $\tau_{max} > \lambda_0$  при всех распределениях  $\beta(x, t)$ , отличных от  $\delta$ -распределения. В случае  $\delta$ -распределения  $\tau_{max} = \lambda_0$ .

Объединяя (1)–(3), получаем систему уравнений, описывающих регенераторные процессы в условиях экстремального эритропоэза:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = p(t) - \alpha N - q_n(t) - \int_0^{\tau_{max}} \beta(t-\tau, \tau) * p(t-\tau) d\tau \\ p(t) = p_0 + k_1(N_0 - N) \\ \lambda(t) = \begin{cases} \lambda_0 - k_2(N_{порог} - N(t)), & \text{при } N(t) \leq N_{порог} \\ \lambda_0, & \text{при } N(t) > N_{порог}, \end{cases} \end{cases}$$

которая рассматривается при начальном условии:  $N = N(0)$  при  $t = 0$ .

Результаты исследования модели подтвердили возможность появления на кривых постгеморрагического восстановления участков с замедленной (в случае нормального и пуассоновского распределений) и отрицательной (в случае  $\delta$ -распределения) скоростью регенерации. Наилучшее совпадение с экспериментальными данными достигнуто при нормальном законе распределения сроков жизни эритроцитов вокруг среднего значения (рис. 3).

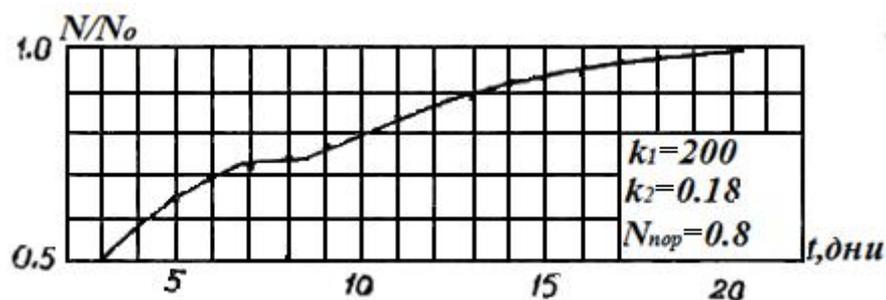


Рис. 3. Кривая восстановления исходного эритроцитарного уровня в случае нормального распределения длительностей жизни эритроцитов

Программы, составленные для расчета динамики регенераторного процесса и исследования свойств модели, могут быть использованы для оценки влияния экстремального эритропоэза на переходные процессы при любых формах анемий (полицитемий) и при любой предыстории системы.

В заключение отметим, что количественные методы, примененные в работе при исследовании процессов воспроизводства эритроцитарной популяции, могут быть использованы в клинике для диагностических целей и для оценки эффективности лечения анемий различной этиологии.

## Литература

1. *Старинова Т.Т.* Математическая модель регенераторных процессов после дозированных кровопотерь // ИНПРИМ-98: мат-лы 3-го Сиб. конгр. по прикладной и индустриальной математике. – Новосибирск, 1998. – С. 139–140.
2. *Старинова Т.Т.* Закономерности регенерации красной крови при острой постгеморрагической анемии // Гомеостаз и экстремальные состояния организма: сб. науч. тр. IX Междунар. симп. – Красноярск: Изд-во Краснояр. НЦ СОРАН, 2003. – С.136–139.
3. Содержание аскорбиновой кислоты и ее окисленных форм при старении эритроцитов, продуцированных в условиях нормального и напряженного эритропоэза / *А.М. Кудряшов, Н.М. Тимова, А.А. Савченко* [и др.] // Биомедицинская химия. – 2005. – Т 51. – Вып 1. – С 53–59.
4. *Тимова Н.М.* Структурно-функциональные свойства эритроцитов напряженного эритропоэза // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т90, № 8. – С.149–150.



УДК 591.442:636.3

*В.Ю. Чумаков, Е.Ю. Складнева,  
Р.Э. Красовская, Ю.А. Рачинский*

### ОСОБЕННОСТИ ЛИМФАНГИОНОВ ЖЕЛУДКА СОБАК НА НЕКОТОРЫХ ЭТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА

*В статье рассматривается морфологическая характеристика стенки лимфангионов внеоргано-го и внутриоргано-го лимфатического русла желудка собак на некоторых этапах постнатального онтогенеза.*

**Ключевые слова:** собака, желудок, лимфангион, постнатальный онтогенез, морфометрические показатели.

*V.Yu. Chumakov, E.Yu. Skladneva,  
R.E. Krasovskaya, Yu.A. Rachinskiy*

### THE LYMPHANGION PECULIARITIES OF THE DOG STOMACH AT SOME POSTNATAL ONTOGENESIS STAGES

*The morphological characteristics of the lymphangion wall of extraorganic and intraorganic lymphatic channel of dog stomach at some postnatal ontogenesis stages is considered in the article.*

**Key words:** dog, stomach, lymphangion, postnatal ontogenesis, morphometric indices.

**Введение.** В настоящее время значительно вырос интерес морфологов, физиологов и клиницистов к изучению различных аспектов микроциркуляторного русла, составной частью которого является лимфатическое русло. Лимфообращение связано с активной деятельностью корней лимфатической системы – это и лимфатические капилляры, которые всасывают из тканей воду, и растворенные в ней вещества, резорбируют невсасывающиеся в кровеносные капилляры коллоидные растворы белков и эмульсии липоидов, взвеси инородных частиц. Изучение процессов всасывания в пищеварительном тракте не может быть достаточно полным без изучения состава оттекающей от различных его отделов лимфы. Однако ввиду значительной трудности в работе с лимфатической системой методы получения лимфы от ряда органов или не удовлетворяют исследователей, или совершенно отсутствуют. Это вызывает объективные сложности для изучения лимфатического русла ряда органов, и многие вопросы экспериментальной и клинической морфологии нуждаются в детальном изучении и разрешении. Так, вопросы микро- и макроанатомии лимфатического русла желудка собак до сих пор остаются актуальными и заслуживают внимания [2–5,7–9].

Однако в доступной отечественной и иностранной литературе мы не обнаружили исчерпывающих све-

дений о морфологических особенностях лимфатического русла желудка собак в постнатальном онтогенезе.

**Материал и методы исследования.** Исследования проводились на аутопсийном материале (желудках), без видимых патологий в области исследования, полученном от беспородных собак, принадлежащих частным лицам городов Абакана, Черногорска, Усть-Абакана Республики Хакасия. Материал получали непосредственно во вскрывочной факультета ветеринарной медицины сельскохозяйственного института Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова.

Лимфатическое русло желудка изучалось на собаках четырех возрастных групп: новорожденности, периода отъема, полового созревания и физиологической зрелости. Возраст животных определяли со слов хозяев.

В ходе исследования были применены следующие методики изучения лимфатического русла: внутритканевая инъекция лимфатического русла цветными массами, препарирование, изготовление просветленных препаратов и гистологических срезов, изготовление тотальных препаратов из лимфатических сосудов [6], световая и электронная микроскопия.

Кроме того, была проведена морфометрия всех элементов лимфатического русла серозной оболочки лимфатического русла желудка собак.

Данные, полученные при исследовании, заносились в документы первичного учета, зарисовывались и фотографировались. Микрообъекты фотографировались с помощью микрофотонасадки. Названия анатомических структур и образований приведены в соответствии с 4-й редакцией Международной ветеринарной номенклатуры [10].

Статистический анализ проводили в соответствии с правилами получения репрезентативных выборок генеральных совокупностей для биологических объектов [1]. Все расчеты проводились при помощи программы «Microsoft Excel 7,0». Для каждого показателя вычисляли среднюю арифметическую и её ошибку. Достоверность отличий оценивали по *t*-критерию Стьюдента. Различие считали при вероятности 95% ( $P < 0,05$ ).

**Результаты собственных исследований.** Форма лимфангионов желудка собак варьирует в зависимости от возраста животного, а также вида лимфатического сосуда.

Так, преобладающей формой интраорганных лимфангионов желудка является овально-округлая, цилиндрическая, реже треугольная. Среди лимфангионов экстраорганных сосудов наиболее часто встречаются эллипсоидные. Щенки имеют лимфангионы более округлой формы.

В зависимости от распределения структурных элементов в лимфангионах желудка собак выделяется мышцосодержащая часть (мышечная манжетка), клапанный синус и область прикрепления клапана (клапанный валик). Все перечисленные элементы имеют несколько разную структуру.

Наиболее толстая стенка лимфангиона в области мышечной манжетки.

Стенка лимфангиона в области клапанного синуса гораздо тоньше, так как содержит меньшее количество гладкомышечных и соединительнотканых элементов.

В клапанном валике количество коллагеновых и эластических волокон увеличивается, между ними располагаются единичные миоциты, в результате чего стенка этой части лимфангиона утолщается.

Строение интраорганных и внеорганных лимфангионов состоит из трех относительно самостоятельных оболочек: внутренней (интима), средней (медиа) и наружной (адвентиция). Границы между оболочками лимфангиона выражены нечетко в результате отсутствия внутренней и наружной эластических мембран.

Интима лимфангионов желудка собак представлена слоем эндотелиальных клеток, вытянутых вдоль оси сосуда, лежащих на коллагеновых и эластических волокнах.

Базальная и люминальная поверхность эндотелиоцитов имеет неровные контуры и снабжена короткими и широкими цитоплазматическими выростами. Ядра эндотелиоцитов имеют овальную форму, иногда со слегка бугристой поверхностью, вытянуты параллельно продольной оси сосуда, имеют крупнозернистый хроматин, равномерно распределенный по нуклеоплазме. Между эндотелиоцитами лимфангионов желудка собак обнаруживаются открытые и закрытые стыки.

Медиа лимфангионов желудка собак представлена миоцитами, причем количество слоев варьирует от одного до трех. Постоянным является средний слой, а наличие наружного и внутреннего слоев варьирует в зависимости от вида лимфатического сосуда и возраста животного.

Миоциты среднего слоя ориентированы под прямым углом друг к другу и залегают в двух плоскостях. Миоциты в стенке лимфангионов лежат изолированно (в интраорганных сосудах) или пучками по несколько

клеток (в экстраорганных сосудах) и ориентированы спирально по отношению к продольной оси лимфатического сосуда.

В среднем мышечном слое экстраорганных лимфангионов миоциты ориентируются по типу крутой спирали (под углом более 45° к продольной оси сосуда).

Ультраструктура миоцитов на электронограммах выявляет, что поверхность последних снабжена цитоплазматическими отростками, проникающими в наружный и внутренний слои лимфангиона. На внутренней поверхности цитоплазматической мембраны миоцитов, а также по периферии их цитоплазмы выявляется большое количество пиноцитозных везикул. Значительную часть объема цитоплазмы занимают довольно крупные ядра миоцитов лимфангионов желудка собак, они имеют палочковидную форму с закругленными, а иногда с заостренными концами. Хроматин ядра расположен преимущественно по его периферии. Выявлена тесная структурная и функциональная связь между миоцитами и соединительнотканными волокнами стенки лимфангионов желудка собак. Так, выявлено, что коллагеновые и эластические волокна формируют соединительнотканый каркас лимфангиона и проникают во все его оболочки. Пучки коллагеновых волокон имеют извилистую форму и образуют большое количество «запасных складок», которые расправляются при заполнении лимфангиона лимфой. При этом сами коллагеновые волокна не растягиваются, определяя предел растяжимости лимфангиона.

В медии лимфангионов желудка собак коллагеновые волокна ориентированы преимущественно по ходу миоцитов, а в наружной и внутренней оболочках – параллельно продольной оси сосуда.

Адвентиция лимфангионов желудка собак состоит из пучков коллагеновых и отдельных эластических волокон с лежащими между ними единичными лаброцитами, фибробластами и гистиоцитами. Соединительнотканые волокна адвентиции лимфангиона обладают большим количеством «запасных складок».

Лимфангионы интраорганных лимфатических сосудов снабжаются кровью от артерий, залегающих в периадвентиции. В наружной оболочке крупных экстраорганных лимфангионов обнаруживаются все элементы гемомикроциркуляторного русла.

Клапаны лимфангионов желудка собак в большинстве представляют собой парные складки эндотелия с лежащей в ее центре соединительнотканной пластинкой и имеют полулунную форму. В просвете сосуда эндотелиальные клетки лежат в продольном направлении. На париетальной поверхности клапана эндотелиоциты занимают поперечное к оси сосуда положение. Пучки коллагеновых волокон проникают в клапан с сосудистой стенки и занимают в нем поперечное расположение. Между пучками коллагеновых волокон в створке клапана залегают единичные фиброциты. Эластические волокна в клапане формируют мелкопетлистую сеть с петлями, ориентированными по ходу коллагеновых волокон. Коллагеновые волокна имеют небольшие запасные складки, которые позволяют клапану иметь определенную эластичность, необходимую для полного смыкания клапанных створок. На клапане различают: основание (клапанный валик) – место его прикрепления к сосудистой стенке; свободный край; внутреннюю выпуклую (аксиальную), обращенную в просвет сосуда, и наружную вогнутую (париетальную) поверхности. Париетальная поверхность клапана с подлежащим участком сосудистой стенки образует клапанный синус.

В основании клапана содержится больше соединительнотканых элементов, чем в его створке, а также встречаются единичные миоциты, которые ориентированы по ходу прикрепления клапана к сосудистой стенке.

В стенке лимфангионов желудка собак обнаружены нервные волокна, ориентированные по ходу и в непосредственной близости с соединительнотканными волокнами. В наружной оболочке лимфангионов нервные волокна формируют пучки.

Линейные показатели лимфангионов желудка собак в постнатальном онтогенезе увеличиваются прямо пропорционально возрасту животного и по ходу лимфотока (табл.1). Самые крупные лимфангионы были выявлены в эфферентных лимфатических сосудах желудка взрослых собак, а самые мелкие – в интраорганных лимфатических сосудах первого порядка новорожденных щенков.

Морфометрические показатели линейных средних величин лимфангионов желудка собак в постнатальном онтогенезе (M±m), мм

Период онтогенеза	Лимфангионы сосудов									
	интраорганных						афферентных		эфферентных	
	1-го порядка		2-го порядка		3-го порядка		Дли-на	Диа-метр	Дли-на	Диа-метр
	Дли-на	Диа-метр	Дли-на	Диа-метр	Дли-на	Диа-метр				
Новорожденные	0,61± 0,09	0,30± 0,05	0,71± 0,05	0,32± 0,06	0,98± 0,08	0,39± 0,07	1,16± 0,04	0,82± 0,05	1,49± 0,04	0,88± 0,07
1–2 месяца	0,66± 0,07	0,39± 0,08	0,93± 0,07	0,43± 0,09	1,17± 0,07	0,86± 0,08	1,78± 0,08	1,4± 0,02	2,79± 0,07	1,84± 0,04
6–8 месяцев	0,73± 0,08	0,46± 0,04	1,12± 0,09	0,50± 0,06	1,24± 0,11	1,1± 0,04	1,99± 0,08	1,69± 0,07	3,16± 0,07	2,97± 0,08
2–6 лет	0,92± 0,06	0,49± 0,04	1,24± 0,03	0,59± 0,06	1,62± 0,02	1,3± 0,07	2,18± 0,09	1,98± 0,07	4,16± 0,04	3,29± 0,02

Объемные показатели лимфангионов желудка собак увеличиваются с возрастом животного и по ходу лимфотока (табл. 2). Самые объемные лимфангионы были обнаружены нами в эфферентных лимфатических сосудах желудка взрослых собак, а лимфангионы наименьшего объема – в интраорганных лимфатических сосудах первого порядка новорожденных щенков.

Таблица 2

Объем лимфангионов желудка собак в постнатальном онтогенезе (M±m), мм

Период постнатального онтогенеза	Лимфангионы интраорганных сосудов			Лимфангионы экстраорганных сосудов	
	1-го порядка	2-го порядка	3-го порядка	афферентных	эфферентных
Новорожденные	0,024±0,012	0,051±0,009	0,107±0,011	0,347±0,076	0,663±0,058
1–2 месяца	0,055±0,031	0,101±0,051	0,466±0,012	2,099±0,011	5,259±0,087
6–8 месяцев	0,074±0,007	0,149±0,021	0,878±0,032	3,265±0,069	11,884±0,065
2–6 лет	0,104±0,056	0,231±0,012	1,558±0,036	4,303±0,091	18,957±0,023

Содержание миоцитов и соединительнотканых элементов в стенке лимфангионов желудка собак увеличивается прямо пропорционально возрасту животного и порядковости сосуда. Толщина мышечной манжетки всех лимфангионов желудка собак преобладает над таковой стенки клапанного синуса в результате повышенного содержания в первой миоцитов, коллагеновых и эластических волокон.

**Выводы.** Таким образом, нами выяснено, что лимфангионы желудка собак состоят из трех относительно самостоятельных оболочек. Внутренняя оболочка состоит из эндотелия, средняя главным образом из миоцитов и наружная – из соединительнотканых волокон и клеток. С возрастом увеличиваются морфометрические показатели лимфангионов, число миоцитов в их стенках, а также длина, ширина и объем ядер гладкомышечных клеток. Все эти параметры в одном и том же возрасте возрастают и с повышением порядка сосудов.

### Литература

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.

2. Багаев С.Н., Захаров В.Н., Орлов В.А. Транспортная функция сердечно-сосудистой системы с позиций новых научных представлений // Проблемы экспериментальной, клинической и профилактической лимфологии: тр. НИИКиЭЛ СО РАМН. – Новосибирск, 2002. – Т.9. – С. 41–46.
3. Бекетаев А.М., Гареев Р.А. Методики исследований лимфатической системы // Методы исследования кровообращения. – Л., 1976. – С. 217–228.
4. Борисов А.В. К методике исследования лимфатического русла // Вопросы функциональной анатомии сосудистой системы: тез. докл. науч. конф., посвящ. памяти акад. АМН СССР Д.А. Жданова. – М., 1973. – С. 39–40.
5. Борисов А.В. Лимфангионы грудного протока. Грудной проток и лимфатические коллекторы организма // Тр. Ленингр. СГМИ. – 1989. – С. 4–13.
6. Борисов А.В. Методика тотального препарата лимфатического сосуда: результаты и задачи // Проблемы экспериментальной, клинической и профилактической лимфологии: тр. НИИКиЭЛ СО РАМН. – Новосибирск, 2002. – Т.9. – С. 55–57.
7. Морфологические методы исследования сосудистого русла. – Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 1997. – 440 с.
8. Организация мышечного компонента стенки лимфангионов различных отделов лимфатического русла / А.Л. Зашихин, Я. Селин, В.А. Болдуев [и др.] // Морфология. – 2005. – Т. 127. – № 1. – С. 29–32.
9. Зубарев И.Н., Синенченко Г.И., Курьгин А.А. Эндолимфатическая и лимфотропная лекарственная терапия в абдоминальной хирургии – СПб.: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2005. – 224 с.
10. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура на латинском и русском языках / пер. и рус. терминология проф. Н.В. Зеленецкого. – М.: Мир, 2003. – 352 с.
11. Самусев Р.П., Пупышева Г.И., Смирнов А.В. Атлас по цитологии, гистологии и эмбриологии. – М.: Оникс 21 век: «Мир и образование», 2004.
12. Bienenstok J., Befus A.D. Review of mucosal immunology // Immunology. – 1980. – V.41. – P.249–270.





УДК 631.42

С.П. Кулижский, А.В. Родикова

СВЕДЕНИЯ О ПОЧВАХ И ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА ОЗЕРА ШИРА (ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКАЯ КОТЛОВИНА, МИНУСИНСКИЙ МЕЖГОРНЫЙ ПРОГИБ) КОНЦА XIX – НАЧАЛА XXI вв.

*Освещены основные этапы почвенных исследований водосборного бассейна озера Шира. Последовательно констатированы вклады трудов ученых в развитие представлений о почвах и почвенном покрове изучаемой территории.*

**Ключевые слова:** почва, территория, бассейны, озеро Шира, исследование.

S.P. Kulizhskiy, A.V. Rodikova

THE DATA ON SOILS AND SOIL COVER ON THE TERRITORY OF LAKE SHIRA DRAINED BASIN (CHULYMO-YENISEYSKAYA HOLLOW, MINUSINSK INTERMOUNTAIN CURVE) END OF XIX – BEGINNING OF XXI CENTURIES

*The soil research main stages of the Shira lake drained basin are reported. The scientist contribution into the development of the researched area soil and soil cover ideas are sequentially stated.*

**Key words:** soil, territory, basins, Shira lake, research.

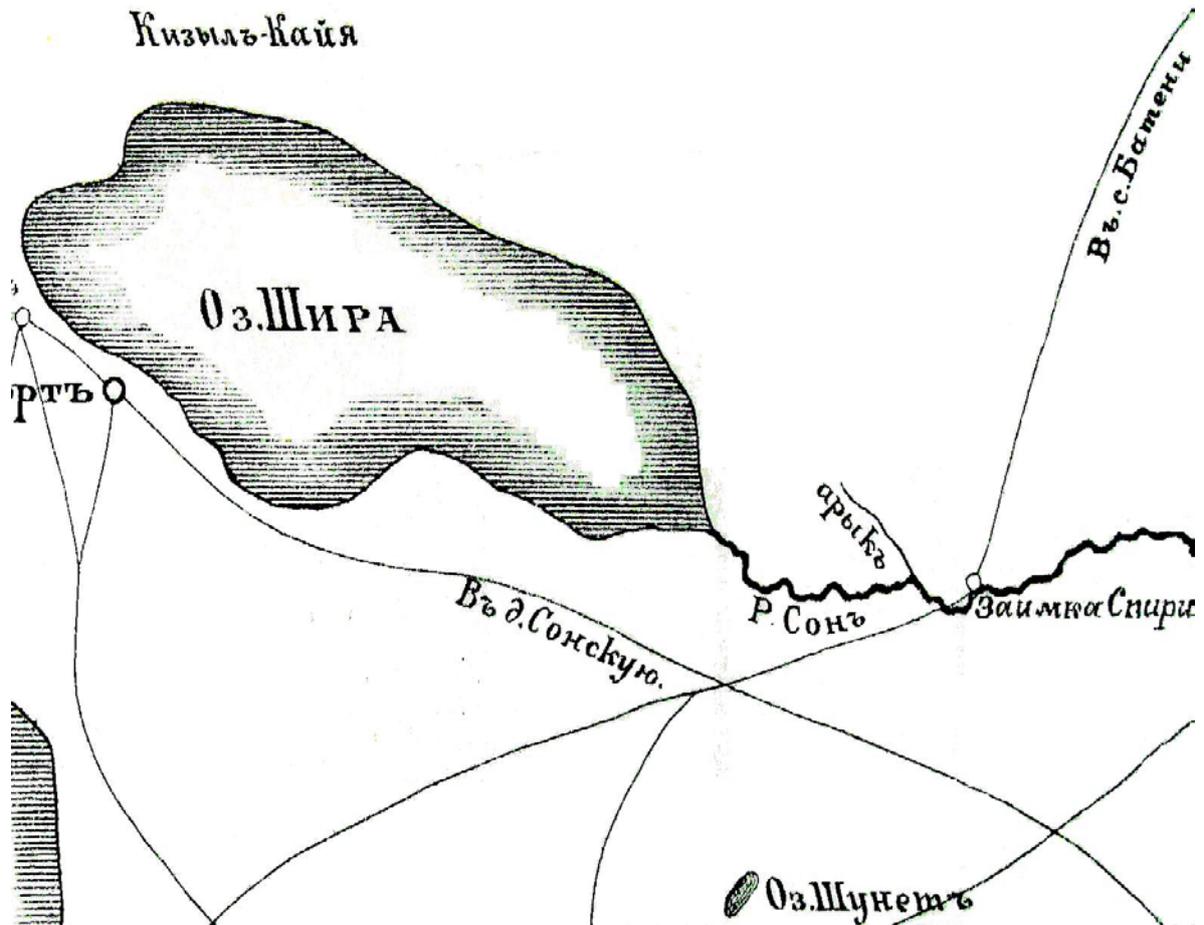
Накопление знаний всегда гетерохронно. Современные достижения наук, в том числе естественных, базируются на длительном периоде познаний многих поколений и представляют собой не меньшую ценность, чем новаторства современников, позволяя по достоинству оценить их и проследить логическую цепочку рождения идей.

Ландшафты степной зоны Хакасии, в том числе водосборного бассейна озера Шира, всегда привлекали внимание людей своей ресурсной ценностью, а в последнее время – еще и в связи с возрастающим вниманием к проблемам охраны окружающей среды. Почвы и почвенный покров территории являются неотъемлемой частью природных комплексов, в связи с чем **целью данной работы** является выявление последовательности уровней накопления научных знаний о данных биокосных системах. Соответственно цели поставлены следующие **задачи**: установление преемственности в развитии почвенных исследований (почвоведческих мыслей), констатация вкладов трудов учёных-естественников для развития представлений о почвах и почвенном покрове конкретной территории, периодизация и обоснование ее критериев изучаемого временного отрезка. Основные методы, использованные для решения озвученных задач, – хронологический и периодизации.

Изучение почв и почвенного покрова Ширинского озерного бассейна тесно связано с открытием в Сибири высших учебных заведений, благодаря которым начинается активное исследование азиатских территорий. Одним из первых был основан Томский (конец IX–начало XX вв. – Императорский) университет. Созданное при нем Общество естествоиспытателей и врачей в своих протоколах фиксировало новейшие научные достижения по изучению сибирских регионов того времени. К одному из этих документов [1] приложен доклад, сделанный сотрудником лаборатории профессора Е.В. Вернера при кафедре общей химии «К вопросу о химическом составе воды оз. Шира и Шунет». Со ссылкой на него можно отметить, что научное изучение Ширинского озерного бассейна началось с момента, когда оно стало известным как целебное (при-

мерно с 1875 г., благодаря арендатору золотопромышленнику Цибульскому [2]), хотя упомянуто оно как горько-соленое еще в 1771–1772 годах XVIII века в заметках Петра Симона Палласа, естествоиспытателя и путешественника, возглавившего академическую экспедицию для исследования Урала и Сибири. Одним из первоисточников, обрисовывающим природные условия Ширинского озёрного бассейна, в докладе была названа работа профессора А.М. Зайцева «Озеро Шира и его окрестности» [3]. Почвоведение как наука тогда еще только оформлялось, но начальные данные о факторах почвообразования, носящие описательный характер, представляют собой и сегодня ценнейшие сведения об условиях генезиса и эволюции почв. К примеру, о растительности он пишет так: «Степь ... твердая, каменистая, почти голая, лишенная растительности, за исключением пикульника, да одиноко стоящих искривленных берез, иногда сосен или лиственниц, а подле улусов – березовых рощиц» [3, с. 4–5]; несомненно важен отмеченный им факт сведения лесов: «...карта озера, снятая в начале 70-х годов (XIX век. – прим. авт.), показывает присутствие лесов на тех частях северных склонов окружающих гор, вблизи вершин рек, где нет теперь и следов леса. Паллас также указывает на лесистость этой местности в его время» [3, с. 8]. О почвообразующих породах северо-западного берега озера: «...темно-фиолетовый, полосами серовато-зелёный глинистый мергель с прожилками розоватого волокнистого гипса» [3, с. 6], отмечен им и девонский возраст пород. Останавливается этот исследователь и на явлении изменения береговой линии озера, указывая на наличие озерных террас, при этом, как это ни странно звучит в наши дни, указывая на возможную причину этого – антропогенный фактор: «Главнейшею причиною усыхания Ширы и других озер этой местности является обезлесение её, вследствие истребления человеком леса, ведущее за собою уменьшение воды в реках и ручьях, питающих озера, увеличение расхода воды через испарение, увеличение сухости воздуха» [3, с. 8]. Неоднократно А.М. Зайцев ссылается на работы Ивана Тимофеевича Савенкова, члена Восточно-Сибирского отдела Русского географического общества, который вел научные изыскания в окрестностях оз. Ширы с 1889 года, и И.П. Толмачева, одновременно занимавшегося с ним (Зайцевым) геологическими исследованиями по поручению Академии наук. Таким образом, временной отрезок конца XIX – начала XX вв. характеризуется накоплением первичных знаний о почвообразующих факторах исследуемой территории.

Почвенные исследования Сибири, в том числе изучаемой местности, получили своё развитие с 1908 года, когда академиком Константином Дмитриевичем Глинкой по заданиям переселенческого управления ежегодно формировалось по несколько экспедиций в ее разные части (в 1914 г. эти работы завершились благодаря войне). Итогом этих экспедиций стали многочисленные отчеты по изучению обширнейших территорий [4]. В 1910 году в пределах исследуемого озёрного бассейна проводятся полноценные почвенные изыскания профессором Леонидом Ивановичем Прасоловым, который изучал северо-западную часть Минусинского уезда. В его отчёте приведены и общие физико-географические условия формирования почвенного покрова и описаны почвы [5]. Еще в самом начале главы, посвященной описанию почв, он останавливается на их «неудовлетворительности», ничтожном по глубине культурном слое, мелкозем которого сносится ветром, оставляя лишь крупные агрегаты и неразрушенные куски твердых пород в виде галечника и плитняка. Почвы при исследованиях прослеживались учёными только по определенным маршрутам, которые должны были пересечь все характерные части рельефа и позволяли установить закономерности их распространения. При этом, благодаря совместной работе с ботаником В.И. Смирновым, использовались ориентировки на растительные формации, которые помогали улавливать переходы почвенного покрова, что является несомненным достижением научной мысли того времени благодаря труду В.В. Докучаева «О зонах природы», в котором оценена взаимосвязь всех компонентов ландшафта. Из описанных и изученных им почв можно отметить «бедные супесчаные черноземы», часто хрящеватые и щебенчатые, карбонатные и содержащие на глубине 60-80 см кристаллики солей, располагающиеся гнездами; а также «почвы сырых лугов» в долине реки Сон, вскипающие с поверхности, сероватые, липкие, формирующиеся на рыхлом песке и хряще. Указано им и отчасти искусственное орошение луга (если воспользоваться картой Зайцева А.М. [3], можно отметить наличие арыка (рис.).



Фрагмент карты озера Ши́ра и его окрестностей, составленной А.М. Зайцевым [3]

Кроме того, Л.И. Прасолов наблюдал на низкой равнине реки Сон под горой Волчьей светлые серовато-бурые почвы, которые были отнесены им к типу каштановых. Около курорта им описаны бурые хрящеватые черноземы и выходы красных скалистых песчаников; на северном склоне определены тучные черноземы. Помимо этого исследователем отмечено обилие «известковых лысин и почв, лежащих на коренной породе». Интересным является факт описания на склоне горы Чергажах местности, на которой когда-то стоял лиственный лес, являющийся на момент обследования территории вырубкой. Почвы в этом районе классифицированы как лесные на плотных породах; на вершинах водоразделов – черноземы на плотных породах, светло-бурые и сильнощебенчатые.

Таким образом, в первые десятилетия XX века было инициировано научно обоснованное, с использованием на тот момент новейших методологических подходов и лабораторно-аналитических методов, исследование почв и почвенного покрова котловины озера Ши́ра. Результатом этих изысканий можно считать первичную типизацию компонентов почвенного покрова и обоснование результатов исследований камеральными работами.

1914–1920 годы были периодом «затишья». В дальнейшем этот важный компонент ландшафта в пределах котловины озера изучается в рамках почвенных исследований обширной территории минусинских степей, что определяет в большой степени обзорность материала, конкретных данных по котловине Ши́ра мало. В 1931 г., при почвенном районировании Сибири профессором Омского сельскохозяйственного института Константином Павловичем Горшениным, выделен участок, включающий озера Ши́ра, Беле и некоторые другие водоёмы, в один район; описанные им почвы в районе водоёма классифицированы как черноземы южные, местами – каштановые, отмечена их хрящеватость, в понижениях рельефа зафиксированы солонцы и солончаки; отмечена опасность развития водной и ветровой эрозии [4, 6]. В более поздней работе, анали-

зируя опубликованные данные об Ужуро-Ширинской степи, характеризуя зону как сельскохозяйственную территорию, этот исследователь неоднократно ссылается на труд Николая Дмитриевича Градобоева «Почвы левобережной части Минусинской впадины», написанный по результатам Южно-Енисейской экспедиции СОПС АН СССР в 1954 году. Именно Н.Д. Градобоев работал непосредственно в пределах Ширинской котловины, о чем свидетельствует приведенный под его авторством анализ южного чернозема, вскрытого близ озера [7, с. 530]. В соответствии с почвенно-географическим районированием территория курортного комплекса отнесена этим ученым к Ширинскому озерно-степному району [8].

В середине XX века на территории водосбора искомого водного объекта было организовано подсобное хозяйство курорта «Озеро Шира». В связи с этим агрохимическими службами проводились периодические обследования пахотных угодий длительный период, что в целом может считаться частью почвенных исследований динамики свойств природных систем под влиянием деятельности человека. Однако необходимо отметить, что почвы изучались только в плане их сельскохозяйственного использования, поэтому объектами изыскания послужили только верхние гумусовые горизонты черноземов южных, но данные опубликованы не были [9].

Позднее, благодаря инициативе администрации Ширинского района и профессорско-преподавательского состава ряда кафедр Томского университета, появляется новая возможность изучать почвы и почвенный покров Ширинской котловины, в частности – курортного комплекса «Озеро Шира» (включающего в себя, кроме названного объекта, еще ряд парадинамических комплексов). В основном работы также посвящены зональным типам почв – черноземам [10–12 и др.]. Почвы исследуются многопланово и подробно: это и гумусное состояние, и магнитные параметры, основные свойства – согласно современным методологическим подходам и методикам, но ключевыми объектами, как правило, служат прочие многочисленные озерные депрессии: Беле, Шунет, Утичы и другие.

Профессором Михаилом Гавриловичем Танзыбаевым и его учениками на примере Ширинского озерного бассейна были обозначены актуальные проблемы региона: экологическая роль почвенного покрова и склоновая микроразнообразие степной территории, однако компоненты почвенного покрова были только перечислены, подробного их изучения (исключая опять же южные черноземы) не проводилось [13]. В дальнейшем эта тема была развита, в результате чего был опубликован ряд работ, посвященных почвам, почвенному покрову, микроразнообразию в степной зоне Ширинского района (на примере озера Шира) с аналитическим обзором свойств всех компонентов почвенного покрова озерной депрессии [14–16 и др.].

Обширный материал по изучению почв Хакасии в целом, накопленный в XX веке, приведен в библиографическом указателе, изданном в Абакане [17]. Однако, как правило, масштаб исследований, что отражено в названиях работ, либо охватывает значительные территории, либо изучение почвенного покрова отдельных озерных котловин практикуется в рамках решения комплексных или узконаправленных изысканий.

В качестве современных работ по изучению почвенного покрова Ширинской озерной котловины можно отметить исследования, активизированные при всесторонней поддержке администрацией заповедника «Хакасский», по комплексному изучению ландшафтов участка «Озеро Шира».

Подытоживая вышесказанное, можно отметить, что периодизация описанных событий тесно связана с «духом времени»: если до середины XX века накопление знаний о почвах, их свойствах связано с освоением сибирских степей, то конец данного столетия с его тяжелыми экономическими потрясениями инициирует исследования с целью привлечения инвестиций к рекреационным территориям. Современные же исследования тесно связаны с проблематикой экологических проблем, изучением условно-фоновых территорий, которые впоследствии могут послужить эталонами целинного состояния.

### Литература

1. Протокол от 30.05.1903 // Протоколы Общества естествоиспытателей и врачей при Императорском Томском университете за 1901–1903 гг. – Томск: Товар-во Скоропечатни А.А. Левинсон, 1904. – С. 43–59.
2. Курлов М.Г. Экскурсия по лечебным местам Восточной Сибири. – Томск: Народная типо-литография бывшего Сибирского товарищества печатного дела, 1918. – 65 с.
3. Зайцев А.М. Озеро Шира и его окрестности. – Томск: Типо-литография М.Н. Кононова, 1902. – 15 с.

4. *Винокуров М.А., Горшенин К.П.* Почвы и почвенные районы Сибири // Естественно-исторические условия сельскохозяйственного производства Сибири. – Новосибирск: Изд-во Сиб. науч.-исслед. ин-та соц. реконструкции с.х., 1931. – Ч. 2. – 190 с.
5. *Прасолов Л.* Почвенно-географический очерк северо-западной части Минусинского уезда // Труды почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России / под ред. проф. *К.Д. Глинки*. – СПб.: Тип. А.Э. Коллинс (бывш. Ю.Н. Эрлих), 1914. – Ч. 1. Почвенные исследования. – Вып. 2. – 119 с.
6. *Горшенин К.П.* География почв Сибири. – Омск: Омское областное гос. изд-во, 1939. – 126 с.
7. *Горшенин К.П.* Почвы Южной Части Сибири (от Урала до Байкала). – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 592 с.
8. *Градобоев Н.Д.* Объяснительная записка к атласу почв Хакасской автономной области // Тр. Южно-Енисейской экспедиции. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – Вып. 1. – 61 с.
9. Агрохимическая характеристика пашни северного берега озера Шира. Исследования 1996 года. – Абакан, 1997. – 32 с.
10. *Булатова Н.Ю., Малянова О.Ю.* Состав и свойства южных черноземов курортного комплекса «Озеро Шира», их использование и охрана // Экология Южной Сибири-2000: мат-лы Южно-Сибирской регион. науч. конф. студентов и молодых ученых. – Абакан, 1997. – С. 82.
11. *Булатова Н.Ю.* Трансформация экологических функций южного чернозёма курортного комплекса «Озеро Шира» // Кризис почвенных ресурсов: причины и следствия: тез. докл. Междунар. студ. конф. – СПб., 1997. – С. 25.
12. *Булатова Н.Ю.* Степень засоления приозерных чернозёмов курортного комплекса «Озеро Шира» // Проблемы региональной экологии: мат-лы I регион. науч. конф. молодежи. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – Вып. 6. – С. 62–63.
13. *Танзыбаев М.Г., Булатова Н.Ю., Малянова О.Ю.* Экологическая роль почвенного покрова курортного комплекса «Озеро Шира» // Медико-биологические и экологические проблемы курорта «Озеро Шира»: мат-лы науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию организации курорта «Озеро Шира». – Томск: ЦНТИ, 1997. – С. 138–141.
14. *Кулижский С.П.* Современное состояние почв и почвенного покрова степной зоны юга Средней Сибири и концепция рационального землепользования. – Томск: Изд-во ТГУ, 2004. – 232 с.
15. *Родикова А.В.* Особенности геохимической дифференциации и свойств почв ландшафтных микрозон озерных депрессий Ширинской степи: дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2007. – 195 с.
16. *Кулижский С.П., Родикова А.В., Шамшаева В.Ф.* Микрозональность почвенного покрова озёрных депрессий Ширинской степи (на примере озера Шира) // Сиб. экол. журн. – 2009. – № 2. – С. 187–193.
17. Литература о Республике Хакасия: библиогр. указ. Т. 1. Природа и природные ресурсы Хакасии, их охрана и рациональное использование (2-я половина XIX–XX в.) / сост. *А.Г. Вычужанина*; ред. *Н.И. Лещенова*. – М.: Министерство культуры Республики Хакасия, ГУК РХ «Национальная библиотека им. Н.Г. Доможакова». – Абакан, 2009. – С. 157–194. – URL: [www.nbdrx.ru/chit/kzd/bibuk1.pdf](http://www.nbdrx.ru/chit/kzd/bibuk1.pdf) (дата обращения: 12.05.2011).



## ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУППОВОГО СОСТАВА ТОРФОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты изменения выхода группового состава в зависимости от типа, степени разложения и группы торфа.

Установлено, что наибольшее влияние указанных характеристик торфа проявляется для верхних малоразложившихся образцов.

**Ключевые слова:** торф, групповой состав, степень разложения, тип, характеристики растений-торфообразователей, биохимическая устойчивость.

N.V. Chukhareva

## THE RESEARCH OF PEAT GROUP COMPOSITION IN TOMSK REGION DEPOSITS

The results of changes in the group composition output depending on the peat type, decomposition degree and group are given.

It is determined that the greatest influence of the above mentioned peat characteristics shows up for upper samples with little decomposition degree.

**Key words:** peat, group composition, decomposition degree, type, peat-forming plant characteristics, biochemical stability.

**Введение.** Томская область, с богатейшими торфяными ресурсами, является мощной сырьевой базой, требующей детального изучения характеристик торфа, важнейшей из которых является содержание в нем отдельных групповых составляющих. Поэтому значительный интерес представляет определение особенностей группового состава в зависимости от природы исходного вещества.

**Цель работы.** Изучение влияния типа, группы и степени разложения торфа на изменение выхода его групповых составляющих.

**Объекты и методы исследования.** Образцы верхового, переходного, низинного торфа степени разложения  $R$  от 5 до 45 % были отобраны с 11 месторождений Томской области.

Ботанический состав и степень разложения  $R$  определены по стандартной методике [1]. Технический анализ (влажность аналитической пробы  $W^a$ , зольность на сухое вещество  $A^d$ , выход летучих веществ на горючую массу  $V^{daf}$ ) проведен согласно [2–4]. Полученные характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Характеристика объектов исследования

Вид торфа, шифр	Основные растения-торфообразователи, %	R, %	Технический анализ, %		
			$W^a$	$A^d$	$V^{daf}$
1	2	3	4	5	6
<i>Верховой торф</i>					
Сфагново-мочажинный, ВСМ-5	Сфагнум фускум, магелланикум, ангустифолиум, балтикум (90)	5	8,4	1,9	77,7
Фускум-торф, ВФ-5	Сфагнум фускум (80)	5	7,9	2,1	76,0
Сфагновый, ВС-5	Сфагнум магелланикум (50)	5	7,0	4,2	76,2
Фускум-торф, 1 ВФ-10	Сфагнум фускум (80)	10	6,2	1,3	82,6
Магелланикум-торф, ВМ-10	Сфагнум магелланикум (55), фускум (25)	10	7,8	2,9	74,9
Сфагново-мочажинный, 1ВСМ-15	Сфагнум майус (15), куспидатум (25), ензении (20), магеллан. (10)	15	7,6	2,4	77,3
Фускум-торф, 2 ВФ-20	Сфагнум фускум (70)	20	10,5	3,1	80,3
Пушицево-сфагновый, ВПС-25	Пушица (25), сфагнум фускум (5), ангустифолиум (55)	25	8,2	2,9	73,5

1	2	3	4	5	6
Пушицево-сфагновый, 1 ВПС-35	Пушица (80), сфагнум фускум (15); ку-старнички, сосна (5)	35	6,6	3,8	71,0
Шейхцериевый, ВШ-40	Шейхцерия (55), сфагнум фускум (5), магелланикум (10)	40	9,4	3,7	72,3
<i>Переходный торф</i>					
Шейхцериевый, ПШ-20	Шейхцерия (65), пушица (10); сфагнум магелланикум (10)	20	7,4	8,4	73,7
Пушицево-сфагновый, ППС-25	Пушица (30); сфагнум фускум (20), магелланикум (20)	25	6,7	6,6	69,4
Осоково-сфагновый, ПОС-30	Сфагнум фускум (15), магелланикум (20), осока топяная (35)	30	7,2	4,4	71,1
<i>Низинный торф</i>					
Осоково-гипновый, НОГ-25	Гипновые мхи (70), осока топяная (15), осока вздутая (5); вахта (5)	25	8,2	8,9	70,7
Осоковый, 2 НО-25	Вахта (55), осока топяная (40)	25	17,4	7,2	71,7
Древесный, НД-30	Древесина хвойных пород (40)	30	7,1	10,3	68,3
Древесно-осоковый, НДО-30	Осока топяная и сблизенная (55), древесные остатки (сосна) (25)	30	19,6	8,3	70,4
Осоковый, НО-35	Осока вздутая (65), топяная (5)	35	8,1	7,9	68,4
Осоковый, 1 НО-35	Осока вздутая (50), топяная (40)	35	7,6	6,1	70,4
Осоково-гипновый, 1 НОГ-45	Гипновые мхи (65), осока вздутая (10), осока топяная (5)	45	10,2	9,9	70,4

**Результаты и обсуждение.** Экспериментальные данные по выходу групповых составляющих, определенных по [5], представлены в таблице 2.

Таблица 2

## Содержание в торфе групповых составляющих

Шифр торфа	Групповой состав, % на <i>daf</i>					
	<i>Б</i>	<i>ВРВ</i> + <i>ЛГВ</i>	<i>ФК</i>	<i>ГК</i>	<i>Ц</i>	<i>НГО</i>
<i>Верховой торф</i>						
ВСМ-5, ВФ-5, ВС-5	4,6-4,4-3,7	53,6-52,6-47,7	15,6-16,2-14,7	9,0-10,0-18,0	9,0-7,2-7,0	8,2-9,6-8,9
1 ВФ-10, ВМ-10	3,9-4,0	40,2-52,4	18,8-18,5	20,0-10,1	7,1-7,0	10,0-8,0
1 ВСМ-15	4,6	49,8	16,1	14,3	5,3	9,9
2 ВФ-20	4,4	46,1	17,5	16,2	5,6	10,2
ВПС-25	6,3	32,6	18,3	25,0	5,4	12,4
1 ВПС-35	8,2	31,3	18,6	28,0	5,7	8,2
ВШ-40	8,0	30,3	19,7	28,9	2,8	10,3
<i>Переходный торф</i>						
ПШ-20	4,3	33,2	17,2	30,4	2,0	12,9
ППС-25	3,4	35,9	11,1	34,1	3,5	12,0
ПОС-30	5,0	39,3	18,6	25,2	3,0	10,0
<i>Низинный торф</i>						
НОГ-25, 2 НО-25	3,0-2,2	33,5-28,5	13,0-11,8	30,0-38,0	2,3-2,0	18,2-17,5
НД-30, НДО-30	4,4-4,2	27,5-28,7	10,6-12,1	43,9-35,0	2,1-1,9	11,9-14,1
НО-35, 1 НО-35	2,9-3,1	26,2-27,6	12,7-12,0	40,0-38,3	1,9-2,0	16,5-17,0
1 НОГ-45	3,1	28,3	13,0	38,0	1,7	15,9

Примечание. *Б* – битумы; *ВРВ* – водорастворимые вещества; *ЛГВ* – легкогидролизующие вещества; *ФК* – фульвокислоты; *ГК* – гуминовые кислоты; *Ц* – целлюлоза; *НГО* – негидролизующий остаток.

Как следует из полученных данных, наибольший выход представлен ВРВ+ЛГВ – от 26,0 до 53,6 % и ГК – от 9,0 до 43,9 %. Выход ФК находится от 10,6 до 19,7 %, НГО – от 8,0 до 18,2 %; битумов – от 2,2 до 8,2 % и трудногидролизуемых веществ (целлюлозы) – от 1,7 до 9,0 % на *daf* соответственно.

Рассмотрим влияние типа торфа на содержание в нем битумов. При переходе от верховых торфов к низинным (табл. 2) получено:  $B_{\text{верх}} (3,7...8,2 \%) > B_{\text{перех}} (3,4...5,0 \%) > B_{\text{низин}} (2,2...4,2 \%)$ . Данные результаты соответствуют общим характеристикам европейских, западносибирских и алтайских торфов [6–11]. Как показано в исследованиях [12, 13], выявленная тенденция зависит от различного начального содержания битумов в растениях-торфообразователях верхового торфа и их характеристик (содержание парафиновых, предельных углеводородов и их производных). Более высокая битуминозность верхового торфа также определяется и вторичными, протекающими в нем процессами. Авторы [14] указывают на синтез смолистой части битумов за счет конденсации высокополимерных гуминовых кислот с сахарами и альдегидами. При этом происходит не только накопление ГК в результате распада органической части, но и превращение их в битумные вещества при взаимодействии кислот с продуктами неполного разложения (клетчаткой, пектиновыми веществами и др.). Подтверждением вышеизложенному являются данные [13], свидетельствующие о более высоком содержании в битумах смолы для верховых торфов (16,6...44,4 %) по сравнению с низинными (7,4...37,2 %).

Аналогично битумам получена зависимость для выхода целлюлозы:  $C_{\text{верх}} (2,8...9,0 \%) > C_{\text{перех}} (2,0...3,5 \%) > C_{\text{низин}} (1,7...2,3 \%)$ . Этот факт вызывает кажущееся на первый взгляд противоречие, связанное с содержанием целлюлозы в растениях-торфообразователях: в среднем для сфагновых мхов до 20 %, для древесины 35–40 % [12]. Но в процессе торфообразования, при условиях богатого минерального питания и интенсивной деятельности микроорганизмов, происходит взаимодействие целлюлозы с другими органическими соединениями и продуктами их распада, что приводит к существенному снижению ее содержания в торфе низинного типа. У сфагновых мхов, содержащих антисептики, содержание целлюлозы изменяется мало вследствие консервации органического вещества и биохимической устойчивости.

Отмечено снижение выхода ФК при переходе от верхового типа к низинному:  $FK_{\text{верх}} (14,7...19,7 \%) > FK_{\text{перех}} (11,1...18,6 \%) > FK_{\text{низин}} (10,6...13,0 \%)$ . Это объясняется тем, что в условиях более глубокого разложения торфа и высокой биологической активности фульвокислоты как менее устойчивые низкомолекулярные вещества гуминового комплекса преобразуются в гуминовые, вследствие чего их количество уменьшается.

Выход части углеводного комплекса представлен:  $ВРВ+ЛГВ_{\text{верх}} (30,3...53,6 \%) > ВРВ+ЛГВ_{\text{перех}} (33,2...39,2 \%) > ВРВ+ЛГВ_{\text{низин}} (26,0...33,5 \%)$ . Причем уменьшение этих веществ в торфе, согласно [5, 12], всегда сопровождается ростом выхода гуминовых кислот, что подтверждено нашими данными:  $GK_{\text{верх}} (9,0...28,9 \%) < GK_{\text{перех}} (25,2...34,1 \%) < GK_{\text{низин}} (30,0...43,9 \%)$ .

Изменение содержания негидролизуемых веществ аналогично ГК:  $НГО_{\text{верх}} (8,0...12,4 \%) < НГО_{\text{перех}} (10,0...12,9 \%) < НГО_{\text{низин}} (11,9...18,2 \%)$ .

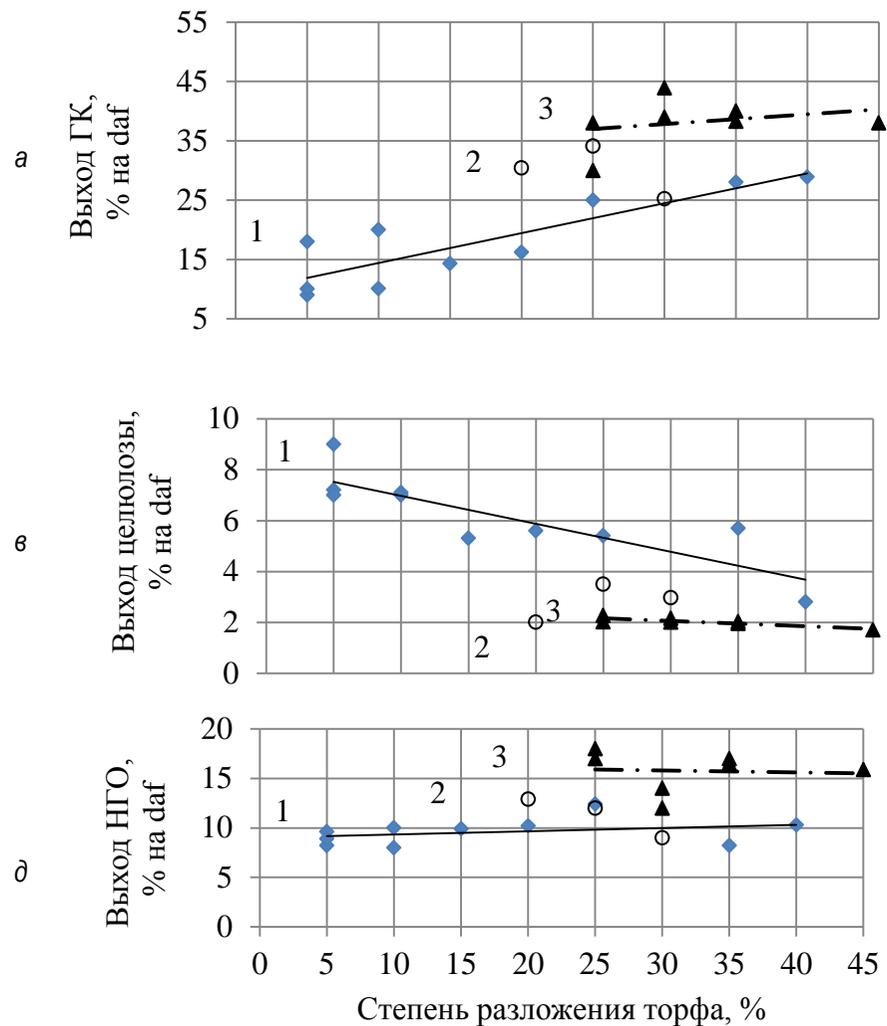
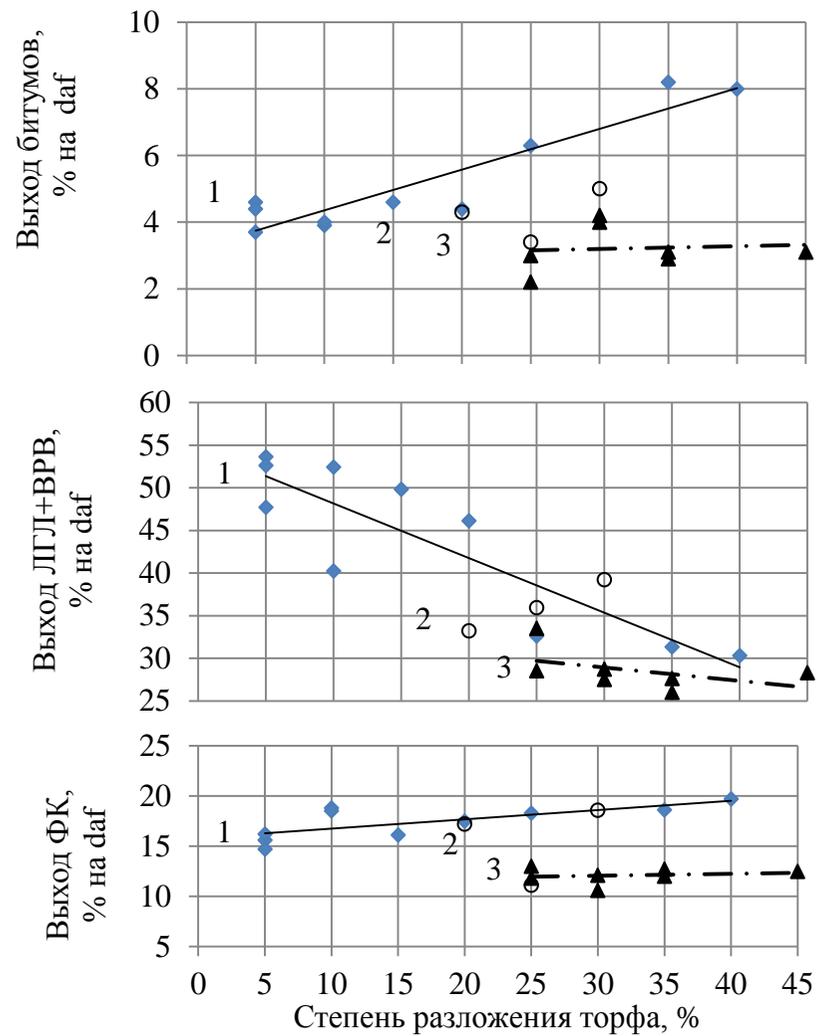
Таким образом, исследованные верховые торфа характеризуются большим выходом углеводного комплекса, ФК и битумов, в то время как для низинных торфов характерно большее содержание гуминовых кислот и НГО.

Влияние степени разложения торфа на содержание групповых составляющих наиболее четко прослеживается для образцов верхового типа. При росте  $R$  от 5 до 40 % возрастает содержание битумов, ГК, незначительно НГО и ФК (см. табл. 2, рис.). При этом механизм распада органического вещества, проходящий через стадию образования сначала фульвокислот, а затем гуминовых, в верховых малоразложившихся торфах менее выражен. Объем накопления фульвокислот при увеличении  $R$  значительно меньше, чем гуминовых [12].

Содержание углеводного комплекса в верховых торфах при переходе  $R$  от 5 до 40 % изменяется в обратном порядке, что подтверждают данные [15] о более высоком содержании этих ГС среди репрезентативных верховых малоразложившихся торфов южно-таежной зоны Западной Сибири.

Для торфов переходного типа зависимость не получена, для низинного типа – изменения по выходу ВРВ+ЛГВ, ГК, целлюлозы, вследствие роста  $R$  от 25 до 45 %, выражены в меньшей степени, чем для верхового. Для битумов ФК и НГО зависимость не определена.

Влияние типа и  $R$  торфа на его групповой состав находится в тесной взаимосвязи с особенностями ботанического состава, проследить которые возможно используя средние показатели ГС для верховых и низинных торфов различных групп: моховой (М), травяно-моховой (Т-М), травяной (Т), древесно-травяной (Д-Т) и древесной (Д). Результаты приведены в таблице 3.



Влияние степени разложения верхового (1), переходного (2), низинного (3) торфа на выход групповых составляющих: а – битумы; б – гуминовые кислоты; в – ЛГВ + ВРВ; г – целлюлоза; д – фульвокислоты; е – негидролизуемый остаток

Среднее содержание группового состава в зависимости от типа и группы торфа

Тип торфа	Группа торфа									
	М	Т-М	Т	Д-Т	Д	М	Т-М	Т	Д-Т	Д
	Изменение среднего выхода ГС, % отн.									
	Бср.					ВРВ+ЛГВср.				
Верховой	4,1	7,3	8,0	-	-	49,5	32,0	30,3	-	-
Низинный	-	3,1	2,7	4,2	4,0	-	30,9	27,4	28,7	27,5
	ФКср.					ГКср.				
Верховой	16,7	18,5	19,7	-	-	13,8	26,5	28,9	-	-
Низинный	-	13,0	12,2	12,1	10,6	-	34,0	38,8	39,0	43,9
	Цср.					НГОср.				
Верховой	6,9	5,6	2,8	-	-	9,0	10,3	10,3	-	-
Низинный	-	2,0	2,0	1,9	2,1	-	17,1	17,0	14,1	11,9

Моховая группа представлена верховыми образцами торфа ( $R = 5-20\%$ ). Травяно-моховая ( $R = 25-35\%$  и  $R = 25-45\%$ ) и травяная ( $R = 40\%$  и  $R = 25-35\%$ ) группы – верховыми и низинными. Древесно-травяная ( $R = 30\%$ ) и древесная ( $R = 30\%$ ) группы – низинными торфами.

Как следует из данных таблицы 3, повышенное содержание битумов характерно для верховых торфов травяно-моховой и травяной групп, в ботаническом составе которых содержится от 50 до 70 % пушицы и 70 % шейхцерии (ВПС-25, 1 ВПС-35, ВШ-40). Согласно исследованиям [5, 9, 12], пушица и шейхцерия характеризуются высоким выходом липидов, и фракции этих растений относятся к медленно разлагающимся, что, в конечном итоге, и определяет более высокую битуминозность данных образцов торфа по сравнению с образцами моховой группы.

Таким образом, для исследованных верховых торфов, в зависимости от группы торфа, получено следующее изменение  $Бср.верх$ : моховая < травяно-моховая < травяная (от 4,1 до 8,0 %).

В ряду низинных торфов самое высокое значение  $Бср.низин$  характерно для древесно-травяной и древесной групп (НД-30, НДО-30). На повышенную битуминозность низинных торфов этих групп для месторождений Томской области указано в работе [13]. Объяснить полученное можно исходя из исследований [12, 14]: одно из ведущих мест среди битумообразователей занимают производные фенантренового ряда и терпены, которые содержатся в хвойной древесине (образец НД-30 содержит древесину сосны 35 %, образец НДО-35 – древесину сосны и др. хвойных 40 %, табл. 1). Таким образом, установить влияние группы для низинных торфов возможно только при объединении:  $Бср.низин$  травяно-моховой и травяной групп <  $Бср.низин$  травяно-древесной и древесной.

Среднее содержание углеводных компонентов ВРВ+ЛГВср.<sub>верх</sub>, в зависимости от их группы, находится в ряду: моховая > травяно-моховая > травяная (от 49,5 до 30,3 %). Это обусловлено тем, что устойчивость водорастворимых и легкогидролизуемых веществ в торфогенном слое определяется структурой и способами защиты растений-торфообразователей после их отмирания. Так, сфагновые мхи в своем составе содержат большое количество антисептиков (летучие и нелетучие фенолы), которые и являются консервантами этих ГС.

Для низинных осоково-гипновых торфов травяно-моховой группы показатель  $ВРВ+ВРВср.низин$  имеет несколько большее значение (30,9 %) по сравнению с осоковым, древесно-осоковым и древесным торфами травяной, древесно-травяной и древесной групп, в которых  $ВРВ+ВРВср.низин$  изменяется от 28,7 до 27,4 %. Полученное, согласно [12], зависит от состава зеленых гипновых мхов, которые отличаются высоким содержанием протогуминов, а в условиях торфяной залежи происходит накопление фенольных групп (консервантов) за счет процесса их дегидратации. В результате – более высокая устойчивость низинных торфов травяно-моховой группы.

$ФКср.верх$  получены в пределах от 16,7 до 19,7 % при переходе: моховая < травяно-моховая < травяная группа, что коррелирует и с влиянием степени разложения торфа. Для низинных торфов  $ФКср.низин$  снижается от 13,0 до 10,6 % в ряду: травяно-моховая > травяная, древесно-травяная > древесная группа.

Значения по среднему выходу ГК для верховых и низинных торфов увеличиваются от моховой к древесной группе: для  $GK_{ср.верх}$  – от 13,8 до 28,9 %, для  $GK_{ср.низин}$  – от 34,0 до 43,9 %.

Изменение  $C_{ср.верх}$ , в зависимости от группы торфа, определено в порядке: моховая > травяно-моховая > травяная группа (от 6,9 до 1,9 %). Что касается низинного торфа, то зависимость не установлена (аналогично с  $R$ ) вследствие полученного узкого интервала изменения  $C_{ср.низин}$  от 1,9 до 2,1 %.

Минимальное значение  $HGO_{ср.}$  (9,0 %) определено для верхового торфа моховой группы. Для пушице-сфагновых торфов травяно-моховой и шейхцериевого торфа травяной групп  $HGO_{ср.} = 10,3$  %. Полученное соответствует соотношению между степенью разложения и выходом негидролизующих веществ и подтверждает данные [12], свидетельствующие, что при переходе от моховой группы верховых торфов к травяной может наблюдаться некоторое увеличение негидролизующих веществ. Для низинных торфов показатель  $HGO_{ср.низин}$  снижается от 17,1 до 11,9 % в ряду: травяно-моховая > травяная > травяно-древесная > древесная группа.

### Выводы

1. Для образцов верхового торфа по сравнению с низинным характерно большее содержание битумов, фульвокислот, углеводного комплекса, в то время как для образцов низинного торфа характерно большее содержание гуминовых кислот и негидролизующего остатка.

2. Зависимость влияния степени разложения торфа на выход групповых составляющих более выражена для торфов верхового типа: с ростом  $R$  увеличивается выход битумов, гуминовых и фульвокислот, выход углеводного комплекса снижается.

3. Содержание битумов, фульвокислот, гуминовых кислот и негидролизующего остатка для верхового торфа находится в ряду: моховая < травяно-моховая < травяная группа. Выход целлюлозы и ВРВ+ЛГВ имеет обратную зависимость.

4. При переходе от травяно-моховой к древесной группе низинных торфов получено увеличение выхода гуминовых кислот и снижение выхода негидролизующего остатка. Содержание остальных групповых составляющих имеет более сложный характер в зависимости от группы низинного торфа.

### Литература

1. ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2006. – 7 с.
2. ГОСТ 11305-83. Торф. Методы определения влаги / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – URL: <http://protect.gost.ru>.
3. ГОСТ 11306-83. Торф и продукты его переработки. Методы определения зольности / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – URL: <http://protect.gost.ru>.
4. ГОСТ 6382-2001. Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – URL: <http://protect.gost.ru>.
5. Лиштван И.И., Король Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения. – Минск: Наука и техника, 1975. – 320 с.
6. Тарновская Л.И. Закономерности изменения группового состава торфа в процессе термолиза: дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 1985. – 199 с.
7. Белькевич П.И., Гайдук К.А., Минкевич М.И. Исследование термического разложения отдельных компонентов тростникового торфа // Изв. АН БССР. Сер. хим. наук. – 1971. – № 5 – С. 53–56.
8. Houminer J., Patai S. Pyrolytic reactions of carbohydrates. Part II. Thermal decomposition of D-glucose in the presence of additives-Ilsreal // Journaj Ghemistry. – 1969. – V. 7. – № 4. – P. 513–524.
9. Косых Н.П., Мироньчева-Токарева Н.П., Паршина Е.К. Фитомасса, продукция и разложение растительных остатков в олиготрофных болотах средней тайги Западной Сибири // Вестн. ТГПУ. – 2009. – Вып. 3. – С. 63–69.
10. Ларина Г.В., Иванова А.А., Казанцева Н.А. Групповой состав органического вещества торфов Горного Алтая и некоторые структурные характеристики гуминовых кислот // Вестн. ТГПУ. – 2009. – № 3. – С. 110–115.

11. *Preis U.I., Antropova N.A.* Permafrost as a main factor of Western Siberia peatlands // West Siberian peatlands and carbon cycle: past and present. Proc. Int Peat symposium. – Noyabrsk, 2001. – P. 198–201.
12. *Раковский В.Е., Пигулевская Л.В.* Химия и генезис торфа. – М.: Недра, 1978. – 231 с.
13. Битуминовые торфа Томской области / *В.С. Архипов* [и др.]. – Томск: STT, 2008. – 240 с.
14. *Лиштван И.И., Гамаюнов Н.И., Терентьев А.А.* Физика и химия торфа. – М.: Недра, 1989. – 304 с.
15. *Шинкеева Н.А., Маслов С.Г., Архипов В.С.* Характеристика группового состава органического вещества отдельных репрезентативных торфов таежной зоны Западной Сибири // Вестн. ТГПУ. – 2009. – № 3. – С. 116–119.





## РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 636.086(571.51)

А.Т. Аветисян

### ИНТРОДУКЦИЯ НОВЫХ, МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ

Изучены два вида многолетних кормовых культур – галега восточная (козлятник восточный) (*Halega orientalis*) и свербига восточная (*Bunias orientalis* L.) по урожайности зеленой массы и возделыванию семян в условиях лесостепи Красноярского края. Выявлена технология их возделывания для получения высоких урожаев зеленой кормовой массы.

**Ключевые слова:** кормовые травы, галега восточная, свербига восточная, урожайность зеленой массы, питательность, энергетическая ценность, семена трав.

А.Т. Avetisyan

### INTRODUCTION OF NEW, RARE FODDER CROPS IN THE FOREST-STEPPE CONDITIONS

Two types of long-term forage crops – east galega (*Halega orientalis*) and east bunias (*Bunias orientalis* L.) are studied in terms of green material productivity and seed cultivation in the Krasnoyarsk Territory forest-steppe conditions. Their cultivation technology for receiving large crops of green fodder material is revealed.

**Key words:** fodder herbs, east galega, east bunias, productivity of green material, nutritiousness, energy value, herb seeds.

**Введение.** Интродукция предполагает введение в культуру растений, обладающих ценными биолого-хозяйственными особенностями: высокой (без внесения удобрений) продуктивностью, экологической пластичностью, засухоустойчивостью, способностью произрастать в условиях низкой обеспеченности тепловыми ресурсами на почвах с низким естественным плодородием, обладающих надежным семеноводством. По продолжительности онтогенетического развития и биологическим особенностям новые, малораспространенные многолетние травы выгодно отличаются от традиционно возделываемых в крае. Их можно использовать для производства высококачественного силоса, сенажа, сена, витаминной травяной муки, в создании силосных и зеленых конвейеров, позднеосеннем и раннезимнем выпасе. Они имеют высокую агроэкономическую эффективность, устойчивую урожайность, хорошие кормовые достоинства. Новые кормовые культуры имеют надежное семеноводство, что исключает завоз в край дорогостоящего семенного материала.

Отличительной особенностью новых, малораспространенных кормовых культур является достаточно высокое содержание в зеленой массе протеина. Почти у всех растений обеспеченность кормовой единицы перевариваемым протеином соответствует зоотехническим требованиям или превышает их. В составе белка обнаружены все или большинство незаменимых аминокислот, в том числе и лимитирующие. Зеленая масса этих растений содержит много других питательных веществ, зольных элементов, витаминов, микроэлементов с высокой биологической активностью [Хуснидинов, 1999; Романенко, Тютюнников, Гончаров, 1999; Постников, 2007; Аветисян, 2011].

В связи с этим **целью** данной работы является обоснование адаптивности возделывания новых и малоизученных культур на корм и семена в лесостепи.

**Условия и методика проведения исследований.** Изучены галега восточная (козлятник восточный), сорт Горноалтайский 87, и свербига восточная, сорт Полтавская. Предшественником служили зерновые культуры в зернопаровом севообороте. Опытный участок с козлятником восточным был заложен в 2002 году, со свербигой восточной – в 2007 году. Погодные условия в период вегетации культур по годам в целом были благоприятными. Однако 2012 год отмечен как засушливый. ГТК составил по годам 1,0–1,3, что соответствует норме в лесостепной зоне (2007–2011 гг.). ГТК за 2012 год составил 0,9 (за период июнь-июль – в среднем 0,4).

Агротехника в опытах общепринятая, зональная для многолетних трав. Посевная площадь под каждый опыт составила 0,45–0,48 га; площадь делянки – 60–80, учетной – 8–10 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкрат-

ная. Почва чернозем выщелоченный, среднесуглинистый, окультуренный. Агрохимические показатели почвы следующие: гумуса – 7,0–7,3%; сумма обменных оснований – 47,7–51,8 мг-экв/100 г; легкогидролизуемого азота – 12,8–16,0 мг/1000 г; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 14,0–19,0; K<sub>2</sub>O – 10,4–13,7 мг/100 г почвы; рН<sub>сол</sub> – 6,2–6,9. Сопутствующие исследования (фенологические наблюдения и биометрические измерения), а также учет и уборку, зоотехнические анализы зеленой массы проводили по методикам, рекомендованным ВНИИ кормов (1985, 1995). ГТК – по Г.Т. Селянинову.

**Результаты исследований.** Исследования показали, что галега и свербига восточная, используя вегетационный период с температурами выше 5°C, создают мощный ассимиляционный аппарат листьев, обеспечивают накопление более высокого урожая сухого вещества по сравнению с люцерной гибридной (табл. 1).

Таблица 1

**Урожайность зеленой и сухой массы, семян малораспространенных, многолетних трав в лесостепи (среднее за 2007–2012 гг.)**

Культура	Укос	Зеленая масса, ц/га	Сухая масса, ц/га	Урожай семян, ц/га	% к контролю (среднее)
Люцерна (к), 5–6 лет	1-й	189,6	56,3	2,03	100
	2-й	112,6	26,0		100
Галега, 9–10 лет	1-й	286,0	77,2	5,30	150,8
	2-й	140,0	33,0		124,3
Свербига, 4–5 лет	1-й	449,1	70,1	25,53	236,8
	2-й	128,2	16,4		113,8

Высокую продуктивность зеленой массы за два укоса обеспечивали галега восточная – 426,0 и свербига восточная – 577,3 ц/га, тогда как люцерна гибридная дала только 302,2 ц/га. Изучаемые многолетние травы формировали урожайность зеленой массы в 1,5–1,9 раза больше, чем люцерна.

Отмечено, что второй укос (отава) культур по продуктивности и питательности уступает первому укосу почти в 1,7–3,5 раза. Сбор сухой массы наибольший у галеги и свербиги, соответственно за два укоса – 110,2 и 86,5 ц/га; у люцерны – 82,3 ц/га.

Установлено, что за вегетационный период (6 лет) исследования малораспространенные многолетние травы за два укоса формировали стабильно высокие урожаи как зеленой, так и сухой массы. Если люцерна обеспечивала в среднем 302,2 и 82,3 ц/га, то галега и свербига 426,0 и 110,2 ц/га, 577,3 и 86,5 ц/га соответственно (см. табл. 1). Отмечено также, что урожай семян трав больше обеспечивают (за 3 года в среднем) галега – 5,30 ц/га и свербига – 25,53 ц/га, люцерна только 2,03 ц/га.

Как показали биохимические анализы и расчеты показателей питательности, энергетической оценки корма многолетних трав, отличительной особенностью является достаточно высокое содержание в надземной массе обменной энергии, протеина и ряда других веществ. Питательность 1 кг зеленой массы при этом составила: галеги восточной – 0,16 к. ед., переваримого протеина – 30,7 г, свербиги восточной – 0,14 к. ед., переваримого протеина – 23,4 г, у люцерны гибридной – 0,10 к. ед., переваримого протеина – 23,0 г. Содержание каротина в 1 кг зеленой массы при этом составило: люцерна – 25 мг, галега – 40 мг, свербига – 40 мг.

Биоэнергетическая оценка изучаемых многолетних трав показала, что наибольший выход энергии за два укоса с урожаем получен от возделывания галеги восточной – 111,3, свербиги восточной – 84,3, тогда как на контроле, у люцерны только 77,4 ГДж/га (табл. 2).

Таблица 2

**Кормовая и энергетическая оценка зеленой массы малораспространенных многолетних кормовых трав за два укоса (2007–2012 гг.)**

Вариант	Сухое вещество, %	Сбор сухой массы, ц/га	Сбор кормовых единиц, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	ОЭ, ГДж/га сухого вещества
Люцерна гибридная	27,2	82,3	30,2	7,0	77,4
Галега восточная	25,8	110,2	68,2	13,1	111,3
Свербига восточная	15,0	86,5	80,8	13,5	84,3

Благодаря интенсивному росту корневой системы и продуктивному использованию влаги, накопленной в почве в осенне-зимний период, многолетние малораспространенные травы ежегодно стабильно формируют высокую кормовую продуктивность. Отмечено, что в засушливый 2012 год свербига восточная, сорт Полтавская, обеспечивала высокий урожай семян – до 37,5 ц/га. Это еще раз указывает о высокой ее засухоустойчивости.

**Выводы.** Основное достоинство новых, малораспространенных многолетних трав – их долголетие. В частности, галега восточная может расти и обеспечивать высокие, устойчивые урожаи на протяжении 20 лет, свербига восточная – на протяжении 10 лет. Они обладают высокой биологической продуктивностью и относятся к группе интенсивных. Величина фотосинтетического потенциала достигает 2,0–5,0 млн/м<sup>2</sup>/га/дней, урожайность зеленой массы – 300–600 ц/га. Отличительной особенностью новых малораспространенных трав является достаточно высокое содержание в зеленой массе протеина, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином, что соответствует зоотехническим требованиям. Новые культуры способны обеспечивать высокую продуктивность без внесения органических и минеральных удобрений, однако в год посева требуют тщательного ухода.

### Литература

1. Аветисян А.Т. Продуктивность бобовых многолетних трав и свербиги восточной (*Bunias orientalis* L.) в Красноярской лесостепи // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 7. – С. 81–85.
2. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Гончаров П.Л. Кормовые растения России / ЦИНАО. – М., 1999. – 370 с.
3. Постников Б.А. Новые и нетрадиционные кормовые и фитоэкстрогенные культуры и их значение в кормопроизводстве и зоотехнии // Тр. СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2007. – С. 422–429.
4. Хуснидинов Ш.К. Новые малораспространенные сельскохозяйственные культуры в Иркутской области / ИрГСХА. – Иркутск, 1999. – 232 с.



УДК 635.21:631.5

А.К. Горбунов

### УРОЖАЙНОСТЬ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ТАРАСОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ АГРОТЕХНИКИ

Приведены результаты научных исследований по влиянию комплекса агротехнических приемов на урожайность картофеля сорта Тарасов в условиях лесостепной зоны Южного Урала.

**Ключевые слова:** картофель, срок посадки, густота посадки, уровень минерального питания, протравливание семенного материала, приемы агротехники.

А.К. Gorbunov

### POTATO TUBER CROP CAPACITY OF TARASOV SORT DEPENDING ON AGROTECHNICAL METHODS

The research results on the influence of the agrotechnical method complex on potato crop capacity of Tarasov sort in the Southern Ural forest-steppe zone are presented.

**Key words:** potato, planting dates, planting density, mineral nutrition level, seed material treatment, agrotechnical methods.

---

Средняя урожайность картофеля в Челябинской области в период 2006–2010 гг. достигла 15,6 т/га. Для дальнейшего роста продуктивности этой важнейшей для населения полевой культуры необходимо внедрять в производство новые высокопродуктивные сорта картофеля, адаптированные к местным лимитирующим факторам среды (засуха, болезни, вредители и др.), а также совершенствовать технологию ее возделывания [1].

В 2009 году в реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Уральскому региону, внесен среднеспелый сорт картофеля Тарасов с потенциальной урожайностью до 70 т/га, отличающийся высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к фитофторозу (ботвы – 7 баллов, клубней – 8 баллов) и ме-

ханическими повреждениями клубней при комбайновой уборке. Реализация биологического потенциала сорта Тарасов требует создания условий для максимального усвоения фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР) посевами путем подбора оптимального сочетания сроков и густоты посадки, величины посадочного материала, уровня минерального питания и других элементов технологии с учетом плодородия почвы и уровня влагообеспеченности лесостепной зоны [2].

В 2004–2010 гг. Южно-Уральский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства и картофелеводства проводил исследования с целью изучения сортовой реакции растений сорта Тарасов на различные приемы агротехники. Так, в 2004–2006 гг. установлено, что сорт Тарасов хорошо отзывается на загущение посадок с 40,8 до 57,1 тыс. клубней на 1 га, обеспечивая в лесостепи Южного Урала повышение урожайности (в среднем по фоновым питанием) на 5,69 т/га. Наибольшую продуктивность сорт показывал на фоне внесения удобрений в дозе  $N_{135}P_{135}K_{135} - 32,05$  т/га [3].

В это же время в другом опыте установлено, что запланированный урожай 30 т/га можно получить с использованием любой фракции семенного материала. Для этого необходимо обеспечить формирование густоты стеблестоя в пределах от 167 до 268 тыс. шт. на 1 га. Экономически наиболее целесообразна посадка мелкими клубнями (30–50 г). Клубни мелкой семенной фракции следует высаживать по схеме 70x30, 70x25 и 70x20 см, средней (50–80 г) – по схеме 70x35, 70x30 и 70x25 см, крупной (80–100 г) – по схеме 70x40, 70x35 и 70x30 см [4].

В 2008–2010 гг. установлено, что на выщелоченных черноземах лесостепной зоны Южного Урала программируемые уровни урожайности сорта Тарасов 25 и 40 т/га реально достижимы в условиях достаточной обеспеченности вегетационного периода осадками при использовании соответствующих доз минеральных удобрений, установленных расчетно-балансовым методом, и густоте посадки 55,5 тыс. клубней/га, а урожайность 50 т/га – при густоте посадки 70,1 тыс. клубней на 1 га [5].

Исследования 2009–2011 гг. позволили установить, что оптимальное сочетание агротехнических приемов на посадках продовольственного назначения (протравливание семенных клубней, схема посадки 70x27 см и расчетные дозы удобрений на урожай 40 т/га) обеспечивает формирование урожайности картофеля сорта Тарасов от 45,57 до 51,36 т/га, а на посадках семеноводческого назначения (протравливание, схема посадки 75x19 см и удобрения на урожай 25 т/га) – выход клубней семенной фракции от 279,4 до 392,1 тыс. шт/га [6].

**Цель исследований.** В 2011 году нами начаты исследования по изучению влияния комплекса агротехнических факторов (срок и густота посадки, протравливание семенных клубней и применение расчетных доз минеральных удобрений) на величину урожая картофеля сорта Тарасов для последующей разработки сортовой технологии возделывания в условиях лесостепной зоны Южного Урала.

**Материал и методы.** Исследования проведены в 2011–2012 гг. Закладку опыта, проведение анализов, учетов и наблюдений осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками. Математическую обработку данных проводили методом многофакторного дисперсионного анализа с расчетом вклада фактора в общую вариацию признака [7]. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 5,90–7,26 %;  $P_2O_5 - 118-160$ ;  $K_2O - 193-257$  мг/кг почвы;  $pH_{\text{сол}} = 5,12-5,20$ . Предшественник картофеля – пар сидеральный (яровой рапс). Для посадки использовали клубни 50–80 г. Глубина посадки 5–6 см. Нормы удобрений, установленные расчетно-балансовым методом, в среднем за два года составили: под урожай 25 т/га –  $N_{66}P_{31}K_{60}$ , под урожай 40 т/га –  $N_{180}P_{148}K_{234}$ .

**Схема опыта. Фактор А – срок посадки:** 1) оптимальный (17 мая); 2) поздний (1 июня). **Фактор В – протравливание семенных клубней:** 1) без обработки (контроль); 2) обработка клубней во время посадки препаратом ТМТД. **Фактор С – густота посадки:** 1) 49,3 тыс. клубней на 1 га (75x27 см); 2) 70,1 тыс. клубней на 1 га (75x19 см). **Фактор D – уровень питания:** 1) без удобрений (контроль); 2) удобрения под урожай 25 т/га; 3) удобрения под урожай 40 т/га.

**Результаты и их обсуждение.** Проведенные исследования показали, что посадка во второй декаде мая повышает полевую всхожесть картофеля на 0,3–5,2 %, а сохранность растений в течение вегетации – на 0,4–2,1 % по сравнению с посадкой в начале июня. В результате густота растений перед уборкой возрастала на 0,09–3,37 тыс. шт/га. Доля вариации всхожести, обусловленная сроком посадки, при этом составляла 5,8 %, а сохранности растений к уборке – 10,6 %. Для сравнения – от протравливания зависело соответственно 47,7 и 62,3 % вариации, от густоты посадки – 35,3 и 1,1 %, уровня минерального питания – 1,0 и 1,0 % (недостаточно).

Посадка 17 мая повышала на один гектар: плотность стеблестоя на 11,4–38,9 тыс. шт/га, массу ботвы – 0,35–4,26 т/га, площадь листовой поверхности – на 0,89–6,90 тыс. м<sup>2</sup>/га – по сравнению с посадкой 1 июня (табл. 1).

Таблица 1

**Развитие надземной массы и ассимиляционной поверхности листьев картофеля сорта Тарасов в зависимости от приемов агротехники (2011–2012 гг.)**

Обработка клубней (В)	Схема посадки (С)	Уровень НРК на урожай (D)	Срок посадки (А)					
			17 мая			1 июня		
			Число стеблей, тыс. шт/га	Масса ботвы, т/га	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	Число стеблей, тыс. шт/га	Масса ботвы, т/га	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га
Без обработки	75x27 см	Б/у	196,7	15,88	27,34	167,2	14,16	24,07
		25 т/га	190,5	18,66	33,78	169,2	16,44	30,02
		40 т/га	201,6	21,42	38,01	164,3	17,16	31,12
	75x19 см	Б/у	273,7	15,64	25,52	237,4	14,57	24,63
		25 т/га	293,9	20,42	34,59	247,2	18,22	31,03
		40 т/га	264,0	21,69	34,14	250,7	17,58	32,80
ТМТД	75x27 см	Б/у	221,5	17,64	30,66	203,3	17,29	28,72
		25 т/га	225,9	19,83	37,19	199,6	18,55	33,41
		40 т/га	221,5	24,88	44,12	191,6	21,19	37,22
	75x19 см	Б/у	306,6	18,20	30,41	278,2	18,26	27,28
		25 т/га	301,9	21,57	38,13	295,3	21,18	36,14
		40 т/га	312,8	24,92	44,97	265,5	22,04	38,89

Многофакторный дисперсионный анализ показал, что число стеблей на 1 га зависит главным образом от густоты посадки (вклад фактора – 78,8 %), в меньшей степени от протравливания семенных клубней (11,6 %) и срока посадки (6,3 %). Масса ботвы на 1 га определяется в основном сроком посадки (28,2 %) и уровнем минерального питания (28,0 %), в меньшей степени – протравливанием семенного материала (16,6 %). Площадь листьев зависит от уровня питания (47,0 %), протравливания (26,8 %) и срока посадки (15,6 %).

Погодные условия резко различались по годам исследований. Период вегетации 2011 года был достаточно влажным (ГТК = 1,41), а 2012 года – засушливым (ГТК = 0,79). В 2011 г. в июне-июле выпало 228,5 мм осадков, август же был сухим (60 % осадков от нормы), в 2012 г. засушливый период наблюдался в первой половине вегетации, тогда как во второй половине августа выпало 50 % летних осадков. Температурный режим вегетационного периода 2011 г. был близок к среднемуголетнему, а 2012 г. был в среднем на 3,9°С теплее, чем обычно.

Максимальная урожайность картофеля сорта Тарасов в среднем за годы исследований отмечалась на фоне внесения удобрений под урожай 40 т/га в варианте с первым сроком посадки по схеме 75x19 см с одновременным протравливанием семенного материала – 42,14 т/га. Задержка посадки на 15 дней приводила к понижению величины урожая на 2,07 т/га. Использование непротравленных клубней снижало продуктивность на 12,69 т/га (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность картофеля сорта Тарасов в зависимости от приемов агротехники, т/га**

Обработка клубней (В)	Схема посадки (С)	Уровень НРК на урожай (D)	Срок посадки (А)					
			17 мая			1 июня		
			2011 г.	2012 г.	Среднее	2011 г.	2012 г.	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Без обработки	75x27 см	Б/у	31,19	7,91	19,55	30,21	10,46	20,34
		25 т/га	43,20	10,07	26,63	41,97	11,55	26,76
		40 т/га	42,63	9,31	25,97	45,50	13,69	29,60
	75x19 см	Б/у	34,38	10,48	22,43	37,74	17,35	27,54
		25 т/га	40,17	13,91	27,04	47,41	18,07	32,74
		40 т/га	44,82	14,08	29,45	45,81	19,55	32,68

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТМТД	75x27 см	Б/у	39,95	11,87	25,91	31,64	13,57	22,60
		25 т/га	53,73	13,23	33,48	36,47	16,56	26,52
		40 т/га	58,46	15,70	37,08	43,31	16,34	29,82
	75x19 см	Б/у	36,87	20,10	28,48	39,05	20,82	29,94
		25 т/га	47,10	21,12	34,11	50,02	24,84	37,43
		40 т/га	61,98	22,30	42,14	54,11	26,03	40,07
НСП <sub>05</sub>			8,75	3,50	4,87	8,75	3,50	4,87
НСП <sub>05</sub> (А, В, С)			2,53	1,01	1,41	2,53	1,01	1,41
НСП <sub>05</sub> (D)			3,09	1,24	1,72	3,09	1,24	1,72

Достоверное преимущество второго срока посадки по величине урожая картофеля отмечалось в вариантах без протравливания семенного материала: на загущенных посадках (+3,36–7,24 т/га) и при разреженной посадке на фоне внесения удобрений под урожай 40 т/га (+3,63 т/га).

Применение расчетных доз минеральных удобрений обеспечивало формирование программируемой урожайности в благоприятных условиях 2011 года. Тогда как в засушливом 2012 году, когда основная масса осадков выпала во второй половине августа, а по урожайности преимущество имел второй срок посадки, запланированный уровень урожайности достигался только в одном варианте (НРК на урожай 25 т/га и схеме посадки 75x19 см).

Анализ структуры урожая показал, что максимальный выход клубней семенной фракции (30–100 г) был в варианте использования протравленного посадочного материала и загущенной схеме посадки на фоне внесения удобрений под урожай 25 т/га – 304,7–306,0 тыс. шт/га (табл. 3).

Таблица 3

Структура урожая картофеля сорта Тарасов в зависимости от приемов агротехники (2011–2012 гг.)

Обработка клубней (В)	Схема посадки (С)	Уровень НРК на урожай (D)	Средняя масса клубня, г		Число клубней, шт/куст		Выход семенных клубней, тыс. шт/га	
			Срок посадки (А)					
			17 мая	1 июня	17 мая	1 июня	17 мая	1 июня
Без обработки	75x27 см	Б/у	62,3	80,6	7,18	6,21	187,3	140,8
		25 т/га	73,0	89,1	8,01	7,11	196,9	170,6
		40 т/га	72,7	94,2	7,94	7,43	214,5	154,4
	75x19 см	Б/у	60,6	70,3	6,48	6,76	249,6	239,2
		25 т/га	73,5	73,0	6,84	7,56	256,8	231,0
		40 т/га	73,4	70,9	6,91	7,75	248,7	279,1
ТМТД	75x27 см	Б/у	74,6	81,2	7,69	6,24	195,4	166,5
		25 т/га	92,4	86,4	7,66	6,74	196,4	169,3
		40 т/га	95,4	83,0	8,40	7,93	195,0	204,5
	75x19 см	Б/у	58,7	72,6	7,79	6,69	286,8	267,3
		25 т/га	64,9	76,7	8,46	7,91	304,7	306,0
		40 т/га	77,9	81,5	8,46	7,88	291,0	284,8

Поздний срок посадки картофеля снижал количество клубней в гнезде на 0,47–1,45 шт/куст, но при этом повышал среднюю массу клубней на 3,6–21,5 г. Продуктивность картофеля сорта Тарасов при этом в большинстве вариантов увеличивалась на 29,3–98,0 г/куст. Это объясняется тем, что растения среднеспелого сорта Тарасов в условиях 2012 года эффективно использовали осадки второй половины вегетации. В вариантах разреженной посадки с протравливанием семенного материала преимущество имел первый срок посадки (прибавка – 54,9–124,2 г/куст).

Многофакторный дисперсионный анализ показал, что в среднем за годы исследований урожайность картофеля сорта Тарасов главным образом зависит от протравливания семенных клубней (30,6 %), уровня питания (26,3 %), густоты посадки (24,4 %), в меньшей степени от взаимодействия факторов АВ (7,3 %), АС (5,6 %). Индивидуальная продуктивность растений в сильной степени зависит от уровня минерального питания

(34,3 %), густоты посадки (22,3 %) и протравливания посадочного материала (19,5 %), в меньшей мере – от взаимодействия факторов АВ (10,9 %) и АС (4,5 %). Срок посадки оказывал существенное влияние на число клубней в гнезде (вклад фактора – 12,8 %) и их среднюю массу (17,7 %); для сравнения уровень питания определял соответственно 20,2 и 10,7 % вариации этих признаков, протравливание клубней – 13,1 и 8,1 %, а густота посадки – 2,5 и 24,4 %.

Таким образом, почвенно-климатические условия лесостепной зоны Южного Урала позволяют гарантированно получать урожайность клубней сорта Тарасов на уровне 25 т/га, а в условиях нормальной обеспеченности периода вегетации осадками – 40 т/га (как при посадке 17 мая, так и 1 июня). Для этого необходимо на фоне сидерального пара (яровой рапс) применять удобрения на программируемый урожай картофеля, а посадку проводить по схеме 75x27 и 75x19 см с одновременным протравливанием семенного материала. Для производства семенного картофеля сорта Тарасов следует использовать схему посадки 75x19 см и минеральные удобрения в дозе, рассчитанной на урожай 25 т/га, это обеспечит наибольший выход клубней семенной фракции (304,7–306,0 тыс. шт/га).

### Литература

1. Справочник картофелевода / под ред. Н.А. Дорожкина. – Минск: Ураджай, 1989. – 304 с.
2. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С.5–18.
3. Васильев А.А. Урожайность картофеля в зависимости от сорта, густоты посадки и уровня питания // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2012. – № 6. – С. 11–15.
4. Васильев А.А. Как увеличить урожай новых сортов картофеля // Картофель и овощи. – 2009. – № 7. – С. 9–10.
5. 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.
6. Васильев А.А. Результаты многофакторных исследований по картофелю в условиях лесостепной зоны Южного Урала // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 32–35.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.



УДК 632.937.15 : 633.18 (571.63)

*М.В. Илюшко, В.Н. Литвиненко*

#### ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА ЭКСТРАСОЛ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РИСА В УСЛОВИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

*В статье исследуется влияние Экстрасола на урожайность риса сорта “Дарий”. Показано, за счет каких элементов продуктивности растений риса получена достоверная прибавка.*

**Ключевые слова:** рис, Экстрасол, урожайность, ЭМ-препарат.

*M.V. Ilyushko, V.N. Litvinenko*

#### THE EXTRASOL PREPARATION APPLICATION IN RICE CULTIVATION IN PRIMORYE REGION CONDITIONS

*The influence of Extrasol on rice of sort “Daryi” crop capacity is studied. It is shown through what elements of rice plant productivity the significant increase is received.*

**Key words:** rice, Extrasol, crop capacity, EM - preparation.

---

**Введение.** Биологическая защита растений на протяжении двух-трех десятилетий позиционируется как «перспективное направление» в защите растений в силу своей экологичности. Вместе с тем доля ее в сельском хозяйстве остается ограниченной и не нарастает по ряду объективных причин [1]. Одной из них является сложность применения препаратов и объектов защиты растений, их своевременного получения, транспортировки и хранения. Это означает, что необходим поиск биологических средств защиты, которые

агроном в хозяйстве мог бы приобрести заблаговременно и применить, как только появится в этом потребность, как в случае с химическими средствами защиты.

В последние годы на рынке появились ЭМ-препараты российского и зарубежного производства. Под ЭМ понимаются эффективные микроорганизмы, которые применимы в борьбе с возбудителями заболеваний растений, а вернее в предотвращении их появления. К этому классу относится Экстрасол (жидкий) – отечественный препарат на основе штамма рисосферных бактерий *Bacillus subtilis*, подавляющий развитие фитопатогенных грибов и бактерий, способствующий эффективному усваиванию минеральных удобрений. Рекомендуется применять на многих культурах, в том числе на рисе. Подлежит хранению при низких положительных температурах.

В Дальневосточном регионе Экстрасол испытывался с положительным результатом на сое, пшенице и картофеле в Амурской области [2]. Кроме этого, изучали влияние его аналога Бисолбифита (порошок) на урожайность сои в Приморском крае. Также получена прибавка урожая при одном существенном недостатке. За счет лучшей усвояемости элементов минерального питания происходит усиление роста и вытягивание растений с последующим полеганием [3].

Влияние Экстрасола на урожайность риса изучали в 2009 году на Кубани и получили увеличение зерновой продуктивности при обработке семян на 8–16%, листьев – на 13–31%, совместно – на 20–47% [4]. Очевидно, что двойная обработка приводит к большей урожайности риса, одновременно увеличиваются затраты на протравливание семян. Возможность совместного использования с химическими средствами защиты растений – это важное достоинство Экстрасола, нацеленное на снижение затрат и повышение рентабельности сельскохозяйственного производства.

В задачи исследования входило изучение влияния разных доз препарата Экстрасол на продуктивность растений и урожайность риса при применении его по вегетации в баковой смеси с пестицидами в условиях Приморского края.

**Материалы и методы.** Работа проводилась на производственных посевах риса СХПК «Луговое» Хорольского района Приморского края в 2012 году. Предшественником служил рис. Посев производился 2 мая на глубину 5 см рядовым способом, норма высева – 7 млн всхожих зерен на гектар сорта Дарий 23, семена II репродукции непотравленные. При посеве вносилось 50 кг/га мочевины. Агротехника культуры – общепринятая в крае [5].

Посевы риса обрабатывали Экстрасолом по вегетации в дозах 0,8; 1,0 и 2,0 л/га в фазе 3–4 листьев 21 июня. Препарат применяли в баковой смеси с инсектицидом (Децис-профи, 30,0 г/га) и гербицидом (Цитадель, 1,0 л/га) наземно. Сразу после пестицидной обработки провели подкормку риса в норме 50 кг/га мочевины. Контрольный вариант – без применения Экстрасола, обработка препаратами Децис-профи и Цитадель в тех же нормах расхода.

Оценка урожайности и биометрический анализ проводились согласно общепринятым методикам [6,7]. Для учета урожая 6 октября отбирали снопы риса с 1 м<sup>2</sup> в трех повторностях. Для определения продуктивности отбирали по 25 растений риса в каждом варианте опыта. Статистическую обработку урожайных и биометрических данных проводили по методике Б.А. Доспехова [8], дискриминантный анализ – в программе *Statistica for Windows*.

Год исследования характеризовался как дождливый (с начала июля вплоть до уборки), что способствовало активному развитию фитопатогенов.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты учета урожая зерна и соломы приведены в таблице 1. В контроле урожайность риса составила 35,03 ц/га. Три других варианта (0,8; 1,0; 2,0 л/га) показали практически одинаковый результат – при  $НСР_{0,95} = 52,60$  г/м<sup>2</sup> достоверных различий между вариантами, где применялся Экстрасол, нет, но варианты 0,8 и 2,0 л/га статистически достоверно превысили контроль. Проще говоря, нет разницы, сколько лить препарата, эффект одинаковый. Видимо, заселившись на растение минимум в дозе 0,8 л/га, *Bacillus subtilis* начинает работать, вымещая патогенную микрофлору, поэтому увеличивать количество бактерий нет смысла.

Таблица 1

**Урожайность зерна и соломы риса с 1 м<sup>2</sup> при применении препарата Экстрасол по вегетации в 2012 году**

Вариант опыта	Масса зерна, г	Соотношение зерно/солома
Контроль	350,30	1,00
0,8 л/га	442,82	1,01
1,0 л/га	390,31	1,07
2,0 л/га	429,94	1,10
НСР <sub>0,95</sub>	52,60	

Примечание. В таблице приведены средние значения по трем повторностям.

Для выяснения элементов продуктивности, которые обеспечивают прибавку в урожайности, провели биометрический анализ растений риса (табл. 2). Очевидно, что Экстрасол влияет на увеличение метелки. Увеличивается озерненность метелки и, как следствие, ее длина и масса зерен на одной метелке. При этом масса 1000 штук зерен риса остается практически неизменной во всех вариантах опыта.

Таблица 2

**Результаты биометрического анализа растений риса при применении препарата Экстрасол по вегетации в 2012 году**

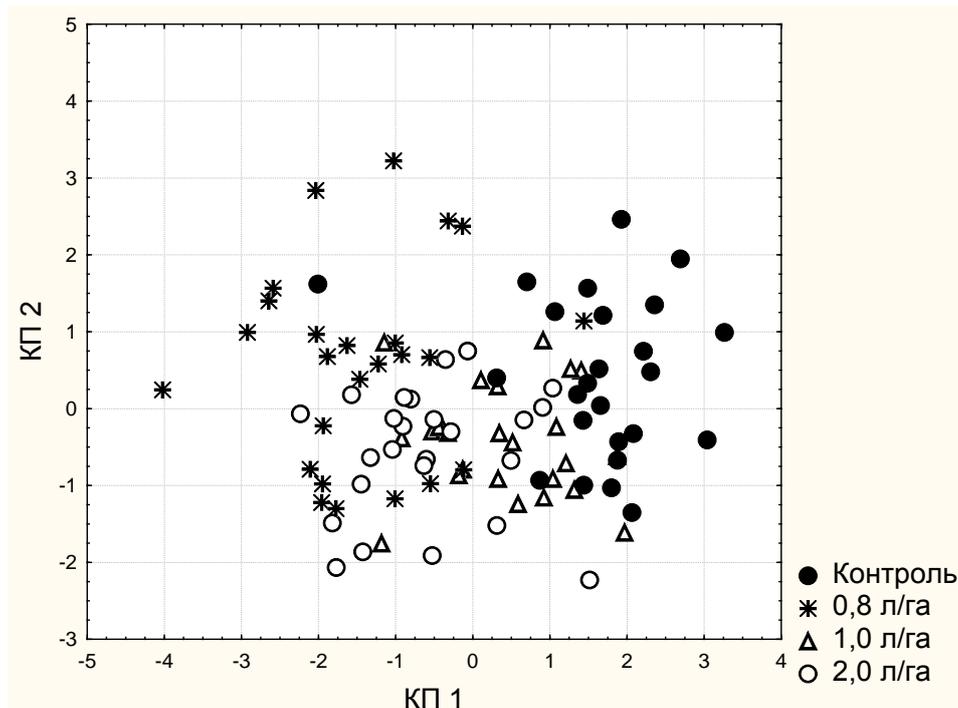
Показатель	Вариант опыта			
	Контроль	0,8 л/га	1,0 л/га	2,0 л/га
Высота растения, см	78,9	98,3	87,4	92,9
Длина главной метелки, см	13,4	16,2	15,3	15,5
Продуктивная кустистость	1,72	1,64	1,60	1,36
Число зерен на главной метелке, шт.	40,4	79,4	57,4	65,7
Число зерен на растении, шт.	57,5	105,9	76,5	81,0
Масса зерен на главной метелке, г	1,30	2,46	1,81	2,00
Масса зерен на растении, г	1,78	3,27	2,37	2,44
Количество пустых зерен на главной метелке, %	4,0	11,5	8,4	9,7
Количество пустых зерен на растении, %	6,3	10,7	8,7	9,4
Масса 1000 зерен на растении, г	30,97	31,08	31,18	30,51

Примечание. Приведены средние значения признаков по 25 растениям риса.

Расчет критерия Стьюдента показал, что по кустистости и массе 1000 зерен различий между вариантами нет. По высоте растений различия статистически достоверные между всеми вариантами опыта ( $p < 0,05$ ). По таким показателям, как длина главной метелки, число зерен на главной метелке и на растении, масса зерен на растении и на главной метелке, в контроле значения статистически достоверно ниже, чем при применении Экстрасола ( $p < 0,05$ ).

Применение изучаемого препарата ведет к увеличению высоты растения (табл. 2). Вместе с тем с увеличением его концентрации происходит изменение соотношения зерно/солома в пользу зерна (см. табл. 1), т.е. пластические вещества больше затрачиваются на формирование зерновки, а не вегетативной массы растения.

Для визуализации полученных результатов провели дискриминантный анализ. Распределение растений по значениям канонических переменных (КП 1 и КП 2) показано на рисунке. Две первые канонические переменные охватывают 95% всей изменчивости по 10 признакам. На рисунке видно, что четкого обособления растений по вариантам опыта не произошло, есть зоны перекрытия. Наблюдается значительное смешение растений, которые обработаны Экстрасолом, а контрольные растения сгруппированы только в положительных значениях канонических переменных.



Распределение значений канонических переменных (КП) в пространстве 2 осей координат для растений риса в четырех вариантах опыта при дискриминантном анализе

Наши результаты согласуются с данными, полученными на Кубани на рисе, где при обработке листьев в норме 2 л/га (предшественник рис) получена прибавка зерна до 8,8 ц/га, что составило 31% по отношению к контролю [4]. В нашем эксперименте прибавка составила 11–26%. По данным П.И. Костылева [4], существует сортоспецифичность при применении Экстрасола, т.е. выращивая другие сорта риса, можно получить иную прибавку в урожайности. Кроме этого, разные предшественники оказывают разное по силе положительное последствие, взаимодействуя с бактериями препарата Экстрасол.

**Выводы.** Применение Экстрасола по вегетации в условиях Приморского края приводит к повышению значений элементов продуктивности растений риса (длина главной метелки, число и масса зерен на растении и главной метелке) и, как следствие, увеличению урожайности зерна риса на 4,00–9,25 ц/га.

1. Для повышения урожайности риса достаточна доза Экстрасола 0,8–1,0 л/га при применении по вегетации. Увеличение количества применяемого препарата не повышает урожайности.

2. Внесение Экстрасола в баковой смеси при обработке посевов экономически оправдано, так как хозяйство несет затраты только на покупку препарата. Исключаются дополнительные затраты на опрыскивание посевов.

### Литература

1. Защита растений в устойчивых системах землепользования: в 4 кн. / по общ. ред. Д. Шпаара. – Берлин, 2004. – Кн. 3. – 337 с.
2. Отчет о результатах биологического испытания препарата Экстрасол на сое, яровой пшенице и картофеле в Амурской области / Рук. В.Т. Синеговская, С.В. Рафальский. – Благовещенск, 2011. – 13 с.
3. Отчет по теме «Влияние «Бисолбифита» на фосфорный режим почвы и урожайность сои в условиях Приморского края / рук. Г.Ф. Буханистая. – Владивосток, 2010. – 7 с.
4. Костылев П.И., Костылева Л.М., Куров А.В. Улучшение продуктивности риса после обработки семян и листьев экстразолом // Науч. журн. КубГАУ. – 2010. – № 57 (03). – С. 1–7.
5. Система ведения агропромышленного производства Приморского края/ Россельхозакадемия, ДВНМЦ, Примор. НИИСХ. – Новосибирск, 2001. – 363 с.
6. Сметанин А.П., Дзюба В.Н., Апрод А.И. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / ВАСХНИЛ, ВНИИриса. – Краснодар, 1972. – 156 с.

7. Методические указания по изучению мировой коллекции риса и классификатор рода *Oryza* L. / сост. Л.Г. Ляховкин; ВИР. – Л., 1982. – 34 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.



УДК 633.11

В.В. Келер, Л.О. Козинец

### РОЛЬ МАТРИКАЛЬНОЙ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОРОСТКОВ СЕМЕНИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

*Проведен анализ матрикальной разнокачественности яровой пшеницы и выявлена ее роль в формировании продуктивности культуры, а также проведена оценка возможности селекционного отбора зерна в зависимости от его расположения на растении для повышения качества и количества семян данной культуры.*

**Ключевые слова:** яровая пшеница, семена, качество, параметры проростков, зародышевые корни.

V.V. Keler, L.O. Kozinets

### THE ROLE OF MATRICAL HETEROGENEITY IN THE MORPHOMETRIC PARAMETER FORMATION OF SPRING WHEAT SEEDLING SEEDS

*The analysis of spring wheat matrical heterogeneity is conducted, its role in shaping the culture productivity is revealed, the assessment of the grain selective screening possibility, depending on its position on the plant to improve the seed quality and quantity of that culture is given.*

**Key words:** spring wheat, seeds, quality, seedling parameters, embryonic roots.

---

**Введение.** Известно, что сортовые семена высоких посевных кондиций имеют неоспоримое преимущество перед рядовыми семенами массовых репродукций. Высококачественные семена без дополнительных затрат обеспечивают увеличение объемов сельскохозяйственных культур до 20%.

Несоблюдение сроков сортообновления и использование семян массовых репродукций привело к тому, что в крае высевается кондиционных семян только 64%, из них 27% первой и второй репродукции. Существенно увеличилась доля семян, некондиционных по засоренности трудноотделимыми культурными и сорными растениями, возросла зараженность головневыми и листовыми болезнями, прогрессирует развитие корневых гнилей, заметный ущерб стали наносить амбарные вредители. Несоблюдение приемов выращивания семян может в скором времени привести к плачевным результатам.

В свете указанных проблем можно обозначить следующую **цель работы:** анализ матрикальной разнокачественности яровой пшеницы для выявления ее роли в формировании продуктивности культуры и оценки возможности селекционного отбора зерна в зависимости от его расположения на растении для повышения качества и количества семян данной культуры. Для достижения цели были сформулированы **задачи:** оценить влияние расположения зерновки на материнском растении на варьирование величины проростка, главного корня, а также количество зародышевых корней яровой пшеницы сорта Алтайская 70.

**Методы исследований.** Экспериментальная часть работы проводилась по результатам полевых исследований кафедры растениеводства Красноярского ГАУ в 2010–2011 годах в учебном хозяйстве «Миндерлинское» Сухобузимского района Красноярского края. В качестве объекта исследований рассматривался среднеранний сорт мягкой яровой пшеницы Алтайская 70, включенный в Государственный реестр селекционных достижений РФ и рекомендованный для возделывания в лесостепной зоне Красноярского края.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднемощным среднегумусным, тяжелосуглинистым. Обработка почвы осуществлялась по типу черного пара согласно общепринятым рекомендациям для Красноярской лесостепи. Проводили посев во вторую декаду мая, после РВБ и предпосевной культивации селекционной сеялкой ССФК-7, норма высева 4,5 млн всхожих зерен на гектар, способ сева – рядовой, глубина 4 см. Общая площадь делянки 12 м<sup>2</sup>, учетная 10 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, способ

размещения делянок рандомезированный. К уборке приступали в период середины восковой спелости зерна комбайном SAMPO-130. Учет урожая проводили методом сплошного обмолота.

Определение морфофизических параметров проростка зерна яровой пшеницы проведено в лабораторных условиях кафедры растениеводства. После разделения семян на фракции в зависимости от матрикального расположения на материнском растении зерно было проанализировано по силе роста (ГОСТ 30483-97) и определены количество зародышевых корней (шт.), длина проростка (мм) и главного корня (мм).

После определения семенных показателей качества зерна и морфофизических параметров проростка мягкой яровой пшеницы сорта Алтайская 70 полученные материалы были обработаны методом математической статистики (SNEDECOR).

**Результаты исследований.** Рост как процесс, отражающий общий итог всех функциональных и метаболических изменений в растениях и наиболее точно коррелирующий с ходом накопления биомассы, используют в качестве универсального индикатора при оценке физиологического состояния растений.

Так, наиболее полно посевные качества семян можно характеризовать длиной проростка и главного корня. Рост как интегральный показатель физиологического состояния растений служит критерием благоприятности тех или иных воздействий (табл. 1).

Таблица 1

**Изменчивость параметров проростка яровой пшеницы сорта Алтайская 70 в зависимости от матрикальной разнокачественности (2010–2011 гг.), мм**

Часть колоса	2010	2011	Средние	Разница
Верхняя	69,6	67,8	68,7	+7,1
Средняя	68,4	66,8	67,6	+6,1
Нижняя	48,7	48,3	48,5	-13,1
Целый колос (st)	62,2	60,9	61,2	-
НСР <sub>(05)</sub>			2,7	

Наибольшей длиной ростка характеризовались семена, расположенные в верхней части колоса, – 68,7 мм, при средней его длине с целого растения 61,2 мм. НСР<sub>(05)</sub> в данном случае превышен почти в три раза – 2,4 мм (табл. 1).

Также высок показатель и у семян, располагающихся на средней части колоса. Поэтому нами сделан вывод о том, что для получения растений с сильным проростком для посева необходимо брать семена с верхней и нижней части колоса. Нижние зерна колоса, наоборот, существенно снижают длину проростка, в среднем за 2 года эта величина составила всего 48,5 мм, что отличается от стандарта на 13 мм (рис. 1).



Рис. 1. Изменчивость параметров проростка яровой пшеницы сорта Алтайская 70 в зависимости от матрикальной разнокачественности, мм

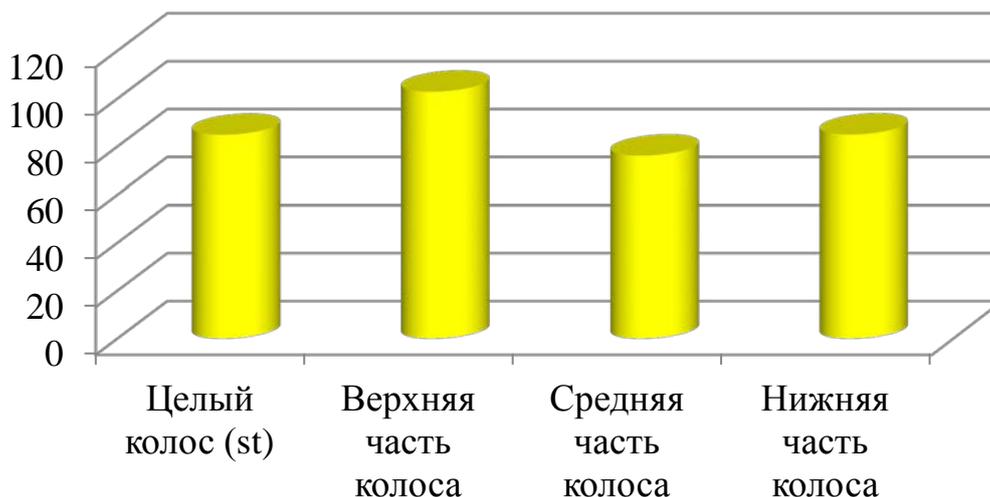
Общее развитие корневой системы находится в тесной взаимосвязи со многими ценными признаками растений, что говорит о важности этого параметра.

**Изменчивость параметров главного корня яровой пшеницы сорта Алтайская 70 в зависимости от матрикальной разнокачественности (2010–2011гг.), мм**

Часть колоса	2010	2011	Средние	Разница
Верхняя	100,5	105,3	102,9	+15,1
Средняя	80,6	71,8	76,2	-11,7
Нижняя	79,8	90,2	85,0	-2,9
Целый колос (st)	86,6	89,1	84,9	-
НСР <sub>(05)</sub>			14,4	

Длина корней по зонам расположения на материнском растении варьировала у семян сорта пшеницы Алтайская 70 от 71,8 до 105,3 мм (табл. 2). У семян целого колоса показатель по годам изменялся от 86,6 до 89,1 мм, при среднем его значении 84,9 мм.

Самой высокой длиной главного корня отличались семена, расположенные в верхней части колоса, в среднем 102,9 мм при размахе признака по годам от 100,5 до 105,3 мм, разница со стандартом в данном случае составила +15,0 мм при НСР<sub>(05)</sub> 14,4 мм (рис. 2).



*Рис. 2. Изменчивость параметров главного корня яровой пшеницы сорта Алтайская 70 в зависимости от матрикальной разнокачественности, мм*

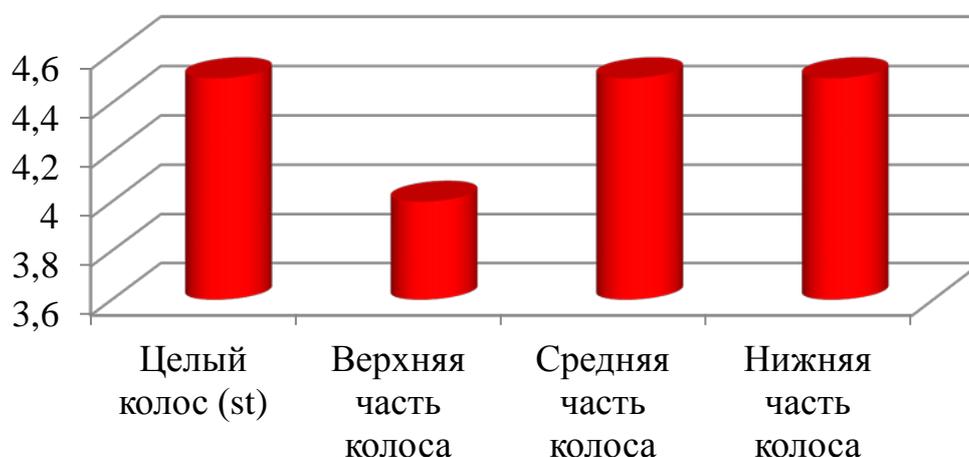
Гораздо меньше длина главного корня была у зерен, расположенных в средней и нижней части соцветия пшеницы, но при этом разница с контролем была недостоверна, поэтому говорить о том, что семена с нижней и средней части колоса существенно снижают данный показатель, нельзя.

С количеством зародышевых корней связывают продуктивность сортов пшеницы. Установлено, что и полноценность семян связана с количеством зародышевых корней. В наших исследованиях количество зародышевых корней на 1 проросток варьировало от 4 до 5 штук. Наименьшее число зародышевых корней наблюдалось у проростков семян, репродуцированных в верхней части растения. Средняя величина показателя – 4 штуки на 1 проросток (табл. 3).

**Изменчивость количества зародышевых корней яровой пшеницы сорта Алтайская 70 в зависимости от матрикальной разнокачественности (2010–2011 гг.), шт.**

Часть колоса	2010	2011	Средние	Разница
Верхняя	4	4	4,0	-0,5
Средняя	5	4	4,5	0,0
Нижняя	5	4	4,5	0,0
Целый колос (st)	5	4	4,5	-
НСР <sub>(05)</sub>			1,7	

Наименьшая существенная разница с контролем ни в одном случае превышена не была, поэтому говорить о существенной роли расположения семени на материнском соцветии в формировании количества зародышевых корней нельзя (рис 3).



*Рис. 3. Изменчивость количества зародышевых корней яровой пшеницы сорта Алтайская 70 в зависимости от матрикальной разнокачественности, шт.*

### Выводы

1. Для получения растений сорта Алтайская 70 с сильным проростком для посева необходимо брать семена с верхней и нижней части колоса. Нижние зерна колоса, наоборот, существенно снижают длину этого параметра.

2. Самой высокой длиной главного корня отличались семена, расположенные в верхней части колоса, в среднем 102,9 мм при размахе признака по годам от 100,5 до 105,3 мм, разница со стандартом в данном случае составила +15,0 мм при НСР<sub>(05)</sub> 14,4 мм.

3. Существенной роли расположения семени на материнском соцветии в формировании количества зародышевых корней нами не установлено, так как в среднем эта величина по фракциям варьировала от 4,0 до 4,5 штук.

### Литература

- ГОСТ 30483-97. Зерно. Методы анализа: сб. ГОСТов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 21 с.

## РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

*Изучено влияние температурного фактора по месяцам вегетации на величину урожайности ярового ячменя. Установлена роль месячной суммы осадков за период вегетации в формировании продуктивности изучаемой культуры. Показано варьирование урожайности ярового ячменя в связи с изменчивостью гидротермического коэффициента по месяцам.*

**Ключевые слова:** ячмень, урожайность, осадки, температуры, ГТК.

V.V. Keler

## THE ECOLOGICAL CONDITION ROLE IN THE FORMATION OF SPRING-PLANTED BARLEY CROP CAPACITY IN THE KANSK FOREST-STEPPE

*The temperature factor influence of monthly vegetation on the spring-planted barley crop capacity is studied. The monthly precipitation role over the vegetation period in the studied culture crop capacity formation is determined. The variation in the spring-planted barley crop capacity connected with the hydrometric factor variability over months is shown.*

**Key words:** barley, crop capacity, precipitation, temperature, hydro-thermal coefficient (HTC).

**Введение.** В связи с тем, что за последние 3 десятилетия в Сибири резко увеличилось число неблагоприятных по погоде лет, значительно обострилась проблема климатической и почвенной зависимости величины и качества урожая от экстремальных условий. Учитывая, что экстремальные условия в Сибири проявляются довольно часто, научные разработки и технологии должны быть сориентированы в первую очередь на проявление этих условий. Стабилизирующим фактором урожайности зерновых культур в Красноярском крае являются сорта местной селекции и адаптивные технологии.

В современном сельском хозяйстве сорт – основа интенсивных и энергосберегающих технологий производства продукции растениеводства. За последние годы значительно обогатились методы, применяемые при создании сортов. Это обеспечило дальнейшее развитие селекции как науки и обусловило значительное увеличение и обновление сортовых ресурсов.

В зависимости от материально-технической обеспеченности, использования прогрессивных технологий и других факторов требования к сортам постоянно возрастают. Новые сорта должны быть не только высокоурожайными, но и отличаться стабильностью, то есть не снижать урожаев в неблагоприятные годы, частота наступления которых в Красноярском крае преобладает над благоприятными.

Ячмень яровой в Красноярском крае возделывается прежде всего как зернофуражная культура, поэтому рост производства его приобретает большое значение в укреплении кормовой базы. По площади посева и валовым сборам ячмень занимает третье место после яровой пшеницы и овса. Удельный вес его среди яровых зерновых культур составляет 13,5 %. Благодаря своей скороспелости и широкой экологической пластичности он может возделываться во всех сельскохозяйственных зонах края. В северных и высокогорных районах он удаётся лучше других зерновых культур и имеет неоспоримое преимущество по своим кормовым достоинствам.

В связи с вышеизложенным **целью** исследований являлась оценка роли погодных условий в формировании урожайности ярового ячменя в условиях Канской лесостепи Красноярского края.

В ходе проведения исследований были поставлены следующие **задачи**:

1. Выявить влияние температурного фактора по месяцам вегетации на величину урожайности ярового ячменя.
2. Оценить роль месячной суммы осадков за период вегетации в формировании продуктивности изучаемой культуры.
3. Показать варьирование урожайности ярового ячменя в связи с изменчивостью гидротермического коэффициента по месяцам.

В работе анализируются результаты исследований по оценке роли погодных условий в формировании урожайности ярового ячменя в условиях Канской лесостепи Красноярского края. Анализы проводились по результатам конкурсного сортоиспытания, выполненного на Канском ГСУ в 2002–2010 гг.

Вся работа ведётся по единой методике, утверждённой Госкомиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Испытываемые сорта сравнивают с лучшим, районированным в данном регионе (зоне) сортом, который берётся в качестве контроля (стандарта). Повторность в опытах 4-кратная. Учётная площадь делянки 25 м<sup>2</sup>. Сорта получают всестороннюю оценку по комплексу хозяйственно-биологических свойств: урожайности, качеству продукции, устойчивости к заболеваниям и вредителям, пригодности к механизированному возделыванию. Обработка почвы осуществляется в соответствии с агротехническими правилами, принятыми для данной почвенно-климатической зоны, сроками и нормами посева, оптимальными для данной зоны; делянки в опытах размещаются методом рендомизации [Методика государственного сортоиспытания... , 1989].

В данной работе исследуется влияние погодных условий на продуктивность ярового ячменя у трех сортов: Ача, Бахус и Вулкан. В результате проведенных исследований материалы конкурсного сортоиспытания были обработаны методом математической статистики по SNEDECOR.

С целью изучения влияния температурного фактора за период вегетации на урожайность ярового ячменя были рассчитаны коэффициенты парной корреляции, которые указывают на тесноту связи количества зерна с температурами по месяцам (табл.1).

Таблица 1

**Роль температурного фактора в формировании урожайности ярового ячменя в условиях Канской лесостепи в 2002–2010 гг.**

Сорт	Месяц				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Ача	0,369*	0,059	-0,607*	-0,035	0,017
Бахус	0,231	-0,010	-0,565*	-0,005	0,031
Вулкан	0,551*	0,244	-0,586*	0,136	-0,109

\*При  $m^2$  0,223–0,354.

Как видно из таблицы 1, температурный фактор наибольшее отрицательное влияние в исследуемом периоде май–сентябрь оказал на все сорта в июле, а на сорт Ача – наибольшее (коэффициент корреляции составил  $r=-0,607$ ), то есть с увеличением температуры в этом месяце районированные сорта ярового ячменя, возделываемые в Канском ГСУ, существенно снижают свою продуктивность, высокие значения этого фактора в июле, судя по всему, играют негативную роль. Это можно объяснить тем, что в период налива зерна у ярового ячменя, который проходит в Канской лесостепи во вторую и третью декады июля, повышение температуры имеет обратную связь с урожайностью, то есть очень высокие дневные температуры (более 25 °С) приводят к ускорению налива зерна, к излишнему расходу влаги на испарение, и происходит его «захват» в разной степени проявления. Кроме этого, в мае у сортов Вулкан и Ача выявлена средняя положительная корреляция с увеличением температуры ( $r=0,551$  и  $0,369$  соответственно), когда ее повышение, наоборот, играет положительную роль в формировании урожайности. В остальных случаях влияние температуры вегетационного периода на сорта было незначительным.

С целью изучения влияния объема выпавших осадков за период вегетации на количество зерна ярового ячменя были рассчитаны коэффициенты корреляции, которые указывают на тесноту и форму связи урожайности изучаемой культуры с влагообеспеченностью вегетационного периода, то есть с суммой осадков по месяцам (табл. 2).

Таблица 2

**Роль влагообеспеченности в формировании урожайности ярового ячменя в условиях Канской лесостепи в 2002–2010 гг.**

Сорт	Месяц				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Ача	-0,206	0,443*	-0,564*	-0,045	-0,243
Бахус	-0,146	0,340*	-0,645*	0,047	-0,083
Вулкан	-0,413*	0,424*	-0,395*	-0,269	-0,333*

\*При  $m^2$  0,207–0,354.

Как показывает таблица 2, сильнее всего на исследуемые сорта повлияли июльские (в большей степени) и июньские осадки. А самое большое влияние осадки оказали на сорт Бахус во всём периоде май–сентябрь, в частности в июле (коэффициент корреляции составил в данном случае -0,645). В этом месяце у всех сортов отмечается средняя степень корреляции. Данный характер связи можно объяснить тем, что из-за избытка осадков в этот период может происходить не только вымывание микро- и макроэлементов, но и ухудшение газового режима почвы, ослабление микробиологической активности. Растения могут подвергаться действию корневых и листовых гнилей. Все эти факторы отрицательно влияют на величину урожайности ярового ячменя в условиях Канской лесостепи Красноярского края.

Средняя положительная степень корреляции у сортов Ача, Бахус и Вулкан зафиксирована между величиной осадков июня и урожайностью ( $r=0,443$ ;  $0,340$  и  $0,424$  соответственно). Такие связи можно объяснить тем, что в этот период идет формирование всех органов соцветия, которое положительно зависит от увлажнения этого периода. В остальные месяцы самое ощутимое влияние осадки оказали только на сорт Вулкан: в мае  $r=-0,413$  и в сентябре  $r=-0,333$ . Все это объясняется сортовыми особенностями изучаемого образца. В остальных случаях влияние осадков на сорта было менее ощутимым.

Для того чтобы оценить роль увлажнения в формировании урожайности зерна ярового ячменя, недостаточно анализировать ее связь с осадками и температурами. Более правильно для оценки увлажнения территории использовать отношение количества осадков к испаряемости. Для этого мы использовали широко применяемый гидротермический коэффициент (ГТК). Чтобы выявить его влияние на количество зерна, нами был проведен анализ корреляционных связей среднемесячных значений ГТК за летний период. Характер этих связей приведен в таблице 3.

Таблица 3

**Роль ГТК в формировании урожайности ярового ячменя в условиях Канской лесостепи в 2002–2010 гг.**

Сорт	Месяц				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Ача	-0,230	0,425*	-0,533*	-0,078	-0,230
Бахус	-0,155	0,359*	-0,626*	0,017	-0,079
Вулкан	-0,440*	0,374*	-0,355*	-0,317*	-0,296

\*При  $m^r$  0,215–0,353.

Наибольшее отрицательное влияние ГТК оказал на сорта в июле: у всех сортов установлена средняя степень корреляции (коэффициенты составили здесь от -0,626 до -0,355). В июне у всех сортов отмечается средняя положительная степень корреляции с количеством выпавших осадков ( $r$  менялся от 0,359 до 0,425 соответственно). В остальных месяцах можно выделить сорт Вулкан ( $r=-0,440$  в мае и -0,317 в августе). Все эти величины и их неустойчивая степень варьирования указывают на сортовые особенности данных образцов, исследуемых в нашей работе.

**Выводы**

1. В исследуемом периоде май–сентябрь температурный фактор оказал самое существенное отрицательное влияние в июле, когда растения проходят фазу трубкование–колошение и высокая температура ведёт к нарушениям в половом процессе ( $r$  менялся от -0,607 до -0,565).

2. Июльские осадки оказали на ячмень наибольшее отрицательное влияние ( $r$  варьировали от -0,645 до -0,395). Избыточные осадки в этот период вымывают из почвы питательные вещества, ухудшают газовый режим почвы и ослабляют ее микробиологическую активность.

3. ГТК оказал ощутимое негативное влияние на растения ячменя в июле при  $r$  от -0,626 до -0,355, сведя тем самым к минимуму положительное его влияние, оказанное в июне (при  $r$  от 0,425 до 0,359).

**Литература**

1. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Сельхозгиз, 1989. – Вып. 1. – 342 с.



**ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ НА РОСТ САЖЕНЦЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ КОРЕЙСКОЙ  
(*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) ПОД ПОЛОГОМ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ**

*В работе рассматриваются результаты применения стимуляторов (регуляторов) роста при выращивании саженцев кедра корейского (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) под пологом хвойно-широколиственных лесов. Применение стимуляторов роста активизирует рост корневой системы, высоту и биомассу растений.*

**Ключевые слова:** кедр корейский, саженцы, стимуляторы роста, корневая система, высота, биомасса, Дальний Восток.

V.V. Ostroshenko, R.Yu. Akimov

**THE STIMULATOR INFLUENCE ON THE KOREAN CEDAR PINE (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.)  
SEEDLING GROWTH UNDER THE CONIFEROUS AND DECIDUOUS WOOD CROWN LAYER**

*The results of the growth stimulators (regulators) application in growing of the Korean cedar pine (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) seedlings under the coniferous and deciduous wood crown layer are examined. The use of growth stimulators activates the growth of the root system, height and plant biomass.*

**Key words:** Korean cedar pine, seedlings, growth stimulators, root system, height, biomass, the Far East.

**Введение.** Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока – уникальная лесная формация, нестандартная по составу растительности, строению и развитию насаждений; одна из самых сложных по возрастной структуре древостоев. Основная лесообразующая древесная порода – сосна кедровая корейская (кедр корейский – *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc). В недалеком прошлом кедрово-широколиственные леса были широко распространены в южной части Дальнего Востока и еще в 60-70-х годах прошлого столетия в зоне произрастания этих лесов на кедр корейский приходилось около 50% заготавливаемой древесины [5, 6]. Только за вторую половину XX века площадь кедровников сократилась и сейчас составляет чуть более 3 млн га. Кедрово-широколиственные леса постепенно теряют лучшие кедровники [3, 5, 6, 14, 19]. Необходимость принятия мер по ускоренному восстановлению кедровников очевидна.

В последние десятилетия в лесном хозяйстве при восстановлении лесов применяются стимуляторы (регуляторы) роста природного, биологического и химического происхождения, положительно апробированные на сельскохозяйственных культурах [2, 8–10].

Литературные источники отражают два варианта применения стимуляторов роста: обработка семян перед посевом и подкормка сеянцев на питомнике [1, 4, 7, 11–13, 15–18, 20, 21]. Настоящая статья отражает результаты изучения влияния на рост двухлетних саженцев сосны корейской, высаженных под полог хвойно-широколиственных лесов, последующих корневых подкормок растворами стимуляторов-регуляторов роста: эпин, циркон, крезацин и гетероауксин.

**Материалы и методы исследований.** Работы проводили на участках лесного фонда Горнотаежной станции (ГТС) ДВО РАН им. В.А. Комарова. Климат района муссонный. Лесной участок представлен склоном восточной экспозиции. Крутизна склона 15–20°. Высота над уровнем моря 120–150 м. Состав древостоя – 10Д ед. К,Яс,И. Полнота – 0,6. Класс возраста – V. Подрост жизнеспособный, равномерно распределен по площади, средней густоты; состав 9Д1К ед. Яс,И. Подлесок средней густоты, распределен по площади куртинами. В составе леспедеца двуцветная (*Lespedeza bikolor* Turcz.), клен моно (*Acer mono* Maxim.). Почва бурая лесная оподзоленная, средней мощности.

Стандартные по действующему ГОСТу сеянцы кедра корейского, выращенные на питомнике ГТС, выкапывали из гряд. Корневую систему сеянцев на 40–60 мин помещали в растворы стимуляторов роста: циркон, эпин, крезацин (концентрацией 0,1 мл/10 л воды) и гетероауксин (2 и 4 таблетки на 10 л воды), а затем вручную, под лопату высаживали под полог хвойно-широколиственного леса.

В течение первых двух вегетационных периодов высаженные саженцы подвергли двукратной корневой подкормке аналогичными стимуляторами роста теми же концентрациями растворов. Агротехнические уходы не проводили. Контролем служили саженцы, не подвергавшиеся обработке стимуляторами роста.

В конце первого вегетационного сезона у 30 саженцев каждого варианта измеряли высоту и диаметр корневой шейки на высоте 2–3 см от поверхности почвы. Данные замеров подвергали статистической обработке в прикладной программе Excel «СТАТИСТИКА». Дополнительно в каждом варианте опыта выкапывали по три средних растения, у которых измеряли длину мочки корня.

В конце второго года роста у саженцев каждого варианта опыта измеряли высоту; выкапывали по три средних растения, у которых измеряли высоту, диаметр шейки корня и длину мочки корня. С растений собирали хвою. Стволики, корневую систему и хвою высушивали и определяли средние значения их сухой массы в воздушно-сухом состоянии. Полученные данные сравнивали по вариантам корневой обработки саженцев и с контролем; выявляли наиболее эффективные стимуляторы роста.

**Результаты и их обсуждение.** В течение двух вегетационных периодов (май-июнь) наблюдалось снижение количества выпавших осадков по сравнению с среднегоголетними на 65–80%. Во второй половине вегетационных периодов количество выпавших осадков было в пределах среднегоголетних.

Корневая подкормка саженцев активизировала рост корневой системы уже в первый год роста. Наиболее активное влияние оказывали циркон, эпин и гетероауксин. В зависимости от стимулятора превышение по отношению к контролю по диаметру корневой шейки составило 20–100%. Существенность различий находилась в пределах 3,3–25% (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние стимуляторов на рост корневой системы саженцев кедра корейского в первый год под пологом хвойно-широколиственного леса**

Стимулятор роста	Концентрация раствора	Диаметр корневой шейки саженца		Существенность различий
		М ср ± m, см	Процент по отношению к контролю	
Контроль		0,5 ± 0,02	-	-
Гетероауксин	4 табл/10 л воды	0,6 ± 0,02	+ 20	3,3
Крезацин	1 мл/10 л воды	0,7 ± 0,03	+ 40	5,0
Циркон	1 мл/10 л воды	1,0 ± 0,01	+ 100	25,0
Эпин	1 мл/10 л воды	0,7 ± 0,03	+ 40	5,0

Отмечена и активизация роста саженцев по высоте. Однако в сравнении с контролем превышение составило 4,6–12,2%. Существенность различий составляла 1,32–1,83 (табл. 2). Следовательно, преимущество в росте саженцев по высоте в первый год их роста под пологом леса статистически еще не выявлено.

Таблица 2

**Влияние стимуляторов на рост саженцев кедра корейского в первый год под пологом хвойно-широколиственного леса**

Стимулятор роста	Концентрация раствора	Высота		Существенность различий
		М ср ± m, см	Процент по отношению к контролю	
Контроль	–	30,4±1,35	–	–
Гетероауксин	4 табл/10 л воды	34,1±1,97	+12,2	1,54
Крезацин	1 мл/10 л воды	32,9±1,48	+ 8,2	1,32
Циркон	1 мл/10 л воды	33,7±1,36	+10,9	1,83
Эпин	1 мл/10 л воды	31,8±1,54	+ 4,6	1,79

Во второй год рост саженцев активизируется по всем показателям.

Из использованных в опытах стимуляторов наиболее положительное влияние оказали растворы более высокой концентрации у циркона, эпина, крезацина (рис. 1–4). Так, по отношению к контролю при подкормке цирконом превышение роста по высоте составило 18,2%, по диаметру корневой шейки – 29,6; по длине мочки корня – 35,2; по общей массе – 19,2%.

Эффективное воздействие на рост саженцев оказали и стимуляторы эпин, крезацин и гетероауксин. Однако в сравнении с цирконом их положительное воздействие снижалось в зависимости от стимулятора роста: по высоте на 3,6–7,0%; диаметру корневой шейки – на 1,0–15,3%; длине мочки корня – на 11,1–12,0; общей массе – на 2,9–8,3%.

Существенной зависимости в воздействии гетероауксина различной концентрации раствора на рост саженцев не выявлено.

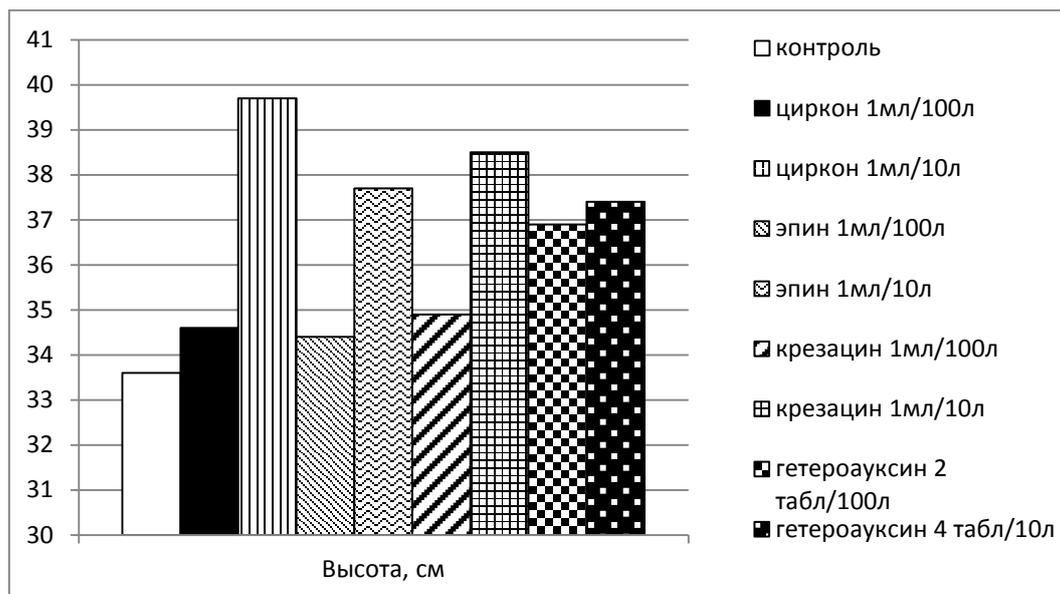


Рис.1. Влияние стимуляторов на рост по высоте двухлетних саженцев кедр корейского под пологом хвойно-широколиственных лесов

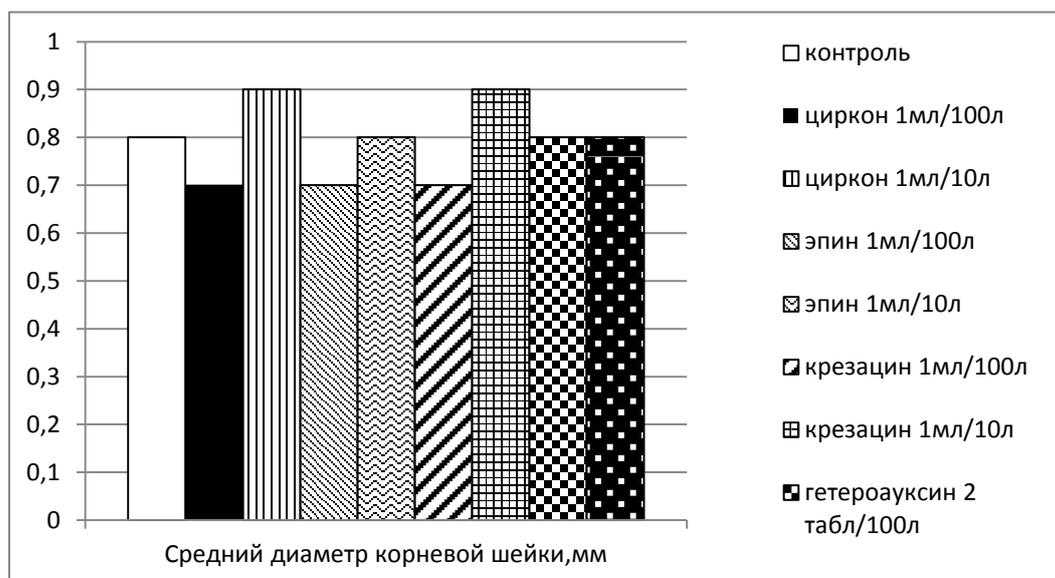


Рис. 2. Влияние стимуляторов на рост по диаметру корневой шейки двухлетних саженцев кедр корейского под пологом хвойно-широколиственных лесов

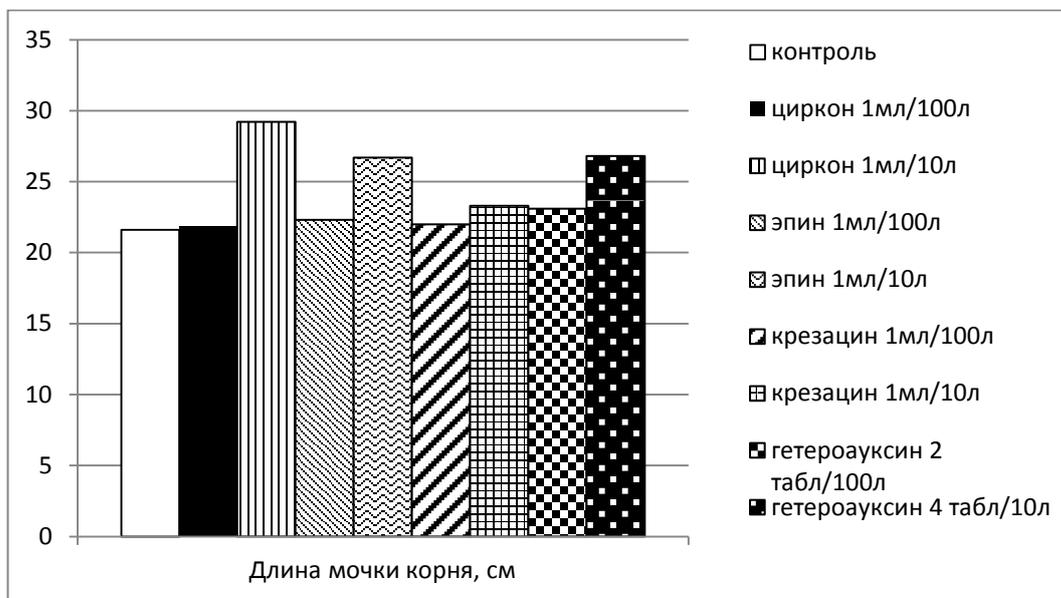


Рис. 3. Влияние стимуляторов на рост по длине мочки корня двухлетних саженцев кедра корейского под пологом хвойно-широколиственных лесов

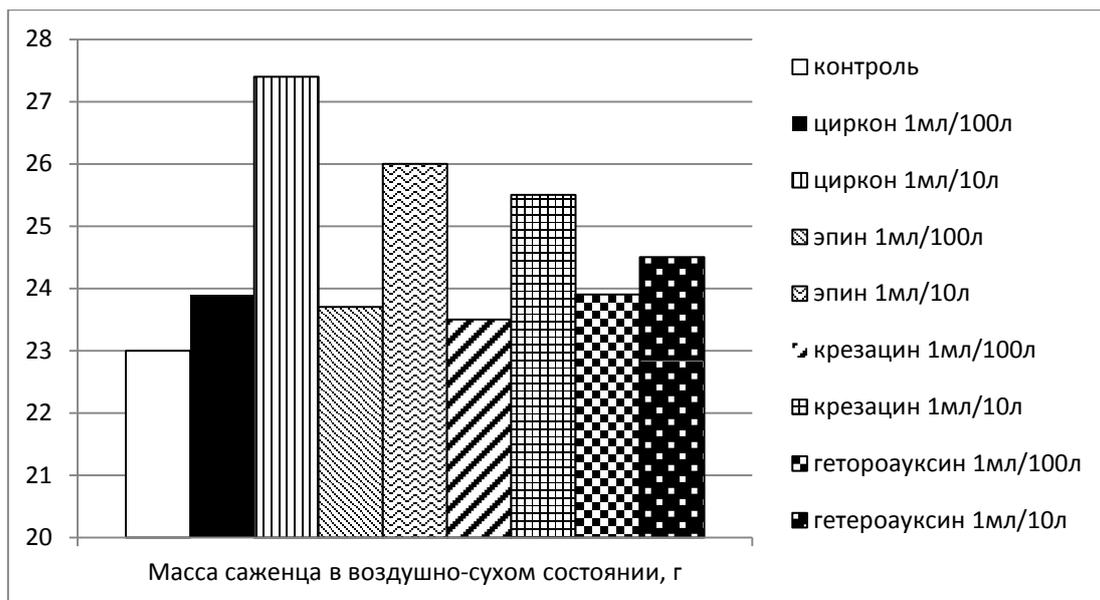


Рис. 4. Влияние стимуляторов на образование биомассы двухлетних саженцев кедра корейского под пологом хвойно-широколиственных лесов

**Выводы.** Отмечаемая эффективность применения стимуляторов (регуляторов) роста: циркон, эпин, крезацин, гетероауксин – при выращивании посадочного материала в питомнике оказывает стимулирующее влияние и на рост высаживаемых под полог леса саженцев кедра корейского более старшего возраста.

Гетероауксин – единственный из ауксинов, получаемый синтетически. Сравнительная простота его синтеза способствовала изучению его воздействия на растительный организм. Литературные источники располагают рекомендациями по нормам расхода препарата, которые в зависимости от выращиваемой культуры колеблются от 2 до 100 таблеток на 10 л воды.

Полученные первые результаты позволяют считать возможным проведение последующих опытов по изучению применения стимуляторов роста в лесном хозяйстве.

## Литература

1. Доев С.К. Математические методы в лесном хозяйстве: учеб. пособие. – Уссурийск: Изд-во ПГСХА, 2001. – 124 с.
2. Вакуленко В.В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений. – 2004. – № 1. – С. 24–26.
3. Будзан В.И. Динамика и состояние кедровников – основной кормовой базы соболя в Приморском крае // Проблемы охраны лесов и многоцелевого лесопользования на Дальнем Востоке: тр. ФГУ ДальНИИЛПХ.– Хабаровск: ДальНИИЛПХ, 2005. – Вып. 38. – С. 256–262.
4. Гуков Г.В., Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю. Использование стимуляторов роста и дражирование семян при лесовосстановлении на Дальнем Востоке // Сб. науч. тр. ДальНИИЛПХ. – Хабаровск, 2005. – Вып. 38. – С. 175–183.
5. Корякин В.Н. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока России (динамика, состояние, пользование ресурсами, реабилитация): автореф. дис.... канд. с.-х.наук. – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛПХ, 2009. – 52 с.
6. Корякин В.Н. Лесной фонд // Современное состояние лесов российского Дальнего Востока и перспективы их использования / под ред. А.П. Ковалева. – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛПХ, 2009. – С. 15–34.
7. Кречетова Н.В., Штейникова В.И. Испытание и применение стимуляторов для ускорения прорастания семян и роста сеянцев древесных пород Дальнего Востока (временные рекомендации). – Хабаровск, 1965. – 15 с.
8. Мухин В.Д. Подготовка семян овощных культур к посеву. – М.: Моск. рабочий, 1979. – 116 с.
9. Мухин В.Д. Дражирование семян сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1971. – 93 с.
10. Никелл Л. Регуляторы роста растений (применение в сельском хозяйстве). – М.: Колос, 1984. – 190 с.
11. Никитенко Е.А., Гуль Л.П., Король Л.А. Изучение стимуляторов роста при выращивании посадочного материала дальневосточных древесных пород // Проблемы охраны лесов и многоцелевого лесопользования на Дальнем Востоке. – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛПХ, 2005. – Вып. 38. – С. 171–175.
12. Острошенко В.В. Влияние стимуляторов на приживаемость сеянцев в лесных культурах // Тр. междунар. форума по проблемам науки, техники и образования. – М., 2003. – С. 136–138.
13. Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю. Влияние стимуляторов на рост сеянцев сосны корейской // Лесн. хоз-во. – 2010. – № 1. – С. 47–48.
14. Острошенко В.В., Акимов Р.Ю. Проблема восстановления кедра корейского в лесах Приморья // Интродукция и рациональное использование растительных ресурсов Южного Приморья: биол. исследования на Горнотаежной станции.– Владивосток: Дальнаука, 2011. – Вып. 12. – С. 36–39.
15. Пентелькина Н.В. Экологически чистые технологии на основе использования стимуляторов роста // Экология, наука, образование, воспитание: сб. науч. тр. – Брянск, 2002. – Вып. 3. – С. 69–71.
16. Пентелькина Ю.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных видов: автореф. дис.... канд. с.-х.наук. – М., 2003. – 24 с.
17. Пентелькина Н.В., Острошенко Л.Ю. Выращивание сеянцев хвойных пород в условиях Севера и Дальнего Востока с использованием стимуляторов роста // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. / БГИТА. – Брянск, 2005. – Вып. 10. – С. 125–129.
18. Поповичев В.В. Культура ореха черного с Ставропольском крае: дис.... канд. с.-х. наук. – Воронеж: Изд-во ВГЛТА, 2003. – 23 с.
19. Пстыга С.Е. Доклад управления лесным хозяйством Приморского края на форуме «Природа без границ» // Мат-лы III Междунар. экологического форума. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009.
20. Усенко Н.В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока: справ. книга. – Хабаровск: Изд. дом «Приамурские ведомости», 2009. – 272 с.
21. Чилимов А.И., Пентелькин С.К. Проблемы использования стимуляторов роста в лесном хозяйстве // Лесн. хоз-во. – 1995. – № 6. – С. 11–12.



ИНТРОДУКЦИЯ КАСАТИКА ЩЕТИНИСТОГО (*IRIS SETOSA* Pall. ex Link) В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Рассмотрены результаты интродукционного изучения якутских популяций *Iris setosa*. Изучена ритмологическая и морфологическая изменчивость 5 образцов *Iris setosa* в культуре, проведен сравнительный анализ семенной продуктивности ириса щетинистого в природе и культуре.

**Ключевые слова:** ирис щетинистый, декоративные растения, ботанический сад, интродукция, фенологическое развитие, семенная продуктивность, морфология семян.

P.A. Pavlova, N.S. Danilova

INTRODUCTION OF IRIS (*IRIS SETOSA* Pall. ex Link) IN THE CENTRAL YAKUTIA

The results of the Yakut population *Iris setosa* introduction research are considered. Rhythmological and morphological variation of *Iris setosa* 5 samples in culture are studied, the comparative analysis of iris seed production in nature conditions and cultural conditions is carried out.

**Key words:** iris, ornamental plants, botanical garden, introduction, phenological development, seed production, seed morphology.

**Введение.** *Iris setosa* Pall. ex Link – касатик щетинистый – одно из признанных декоративных растений, широко используемых в зеленом строительстве. Восточноазиатский-североамериканский вид. Произрастает в Сибири, на российском Дальнем Востоке, в Северо-Восточном Китае, Корее, Японии; в Северной Америке растет по приморской полосе Аляски, на Алеутских островах [1]. В Якутии встречается во всех районах [2, 3]. Это единственный вид ириса, заходящий далеко на север.

Луговой вид. Экологически пластичен, обитает в широком диапазоне природных условий. Растет на сырых болотистых лугах, в вилюйскоосоковых заочкаренных сообществах на мерзлотных лугово-болотистых почвах совместно с *Carex juncella* (Fries) Th. Fries, *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fern., *Calamagrostia neglecta* (Ehrh.) Gaertn., *Caltha palustris* L., *Sium suave* Walt. [4], обычен в среднеувлажненном поясе песчаных аласов, где обильно произрастает среди разнотравья. В бассейне р. Вилюя отмечены ирисовые травостои в сапропелевых аласах, вблизи ферм или поселков, но скотом обычно не поедаются [5]. В долинах мелких речек бассейна р. Алдан входит в состав в лангсдорфовейниково-разнотравных лугов. В долине р. Лены ирис щетинистый можно встретить в галофитных вариантах разнотравных лугов, где он произрастает с *Potentilla anserine* L., *Glaux maritime* L., *Saussurea amara* (L.) DC. [6]. В долине средней Лены, в бассейне р. Вилюя, *Iris setosa* обитает под пологом березовых лесов на надпойменных террасах на мерзлотных дерново-лесных почвах среди *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar, *Rosa acicularis* Lindl., *Spiraea salicifolia* L., *Pyrola incarnate* Fisch., *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin. [4, 5]. Ирис щетинистый встречается в осиновых лесах, где также произрастает совместно с *Calamagrostis langsdorffii*, в ивняках среди подлеска из *Spiraea salicifolia* [7, 8].

Несмотря на то что ирис предпочитает влажные богатые почвы, вид может расти и в более жестких условиях, о чем свидетельствует использование его в городском озеленении. Толерантен к умеренному антропогенному воздействию, но не переносит вытаптывания крупным рогатым скотом.

По отношению к свету ирис щетинистый, несомненно, является гелиофитом, но, тем не менее, хорошо переносит небольшое затенение, о чем свидетельствует произрастание его в травянистом ярусе светлых лесов.

Широкая амплитуда местообитаний свидетельствует об экологической пластичности касатика щетинистого, что основывается на широкой изменчивости растений.

**Цель и задачи.** Сравнительное интродукционное изучение якутских популяций *Iris setosa*, темпов его фенологического развития, семенной продуктивности и морфологии семян.

**Объект и методы исследований.** Работа выполнена в Якутском ботаническом саду Института биологических проблем криолитозоны СО РАН (далее ЯБС). Сад расположен в окрестностях г. Якутска, на второй надпойменной террасе р. Лены. Природные условия сада типичны для Центральной Якутии, для которой характерна резкая континентальность, проявляющаяся в низких зимних, высоких летних температурах и вы-

сокой засушливости (табл.1). Годовая амплитуда минимальных и максимальных температур в Якутске составляет 102°C [9].

В коллекции Сада *Iris setosa* представлен 12 образцами из различных районов Якутии, из них моделями для наших исследований служили 5 образцов, собранных в разных точках Якутии, достаточно удаленных друг от друга. Наиболее северную точку представляют образцы из окрестностей пос. Жиганск, собранные на влажном лугу, год пересадки 1971 (жиганский образец). Наиболее в коллекции представлена Центральная Якутия (7 образцов), из них в настоящей статье модельным центральноякутским образцом служили растения, собранные в окрестностях ЯБС в ценопопуляции, растущей по краю засыхающего болота, год пересадки 1966 (центральноякутский образец). Самая южная точка сбора окрестности – г. Томмота, песчано-илистый нанос на берегу р. Алдан, год пересадки 1969 (томмотский образец). Юго-западная часть Якутии, наиболее мягкий в климатическом отношении район, представлена образцом, перенесенным из окрестностей г. Ленска в 1966 году (ленский образец). Также в интродукции изучен альбиносный образец ириса, собранный в 1984 году в окрестности с. Верхняя Амга, в верховьях р. Амги на сыром каменисто-щебнистом берегу (верхнеамгинский). Расстояние между точками сбора значительное, в долготном направлении (пос. Жиганск – г. Томмот) оно составляет около 1000 км, в широтном (с. Верхняя Амга – г. Ленск) – около 700 км, что обуславливает ощутимые различия в климатических условиях этих пунктов [10] (табл. 1). Кроме того, на примере центральноякутского образца проводились параллельные наблюдения в культуре и в природе – в окрестностях ЯБС, в популяции, которая служила источником интродукции этого образца.

Таблица 1

Климатическая характеристика районов сбора образцов *Iris setosa*

Показатель	Район сбора				
	Жиганск	Якутск	Томмот	Ленск	Амга
Средняя годовая температура воздуха, °С	13,5	-10,2	-9,8	-7,6	-12,9
Средняя температура воздуха в январе, °С	-43,4	-43,2	-32,5	-30,0	-43,6
Средняя температура воздуха в июле, °С	13,3	18,8	16,0	14,7	16,6
Продолжительность безморозного периода, дни	80	97	62	88	62
Среднее количество осадков за год, мм	263,8	192,0	439,0	266,1	272,1
Среднее количество осадков за вегетационный период, мм	289,0	140,0	218,0	204,0	203,0

При работе был использован метод фенологических наблюдений И.Н. Бейдеман [11], изучение семенной продуктивности проводилось согласно методике И.В. Вайнагий [12]. При определении степени варьирования признаков применена шкала С.А. Мамаева [13]. Интродукционные возможности оценены по разработанной нами шкале [14].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В условиях культуры все изученные образцы проходят полный цикл фенологического развития с образованием семян. При сравнении многолетних фенологических данных можно отметить значительное опережение в сезонном развитии северного жиганского образца, соответственно раньше у него происходит и созревание семян. Запаздывающий характер прохождения фенофаз отмечается у ленского образца, перенесенного из района с наиболее мягким климатом (табл. 2). Это можно объяснить тем, что растения из более холодного района Якутии в процессе эволюции выработали меньшую требовательность к теплу и необходимая сумма положительных температур, обеспечивающая наступление определенной фенофазы, для жиганского образца значительно ниже, чем для растений из окрестностей г. Ленска, пункта с более мягким климатом.

Таблица 2

Фенологическое развитие *Iris setosa* различного происхождения в культуре (средние за 1980–2012 гг.)

Образец	Отрастание	Бутонизация	Массовое цветение	Созревание семян
Жиганский	3.05+0,9	14.06+1,4	20.06+1,4	15.08+0,6
Центральнаякутский	5.05+0,8	18.06+1,3	24.06+1,4	22.08+1,2
Томмотский	6.05+1,3	18.06+2,0	3.07+2,3	20.08+1,7
Ленский	4.05+1,1	18.06+1,2	23.06+1,4	24.08+0,6
Верхнеамгинский	8.05+0,9	22.06+1,7	26.06+1,4	20.08+1,3

В условиях интродукции между изученными образцами прослеживается разница в морфологических параметрах. При переносе растений в культуру из других районов, отличающихся по своим климатическим условиям, растения в определенной мере сохраняют присущие им на родине черты. Сравнение морфологических признаков интродуцентов показало, что наибольшими размерами отличаются ленские образцы, а растения из более суровых районов, таких как северные жиганские и горные томмотские – низкорослы. Одной из ответных реакций на жесткие, стрессовые условия для их жизни и размножения является способность северных растений развивать большое количество пазушных и придаточных почек. В благоприятных условиях культуры потенциал этих почек максимально реализуется, наибольшее число генеративных побегов насчитывается у жиганского и томмотского образцов. Изменчивость признаков проявляется по-разному, наиболее вариабельны количественные признаки, такие как число генеративных побегов (уровень изменчивости высокий и очень высокий по шкале Мамаева), число цветков на побеге (уровень изменчивости средний и высокий). Линейные признаки варьируют значительно меньше, низкий уровень изменчивости проявляют высота растений и диаметр цветка (табл. 3).

В коллекции наблюдается большое разнообразие оттенков околоцветника, от бледно-голубого до насыщенного фиолетового, имеются три экземпляра альбиносного растения, собранного в верховьях р. Амга. Кроме окраски цветка, растения отличаются сравнительно короткими и узкими листьями (табл.1). Что касается консортивных связей с членистоногими, то цветки *I. setosa* часто посещаются пчелами из расположенной неподалеку пасеки, к вредителям и болезням вид устойчив.

Таблица 3

Морфометрические данные *Iris setosa* из разных мест обитания (2012 г.)

Показатель		Жиганск	Якутск	Томмот	Ленск	В. Амга
Высота растений, см	x+m	66,5+1,1	70,1+0,7	64,1+1,1	73,8+1,5	74,70
	V,%	7,15	6,00	5,6	6,9	-
Число генеративных побегов, шт.	x+m	16	6,0+0,4	9,2+0,8	5,6	5,0
	V,%	-	26,35	34,7	-	-
Число цветков на побеге, шт.	x+m	3,1+0,4	4,15+0,3	6,5+0,3	5,4+0,3	4,4
	V,%	37,5	18,0	15,5	20,7	-
Диаметр цветка, см	x+m	6,4+0,1	8,3+0,3	8,8+0,2	7,3+0,2	7,4
	V,%	8,17	9,50	9,5	9,6	-
Число листьев на побеге, шт.	x+m	3,8+0,2	3,6+0,2	3,4+0,1	3,8+0,2	4,4
	V,%	17,64	14,96	11,4	17,5	-
Длина листа, см	x+m	48,2+1,2	29,4+1,1	26,4+0,1	59,0+2,2	22,40
	V,%	9,6	12,54	13,3	14,2	-
Ширина листа, см	x+m	1,5+0,1	1,5+0,1	1,6+0,05	1,5+0,06	1,30
	V,%	0,7	8,6	34,7	17,8	-

Следующим этапом работы являлось определение семенной продуктивности ириса. Представлялось интересным проследить, как меняется этот показатель при переносе растения в культуру. Моделью для сравнительного изучения семенной продуктивности служили центральнаякутский образец и растения из исходной природной ценопопуляции. Определялась семенная продуктивность побега. Результаты показали,

что в целом семенная продуктивность касатика в культуре повышается. Повышение семенной продуктивности побега обеспечивается за счет увеличения количества цветков и плодов на побеге, вероятно, отсутствие или значительное снижение конкурентных отношений в культуре в определенной мере стимулируют развитие интродуцентов. Ниже в культуре уровень изменчивости семенной продуктивности, обусловленный более выровненными условиями среды. В природе коэффициент вариации имеет высокие и очень высокие значения, что свидетельствует о разнообразии микроусловий, в которых обитают растения. С другой стороны, сравнение значений коэффициента семинификации, характеризующего степень реализации семенной продуктивности, дает понять, что условия интродукции все же не в полной мере соответствуют биологическим потребностям *I. setosa*. Действительно, условия питомника, разбитого на месте разнотравно-злаковой степи, существенно отличаются от природных мест обитаний вида, что и проявилось в сравнительно низких значениях коэффициента семинификации (табл. 4)

Таблица 4

Семенная продуктивность центральноякутского образца *Iris setosa* в природе и культуре (2012 г.)

Показатель	Место наблюдений			
	Природное местообитание		Культура	
	$\bar{x} \pm m$	V, %	$\bar{x} \pm m$	V, %
Потенциальная семенная продуктивность генер. побега	113,0 $\pm$ 8,1	23,8	138,7 $\pm$ 6,7	15,0
Реальная семенная продуктивность генер. побега	47,4 $\pm$ 8,7	58,6	67,9 $\pm$ 7,8	36,8
Коэффициент семинификации	55,1	66,1	49,3	33,8

Все образцы образуют необильный, иногда единичный самосев. Причем способность к самосеву становится сильнее в следующих поколениях [15].

Большое разнообразие проявляют морфологические показатели семян. Они отличаются по размеру, цвету кожур, строению поверхности семени. Интересно отметить альбиносный образец, семена которого, как и цветки, обесцвечены. Морфологическое описание семян дано в таблице 5.

Таблица 5

Морфология семян *Iris setosa* (2012 г.)

Образец	Внешнее описание семян
Жиганский	Форма косояйцевидная. Цвет коричневый. Ярко выражен киль. Поверхность по бокам шероховатая, остальная часть семени гладкая
Томмотский	Форма косояйцевидная. Цвет коричневый. Поверхность семени по обе стороны кия гладкая, слегка сдавленная, имеется небольшая шероховатость на зауженном конце семени
Центральноякутский, культура	Форма косояйцевидная. Цвет насыщенный, темно-коричневый. Поверхность семени наполненная, ровная, гладкая
Центральноякутский, природа	Форма косояйцевидная. Цвет коричневый. Основная поверхность семени ровная, гладкая, слегка сдавленная вдоль кия, на зауженном конце семени имеется шероховатость
Ленский	Форма косояйцевидная. Цвет буро-коричневый. Слегка сдавленный с двух сторон вдоль кия. Поверхность гладкая, мелкоямчатая
Верхнеамгинский	Форма косояйцевидная. Цвет беловато-серый. Семя гладкое, по всей поверхности мелкоямчатое; на тупой стороне семени пленчатая оторочка

При изучении морфологии семян обращает на себя внимание крупносемянность центральноякутского образца, как по сравнению с семенами образцов из других районов, так и с семенами, собранными в природе (табл. 6). Это вполне объяснимо, центральноякутским растениям при переносе в культуре не пришлось приспосабливаться к новым условиям культуры в той мере, в какой происходила адаптация растений из северных, горных или мягкого в климатическом отношении юго-запада Якутии.

Таблица 6

Размеры семян *Iris setosa* разных образцов (2012 г.)

Образец		Длина семени, мм	Ширина семени, мм	Соотношение длины семени к ширине
Жиганский	x+m	9,2+0,2	5,1+0,1	1,8
	V, %	7,8	13,0	
Центральноякутский: культура	x+m	10,5+0,2	5,3+0,2	2,0
	V, %	6,9	8,8	
природа	x+m	9,0+0,1	5,1+0,1	1,8
	V, %	11,1	11,3	
Томмотский	x+m	9,4+0,2	5,2+0,1	1,8
	V, %	7,0	5,4	
Ленский	x+m	7,5+0,1	5,3+0,1	1,7
	V, %	7,9	10,9	
Верхнеамгинский	x+m	6,1+0,2	3,8+0,1	1,6
	V, %	13,9	12,9	

**Выводы.** Оценивая интродукционные возможности *I. setosa* (на основании 12 образцов) по 5 показателям [14], вид можно определить как высокоустойчивый в культуре. Касатик щетинистый, выращиваемый в питомнике в течение нескольких десятилетий без видимых признаков старения, ежегодно проходит полный цикл фенологического развития, при переносе в культуру не уменьшает размеров, присущих ему в природе, образует самосев, устойчив к болезням и вредителям.

### Литература

1. Доронькин В.М. Семейство *Iridaceae* – Касатиковые // Флора Сибири. – Новосибирск: Наука, 1987. – Т.4. – С. 113–125.
2. Караваев М.Н. Конспект флоры Якутии. – М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – 189 с.
3. Определитель высших растений Якутии. – Новосибирск: Наука, 1974. – 535 с.
4. Бурцева Е.И. Растительность ботанического сада // Интродукционные исследования растений в Якутии. – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1987. – С. 73–80.
5. Растительность бассейна р. Вилюя: тр. Ин-та биологии ЯФ СО АН СССР. – М.; Л., 1962. – Вып. VIII. – 136 с.
6. Луга Якутии. – М.: Наука, 1975. – 175 с.
7. Щербаков И.П. Лесной покров севера-востока СССР. – Новосибирск: Наука, 1975. – 343 с.
8. Тимофеев П.А. Леса Якутии: состав, ресурсы, использование и охрана. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. – 194 с.
9. Гаврилова М.К. Климат Центральной Якутии. – Якутск: Якут. кн. изд-во, 1973. – 120 с.
10. Агроклиматический справочник по Якутской АССР. – Л.: Гидрометеорол. изд-во, 1963. – 146 с.
11. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука, 1974. – 154 с.
12. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. – 1974. – Т.59, № 6. – С. 826–831.

13. *Мамаев С.А.* Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная эколого-географическая изменчивость растений: тр. Ин-та экологии растений и животных. – Свердловск, 1975. – Вып. 94. – С. 3–14.
14. *Данилова Н.С.* Основные закономерности интродукции травянистых растений местной флоры в Центральной Якутии // Бюл. ГБС. – 2000. – Вып. 179. – С. 3–8.
15. *Данилова Н.С.* Интродукция многолетних травянистых растений Якутии. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1993. – 164 с.



УДК 630. 165. 62

*М.В. Репях, Н.Н. Попова*

### ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПЛОДОНОШЕНИЯ ЛЕТНИХ СОРТОВ ЯБЛОНИ НА НИЖНЕЙ ТЕРРАСЕ БОТАНИЧЕСКОГО САДА им. Вс.М. КРУТОВСКОГО

*В статье представлена оценка плодоношения яблони летних сортов.*

*В результате проведенных исследований были выделены экземпляры, отличающиеся стабильным плодоношением и массой плодов. Среди сортов летнего срока созревания этими показателями характеризуются сорта Белый налив, Папировка, Петербургская летняя.*

**Ключевые слова:** яблоня, изменчивость, сорт, плод, урожайность, масса.

*M.V. Repyakh, N.N. Popova*

### GROWTH AND FRUITING PECULIARITIES OF APPLE TREE SUMMER SORTS ON THE LOWER TERRACE OF BOTANICAL GARDEN NAMED AFTER. Vs. M. KRUTOVSKIY

*The fruiting assessment of apple tree summer sorts is presented in the article. The specimens that differ by stable fruiting and fruit weight are singled out as a result of the conducted research. The sorts "White Naliv", "Papirovka", "Petersburg summer" are characterized by these indices among the summer period ripening sorts.*

**Key words:** apple tree, variability, sort, fruit, crop capacity, mass.

**Введение.** Яблоня – самая распространенная из всех плодовых культур. Благодаря большому сортовому разнообразию она обладает высокой изменчивостью и приспособляемостью к самым различным почвенным и климатическим условиям [1].

Коллекция Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского представляет большой интерес для изучения фенотипического разнообразия с выделением сортов, форм, экземпляров, отличающихся повышенной урожайностью, хорошими вкусовыми качествами.

Ценный генофонд местной и зарубежной селекции, сосредоточенный на нижней террасе Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского, является исходным материалом для выведения новых сортов, приспособленных к резко континентальным условиям Сибири. В настоящее время на нижней террасе сада произрастают 106 экземпляров 14 сортов яблони в открытой форме [3].

**Цель и задачи исследований.** Изучение изменчивости роста и плодоношения летних сортов яблони, отличающихся стабильным плодоношением и массой плодов.

**Объекты и методы исследований.** Полевые исследования проводились на нижней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского, который расположен на надпойменной террасе реки Енисея в зеленой зоне г. Красноярска, является одним из старейших плодовых садов Сибири и имеет общую площадь 28,5 га. Площадь нижней террасы составляет 2 га. Объектом исследования явились плодовые деревья летних сортов яблони в возрасте от 54 до 107 лет. Деревья имеют высоту от 5,4 до 7,1 м, диаметр ствола – 5,0–9,7 см, средняя площадь питания одного дерева – 24 м<sup>2</sup>.

Внутрисортовую и эндогенную изменчивость изучали в соответствии с общепринятыми методиками [1]. Урожайность деревьев определяли методом модельных ветвей [2]. Для этого подсчитывали плоды только на модельных ветвях, средних для данного дерева, и одновременно определяли количество плодоносящих ветвей на дереве для пересчета. Массу плодов устанавливали весовым методом.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Коллекция яблони, произрастающей в открытой форме на нижней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского, создавалась с 1953 года. К группе летних сортов относятся: Аркад стаканчатый, Белый налив, Грушовка московская, Золотой шип, Нобилис, Папировка, Петербургская летняя, Медовка, Терентьевка.

Количество плодоносящих деревьев летних сортов яблони в период с 2010 по 2012 г. представлено в таблице 1.

Таблица 1

**Количество плодоносящих деревьев, %**

Наименование сорта	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Золотой шип	100,0	81,3	100,0
Белый налив	100,0	80,0	100,0
Аркад стаканчатый	100,0	85,7	85,7
Папировка	100,0	94,1	76,5
Нобилис	100,0	100,0	50,0
Грушовка московская	90,0	100,0	60,0

Анализируя полученные данные, можно отметить, что наибольший процент плодоносящих деревьев отмечен в 2010 году. Единичными экземплярами представлены сорта Медовка, Петербургская летняя и Терентьевка. Медовка и Петербургская летняя плодоносили три года подряд, дерево сорта Терентьевка плодоносило за исследуемый период один год (2011г.).

Рассматривая данные по среднему количеству плодов, образовавшихся на дереве (табл. 2), можно увидеть, что меньше всего плодов образовалось у сорта Белый налив. Максимальное количество плодов зафиксировано у сорта Золотой шип (1243 шт.) в 2010 году.

Дерево сорта Медовка сформировало от 40 до 561 плодов, Терентьевка – 434 плода. Средняя урожайность сорта Петербургская летняя колеблется по годам от 592,5 до 1152,5 шт.

Таблица 2

**Среднее количество плодов на дереве**

Наименование сорта	2010 г.		2011 г.		2012 г.	
	шт.	% к X <sub>ср</sub>	шт.	% к X <sub>ср</sub>	шт.	% к X <sub>ср</sub>
Золотой шип	1243	123,8	639	63,6	1129	112,5
Белый налив	893	129,2	479	69,3	702	101,6
Аркад стаканчатый	909	134,4	547	80,9	572	84,6
Папировка	990	116,8	675	79,7	876	103,4
Нобилис	947	116,1	656	80,4	846	103,6
Грушовка московская	906	100,2	659	72,9	1148	126,9

Средняя масса плодов за период исследований представлена в таблице 3. К сортам с мелкими плодами можно отнести Нобилис, Золотой шип. Более крупные плоды характерны для сортов Белый налив, Папировка (см. табл. 3).

Таблица 3

## Средняя масса плодов

Наименование сорта	2010 г.		2011 г.		2012 г.	
	г	% к X <sub>ср</sub>	г	% к X <sub>ср</sub>	г	% к X <sub>ср</sub>
Золотой шип	36,6	79,0	52,5	113,4	49,7	107,3
Белый налив	50,8	92,8	57,7	105,4	55,7	101,8
Аркад стаканчатый	36,8	80,5	55,4	121,2	44,9	98,2
Папировка	44,9	80,8	58,1	104,5	63,9	114,9
Нобилис	22,8	83,8	27,8	102,2	31,6	116,1
Грушовка московская	39,8	87,2	47,8	104,8	49,2	107,9

Единично представлен сорт Терентьевка, который образовал яблоки только в 2011 году, плоды крупные – 76,4 г, что составляет 140,1 % от среднего значения. У сорта Петербургская летняя максимальная масса зафиксирована в 2012 году (65,1 г – 132,0 %), у Медовки – в 2011 году (53,2 г – 97,4 %). Средние показатели массы плодов в 2010–2012 гг. приведены в таблице 4.

Таблица 4

## Средние показатели массы плодов в период за 2010–2012 гг., г

Сорт	Лимиты	$X_{ср} \pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	$t_{ф}$ при $t_{05} = 2,04$
Золотой шип	29,6–73,2	45,8±1,53	10,28	22,4	3,3	3,32
Белый налив	22,3–70,2	54,5±3,35	12,52	23,0	6,1	9,88
Аркад стаканчатый	32,6–70,2	43,6±1,94	8,44	19,4	4,4	3,78
Папировка	21,3–93,8	54,9±2,27	15,41	28,1	4,1	-
Нобилис	16,8–38,6	27,8±1,32	6,62	23,8	4,7	10,32
Грушовка московская	24,7–66,4	45,3±2,02	10,10	22,3	4,5	3,15

Уровень изменчивости по массе плодов у всех сортов различный. Наибольший коэффициент варьирования показателя наблюдается у плодов сорта Папировка (28,1 %), а наименьший – у сорта Аркад стаканчатый (19,4 %). Из приведенных данных видно, что по массе плодов лидирует сорт Папировка, кроме того, крупные плоды сформировались у сортов Золотой шип, Белый налив, Аркад стаканчатый.

**Выводы.** В результате селекционной оценки яблони были выделены экземпляры, отличающиеся стабильным плодоношением и массой плодов. Такими показателями на нижней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского характеризуется сорта Аркад стаканчатый, Белый налив, Папировка, единственный экземпляр сорта Петербургская летняя.

## Литература

1. Васильева В.Н. Яблоня в Сибири: интродукция, селекция, сорта. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
2. Потапов В. А., Ульянищев А.С., Крысанов Ю.В. Слаборослый интенсивный сад. – М.: Росагроиздат, 1991. – 219 с.
3. Селекция яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Р.Н. Матвеева [и др.]. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2006. – 357 с.



## ДЕКОРАТИВНОСТЬ РЕДКИХ ВИДОВ ИНТРОДУЦЕНТОВ В НАСАЖДЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА г. КРАСНОЯРСКА

*Изучена структура озеленительных посадок г. Красноярск, установлены видовой состав, происхождение и доля участия редких видов интродуцентов в общем объеме насаждений. Рассмотрена зависимость оценки декоративности растений от условий произрастания.*

**Ключевые слова:** насаждения, декоративность, перспективность, интродуценты, скверы, магистрали, жилые дворы.

A.B. Romanova

## DECORATIVE CHARACTERISTICS OF INTRODUCED PLANT RARE SPECIES IN THE PLANTATIONS OF THE KRASNOYARSK CITY CENTRAL DISTRICT

*The structure of Krasnoyarsk greenery plantations is studied; the species composition, origin, and the share of introduced plant rare species in the total plantation are established. The dependence of the plant decorative characteristics assessment on the growing conditions is considered.*

**Key words:** plantation, decorative characteristics, prospects, introduced plants, parks, highways, residential courtyards.

---

Одним из важнейших требований, предъявляемых к озеленению урбанизированных территорий, является декоративность насаждений. Выразительность композиций зависит от результатов грамотного подхода к их созданию и от степени проявления индивидуальной эстетичности каждым отдельным экземпляром. При этом совокупность декоративных признаков (характер цветения и плодоношения, форма кроны, осенняя окраска листвы) зависит не только от видовых особенностей растения, но и обусловлена комфортностью условий произрастания. Повышение качества городских насаждений связано с обогащением ассортимента новыми видами растений. Оценка декоративности их экземпляров на начальном этапе экспериментального введения в посадки является весомым показателем в комплексной оценке дальнейшего использования вида.

**Цели исследования.** Прогноз дальнейшего использования новых видов интродуцентов в различных экологических условиях произрастания в зависимости от степени проявления естественных декоративных свойств.

**Задачи исследования:**

выявление видов интродуцентов, редко встречающихся в озеленении части Центрального района г. Красноярск;

изучение распределения интродуцентов по территориям с различными экологическими условиями; оценка декоративности каждого экземпляра.

**Методы исследования.** Объектом исследования являются насаждения Центрального района г. Красноярск. Выбор объекта обусловлен высоким уровнем нагрузки от воздействия сложного комплекса антропогенных факторов. По уровню загрязнения воздушной среды и почвы (преимущественно автотранспортом) Центральный район занимает первое место среди других административных районов города [1, 2]. Вторым критерием, повлиявшим на выбор местонахождения посадок, – принадлежность к общественному центру города, к декоративному оформлению которого предъявляются особо строгие требования.

Площадь исследуемого объекта 73,9 га. Границами участка являются улицы Ады Лебедевой, Карла Маркса, Кирова, Горького. Исследования проводились в течение вегетационного периода 2011 года. Методика исследования включает разделение части общественного центра города на территории магистралей, жилых дворов и скверов как на участки с различной степенью проявления комплекса неблагоприятных экологических факторов; оценку комплексной декоративности, согласно которой к первому классу относятся растения с высокими декоративными качествами, не требующие проведения санитарных мероприятий (1 балл). Ко второму классу относятся деревья и кустарники средней декоративности, требующие лечения

повреждений и улучшения местоположения (2 балла); к третьему классу (с оценкой 3 балла) – экземпляры с низкими декоративными качествами и плохим пространственным размещением, заслуживающие удаления или коренного улучшения состояния и местоположения [3].

**Результаты исследования.** Анализ структуры насаждений показал, что среди 6718 экземпляров растений, относящихся к 46 видам из 32 родов 18 семейств, в озеленении части Центрального района преобладают тополь бальзамический, вяз мелколистный, яблоня ягодная, клен ясенелистный, сирень венгерская, доля которых в посадках составляет от 4,6 до 24,0 %. Виды, составляющие менее 3 %, были выделены в отдельную группу редких видов интродуцентов, чье участие в посадках в настоящее время на данной территории можно рассматривать как эксперимент. Анализ видового состава редких видов показал, что к ним относится 895 экземпляров интродуцентов 33 видов из 20 родов 13 семейств.

Выяснилось, что наибольшее количество экземпляров редких видов интродуцентов (390 шт. 17 видов) характерно для насаждений скверов.

Посадки на территориях жилых дворов включают наименьшее количество экземпляров редких видов (239 шт.), но имеют более богатый видовой состав – 28 видов. В насаждениях магистралей и скверов отсутствуют чубушник обыкновенный, спирея Бумальда и Вангутта, сосна кедровая сибирская, рябинник рябинолистный, арония черноплодная, ива ломкая и козья, дуб монгольский, дерен белый, барбарис Тунберга и обыкновенный, встречающиеся в жилых дворах.

Установлено, что на территории магистралей преобладают растения, характеризующиеся высокими и средними декоративными качествами (66,5 и 29,6 % от всех экземпляров) (рис. 1).

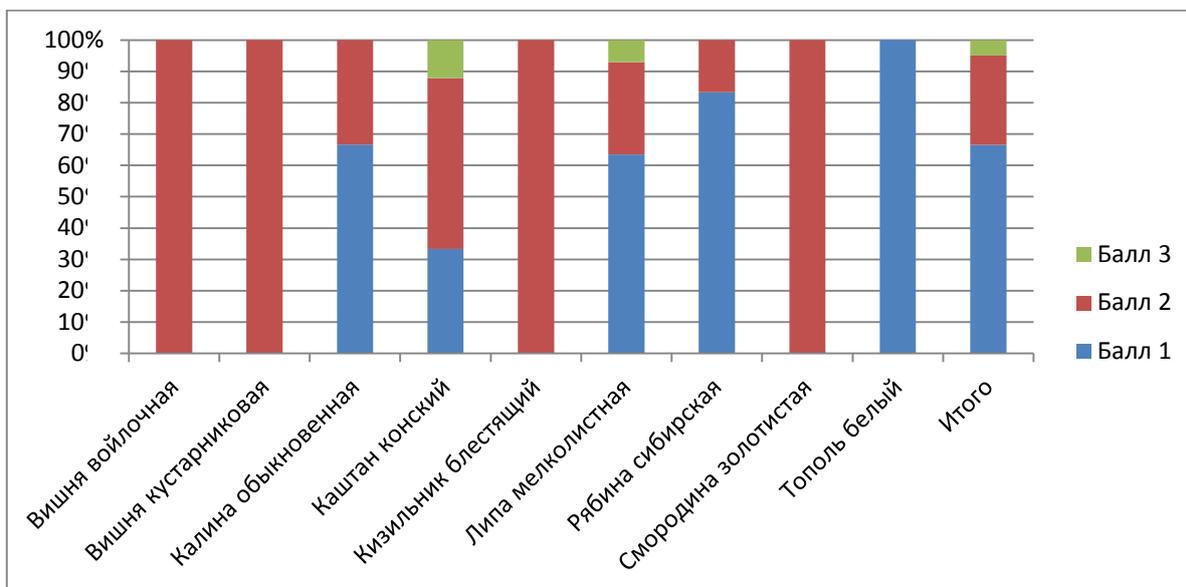


Рис. 1. Распределение экземпляров интродуцентов по оценке декоративности на территории магистралей

Только высокие декоративные качества на территории магистралей имеют экземпляры тополя белого. Однородность признака здесь, по-видимому, объясняется своевременной обрезкой усохших ветвей, появляющихся в результате формирования кроны. Кизильник блестящий, вишни войлочная и кустарниковая, смородина золотистая характеризуются средней декоративностью, которая является следствием запыленности листовых пластинок, скудного цветения и плодоношения при сохранении симметричных, хорошо развитых кустов. Среди деревьев каштана конского обыкновенного и липы мелколистной имеются экземпляры с низкой, средней и высокой декоративностью. Низкая оценка здесь обусловлена регулярным подмерзанием в первом случае и усыханием вершин во втором.

Происхождение посадок большинства редких видов на территории жилых дворов связано с самодеятельным садоводством жителей или владельцев частных организаций, расположенных в черте групп домов. Именно этим объясняется как богатство видового состава, так и малочисленность экземпляров некоторых

видов. Преимущественную долю от всех экземпляров здесь занимают растения первого и второго класса декоративности (64,9 и 26,6 %). К видам с высокой декоративностью относятся рябинник рябинолистный (10,9 %), липа мелколистная (7,9 %), смородина золотистая (7,5%) и вишня войлочная (7,0 %) (рис. 2).

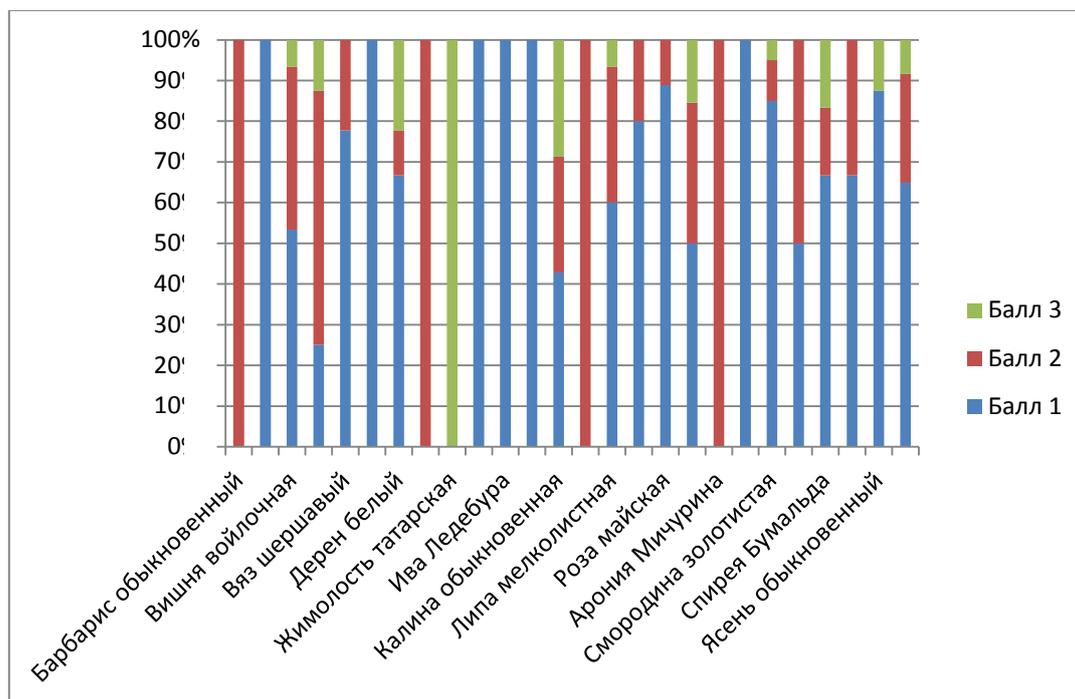


Рис. 2. Распределение экземпляров интродуцентов по оценке декоративности на территории жилых дворов

Высокую оценку декоративности имеют ива козья, ива Ледебур, груша уссурийская – 0,4 %, барбарис Тунберга (2,2 %), ива ломкая (2,6 %), представленные наименьшим количеством экземпляров (1–7 шт.).

Среднюю декоративность имеют барбарис обыкновенный (0,9 %), дуб монгольский (1,8 %), кизильник блестящий (2,2 %) и арония Мичурина (0,4 %). Перечисленные виды нуждаются в улучшении местоположения, так как они размещены под кроной более сильных и старовозрастных деревьев.

Оценку 3 балла получили все экземпляры жимолости татарской (1,3 %). Растения выглядят сильно ослабленными, имеют низкие декоративные качества. Возможно, это связано с необходимостью проведения омолаживающей обрезки, так как в кроне отмечен большой процент старых ветвей со слабым текущим приростом. Экземпляры десяти видов интродуцентов получили оценки от 1 до 3 баллов.

Наиболее высокие требования предъявляются к декоративности насаждений скверов. Именно здесь должен проводиться строгий контроль посадок. Установлено, что наибольшее число экземпляров деревьев и кустарников имеет высокую декоративность (61,0 %) (рис. 3). К ним относятся ива Ледебур, кизильник блестящий, смородина золотистая, клен татарский, ясень обыкновенный. Декоративность, оцененную на 1–2 балла, имеют боярышник кроваво-красный, вяз шершавый, груша уссурийская, орех маньчжурский, роза майская, каштан конский обыкновенный. Высокая оценка последнего вида объясняется видимым проявлением уходов, маскирующих последствия перезимовки, а также миниатюрностью экземпляров, придающей своеобразие деревьям, несмотря на их угнетенность. Среди экземпляров жимолости татарской, яблони Недзвецкого, липы мелколистной, рябины сибирской имеются растения в крайне угнетенном состоянии, требующие удаления или проведения радикальных мер ухода.

Установлено, что среди представителей редких видов интродуцентов на исследуемом участке преобладают экземпляры с высокой оценкой декоративности. Наиболее декоративными являются насаждения на территориях с наиболее комфортными условиями произрастания: в жилых дворах 148 высокодекоративных экземпляров разных видов, что составляет 64,9 % от общего количества на данной территории, в скверах – 144 шт. (61,0 %). Менее декоративными признаны насаждения на территории магистралей: 135 экземпляров

имеют оценку 1 балл. Наименее декоративными на всех группах территорий являются экземпляры жимолости татарской. Липа мелколистная во всех условиях произрастания имеет все оценки степени декоративности.

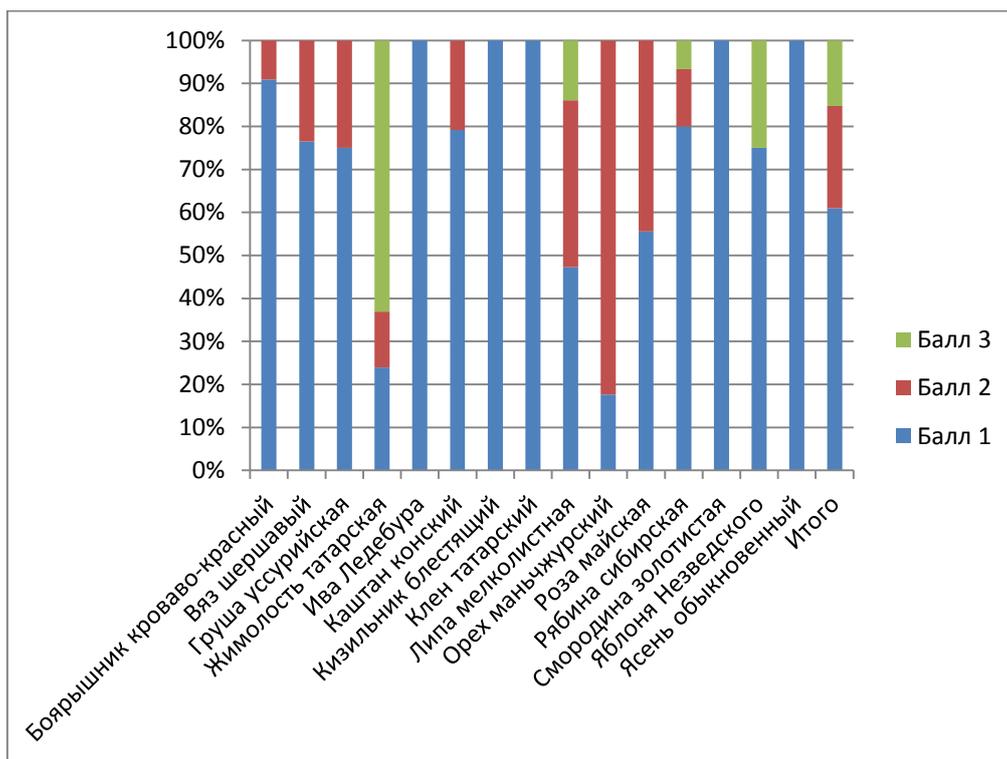


Рис. 3. Распределение экземпляров интродуцентов по оценке декоративности на территории скверов

Таким образом, облик городских посадок Красноярска может быть значительно обогащен путем введения новых видов древесных растений, сохраняющих стабильно высокую декоративность в условиях техногенной нагрузки разной интенсивности.

### Литература

1. Грачев В.А. Экологический дозор // Промышленные страницы Сибири. – 2008. – № 20. – С.7–12.
2. Ставникова Л.В., Степень Р.А. Относительная опасность воздействия основных вредных компонентов выбросов автотранспорта на здоровье // Непрерывное экологическое образование и экологические проблемы. – Красноярск, 2009. – С. 235–238.
3. Яновский Л.Н., Моисеев В.С. Ландшафтная таксация лесов пригородных зон. – Л.: Изд-во ЛТА, 1985. – 48 с.



К БИОЛОГИИ КАНДЫКА СИБИРСКОГО (*ERYTHRONIUM SIBIRICUM* (LILIACEAE))

Представлены результаты изучения морфогенеза у *Erythronium sibiricum* монголо-сибирского ареала. Определен S биоморфа и тип нарастания побега в условиях интродукции. Проанализированы особенности жизненного цикла побегов и органогенез. Дана характеристика фенотипической изменчивости *E. sibiricum* в природе и культуре.

**Ключевые слова:** *Erythronium sibiricum*, эфемероид, онтогенез, биоморфология, интродукция, Западная Сибирь.

L.L. Sedelnikova

ABOUT SIBERIAN DOGTOOTH VIOLET (*ERYTHRONIUM SIBIRICUM* (LILIACEAE)) BIOLOGY

The morphogenesis study results of the *Erythronium sibiricum* in the Mongolian-Siberian area are given. The biomorph S and the shoot growth type under introduction conditions are determined. The shoot life cycle peculiarities and organogenesis are analyzed. The characteristics of *E. sibiricum* phenotypical variability in the nature and culture are given.

**Key words:** *Erythronium sibiricum*, ephemeroide, ontogenesis, bio-morphology, introduction, Western Siberia.

**Введение.** Введение в культуру дикорастущих видов природной флоры Западной Сибири способствует выявлению биоморфологических признаков, необходимых для диагностики возрастных состояний. Одним из представителей природной флоры региона Сибири является кандык сибирский – *Erythronium sibiricum* (Fischer et Meyer) Krylov (*Liliaceae*), который издавна рекомендуется как декоративное растение и используется в культуре [Зубкус 1956, 1965]. Он морозоустойчив, обладает высокой адаптационной способностью. Имеются сведения об анатомо-биологических особенностях, фенотипической изменчивости, развитии зародышевого мешка этого вида [Скакунов 1974, 1977; Шорина, Куклина, 1976; Зубкус, Седельникова 1977; Седельникова 1995, 2002, 2008, 2010; Степанов, Стасова, 2011]. Однако морфологическая структура побеговой системы *E. sibiricum*, онтогенетические возрастные состояния и внутривидовая изменчивость требуют некоторых уточнений. Это послужило основанием для выполнения данной работы.

**Цель исследований.** Изучение особенностей морфогенеза *E. sibiricum* в условиях интродукции для возможностей использования возрастных признаков и отбора особей в естественных местообитаниях вида.

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнена в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск). Опытные растения выращивали на интродукционном участке лаборатории декоративных растений (2002–2012 гг.), в окрестностях березово-осинового леса, расположенного в юго-восточном районе лесостепной Приобской агроклиматической провинции. Ранее (1975–1980 гг.) кандык сибирский привезен луковицами и семенами из окрестностей с. Протопопово Томской области. В 2010–2012 гг. материал собран из разных популяций Кемеровской, Томской, Новосибирской областей и Горного Алтая. Онтогенетические состояния *E. sibiricum* изучали в соответствии с концепцией дискретного описания индивидуального развития, разработанной Т.А. Работновым (1950), и шкалой периодизации онтогенеза, разработанной А.А. Урановым (1975) и его последователями [Ценопопуляции ..., 1976]. Этапы органогенеза определяли по Ф.М. Куперману (1977). Морфологическое описание растений сделано согласно общепринятой терминологии [Жмылев и др., 1993]. Статистическая обработка проведена по [Доспехов, 1979], с помощью компьютерной программы Excel.

**Результаты и их обсуждение.** На основании типизации онтогенеза [Уранов, 1975; Ценопопуляции ..., 1976] у особей *E. sibiricum* нами выделено четыре периода – латентный (*sm*), прегенеративный (*V*), генеративный (*G*), постгенеративный, или сенильный (*S*). Определены диагнозы и описано двенадцать возрастных состояний: 1 – проростка (*p*), 2 – ювенильное (*j*), 3 – имматурное (*im*), 4 – молодое виргинильное (*v1*), 5 – сравнительно молодое виргинильное (*v2*), 6 – средневозрастное виргинильное (*v3*), 7 – взрослое виргинильное (*v4*), 8 –

скрытогенеративное ( $g_0$ ), 9 – молодое генеративное ( $g_1$ ), 10 – средневозрастное генеративное ( $g_2$ ), 11 – взрослое генеративное ( $g_3$ ), 12 – субсенильное ( $ss$ ). В условиях интродукции такие данные получены впервые.

**Латентный период** представлен состоянием первичного покоя в виде семени ( $sm$ ). Физиологический покой семени составляет 12–13 мес. Семена имеют недифференцированный зародыш, для прорастания которого необходима длительная холодная стратификация ( $+3-6^0$  С) в течение 4–5 месяцев сразу после сбора. Масса свежесобранных 100 шт. семян 1,78–1,97 г. При подзимнем посеве стратифицированных семян (последняя декада сентября) их всхожесть отмечена в первой–второй декадах мая. Наличие недифференцированного зародыша у *E. sibiricum* – один из адаптивных признаков семян этого вида к летнему вынужденному периоду покоя.

**Прегенеративный период** довольно длительный и составляет пять лет. Длительность надземного развития побега 25–40 дней. Проросток ( $pl$ ) первого года имеет главный корень. Тип прорастания семян – надземный. Семядоли – примитивного типа, так как задерживают свой кончик в семенной кожуре. Выявлены начальные стадии превращения кончика семядоли в гаусторию. Средняя часть семядоли зародыша и проростка, расположенная между влагалищем и гаусторием, является в первый год жизни особи ассимилирующей. Влагалище семядоли разрастается вертикально вниз. При этом главный (первичный) корень занимает боковое положение и образуется вырост в виде “шпоры”, в который углубляется терминальная почка, что характерно для особей этого возрастного состояния. Ювенильные ( $j$ ) особи имеют один ассимилирующий нитевидный лист длиной от 3,0–4,5 см, без черешка. В период летнего покоя формируется молодая луковича (0,75 см  $\pm$  0,3 см), которая состоит из запасующей и покровной (остатки нижней части семядольного листа) чешуи и терминальной почки в вегетативном состоянии. К осени в области донца закладываются корни.

На второй год у особи развитие идет довольно быстро. За 20–30 дней она проходит два возрастных состояния: имматурное ( $im$ ) и молодое виргинильное ( $v1$ ). У имматурных особей формируется срединный ассимилирующий лист овально-продолговатой формы, и его длина в 1,5–2 больше раза по сравнению с ювенильными особями. Луковича – с двумя чешуями и хорошо выраженной шпорой, которая образована сросшимся влагалищем ассимилирующего листа. У луковичи один–два пучка придаточных корней, ориентированных по одной вертикальной линии. К концу надземного периода особи второго года жизни имеют листовую пластинку овальной формы от 3,0 до 4,0 см длины и от 2,0 до 3,5 ширины. Это состояние выделено нами как молодое виргинильное ( $v1$ ).

Для сравнительно молодых особей третьего года жизни ( $v2$ ) характерно развитие листовой пластинки от 4,5 до 5,0 см и ее черешка 8–10 см. Форма листа овальная, с 5–7 жилками. Надземная вегетация составляет около 25–30 дней. Луковича удлиняется в размере 2–2,5 см. Она имеет покровную чешую бледно-желтого цвета, которая охватывает ее полностью только в нижней части. Под ней расположена тонкая прозрачная белая чешуя, оставшаяся от предыдущей луковичи. Внутренняя чешуя – запасующая. Чешуи в нижней части сросшиеся в одну и имеют туникатный тип. Придаточные корни длиной 1,5–2,0 см расположены в области донца луковичи и средней ее части. У отдельных особей формируется в базальной части донца членик корневища.

На четвертый год особи среднего виргинильного состояния ( $v3$ ) имели площадь надземной листовой пластинки в два раза больше по сравнению с особями второго года жизни. Лист овально-продолговатой формы до яйцевидной, длина черешка листа составляла 9,7–11,0 см. Рост и развитие луковичи выражено сильнее, питательная чешуя толстая и мясистая, внутри ее формируется терминальный вегетативный побег будущего года. Луковича от 2,5 до 3,5 см длины и 0,7–1,0 см ширины, с двумя–тремя корневищами.

Морфологические отличия особей пятого года жизни ( $v4$ ) визуальными значительно отличаются от предыдущих лет. Листовая пластинка крупная: 10–15 см длины, 5–6 см ширины, с 11–12 параллельными жилками. Лист от овально-эллиптической до округлой формы. Длина черешка от 10,5 до 15,0 см. Луковича состоит из трех чешуй: запасующей, тонкой прозрачной пленчатой и покровной светло-коричневого цвета. Сформировано два–три коротких корневища разных лет генераций. Продолжительность надземной жизни пятилетней особи в 2–2,5 раза больше по сравнению с особями предыдущих возрастных состояний. К концу июня фотосинтетическая активность листовой пластинки слабеет и она прекращает функционировать. Наступает ежегодный летний вынужденный покой. В период летнего покоя (июль) у главного верхушечного побега материнской луковичи впервые закладываются первый–второй лист и генеративный побег. Особь

переходит в скрытое генеративное состояние (g<sub>0</sub>). Нарастание материнского побега в течение пяти лет моноподиальное (рис. 1).

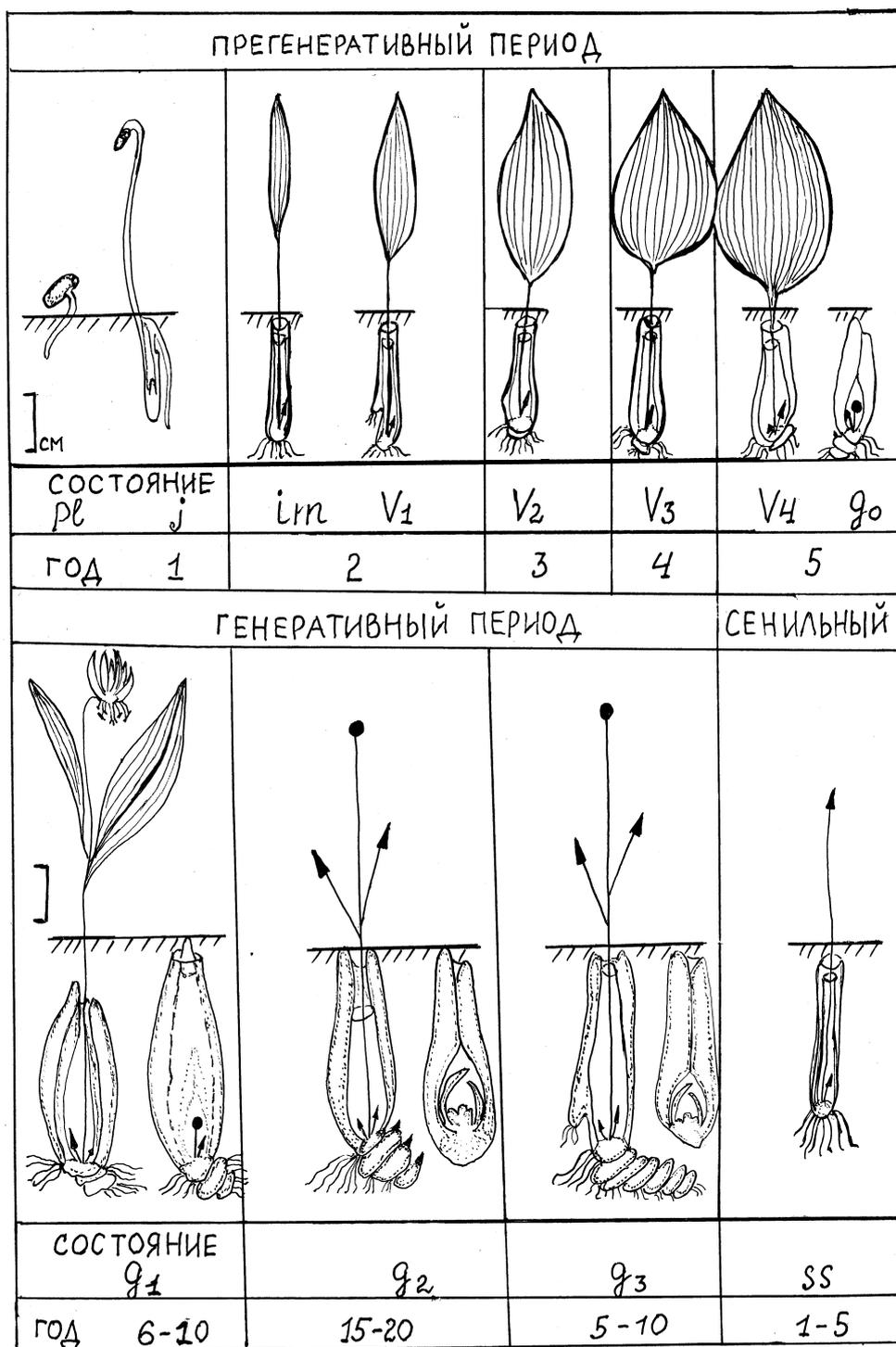


Рис. 1. Возрастные состояния *Erythronium sibiricum*

**Генеративный период** наступает на шестой год. У материнской особи впервые сформирован надземный удлинённый генеративный побег с двумя листовыми пластинками. Это визуальный диагностический признак для этого возрастного (g<sub>1</sub>) молодого генеративного состояния. Моноподиальное нарастание годичного побега, которое продолжалось в течение всего прегенеративного периода, сменяется на симподиальное. Первый и последующие монокарпические побеги возобновления формируются в базальной части

луковицы. С возрастом скелетная ось побега нарастает путем перевершинивания и представляет собой уже симподий, состоящий из многолетних частей нескольких побегов замещения. Нарастание акросимподиальное. Междоузлия у многолетних побегов, которые ежегодно возобновляются, очень короткие и представляют собой членики донца – остатки луковицы предыдущих лет генераций, которые с возрастом накапливаются и представляют собой короткое корневище. Генеративный период довольно длительный и в условиях интродукции при хорошем агрофоне может длиться 30–35 лет. При снижении агрофона этот период сокращается на 10–15 лет. Молодое генеративное ( $g_1$ ) состояние в условиях интродукции, по нашим данным, продолжается 6–10 лет. В этот период происходит медленное нарастание биомассы надземных и подземных органов. Причем на почвах богатых гумусом луковица нарастает весом 25–30 г и ее размер составляет в высоту 5–6 см, ширину 1,5–2,0 см. Среднее генеративное ( $g_2$ ) состояние длится 15–20 лет. Особи только визуально отличаются от молодых генеративных растений. Листовая пластинка у двух листьев более мощная. Первый лист эллиптический по форме, второй продолговатый. Листья супротивные, сформированы на стебле. Цветок 3–4 см, с толстой цветоножкой. Взрослые особи генеративного ( $g_3$ ) состояния наблюдали в условиях природных местообитаний *E. sibiricum* в популяциях Кемеровской области в районе КАЗа и Шерегеш. Причем в природных условиях обнаружены особи с тремя листовыми пластинками, что практически не наблюдали в условиях культуры. Луковица у таких особей имела 1–3 детки, плотно прилегающих к материнской, у которой визуально хорошо выражено короткое корневище 2–3 см, с 5–7 члениками и более. Луковица имеет ассиметричное строение. Побег возобновления ежегодно проходит малый жизненный цикл развития.

**Субсенильное (ss)** состояние в условиях природы при массовом проективном покрытии *E. sibiricum* нами не отмечено. Интродукционное испытание показало, что при сильном задержании почвы со слабовыраженной структурой состояние посадок *E. sibiricum* постепенно становится удовлетворительным. Посадка луковиц (1973–1975 гг.) вдоль еловых аллей у главного корпуса ЦСБС существовала до середины 90-х годов. На интродукционном участке в местах естественного массива отмечены в 2010–2012 гг. отдельные цветущие экземпляры. В сенильном состоянии особи не цветут, семенное размножение отсутствует, вегетативное возобновление практически слабо выражено. Сенильные особи *E. sibiricum* постепенно вырождаются, происходит доминирование естественного травостоя, луковицы поражаются грызунами, так как в них содержатся крахмал и сахара. Большой жизненный цикл материнской особи кандыка сибирского в среднем продолжается 35–40 лет.

**Фазы морфогенеза:** 1 – фаза одноосного первичного моноподиальной системы розеточного побега с замещающейся луковицей (pl, j); 2 – фаза одноосного первичного моноподиальной системы розеточного побега с замещающейся луковицей и члениками корневищ (im, V1–V4); 3 – фаза симподиальной системы полурозеточных генеративных побегов с замещающимися луковицами и члениками корневищ (go-g1-g2-g3); 4 – вторично одиночный вегетативный побег с одиночной луковицей (ss).

**Органогенез.** Органообразовательный процесс у *E. sibiricum* нами изучен впервые. Установлено, что конус нарастания главного (материнского) побега от прорастания семени (I этап органогенеза) по вегетацию пятого года жизни находится на II этапе органогенеза (59–60 мес.). Нарастание вегетативного верхушечного главного побега моноподиальное. Особи этого возраста формируют один ассимилирующий лист.

Внутрипочечное изменение в побеге материнской особи происходит в период летнего покоя луковицы (июль) пятого года жизни. У побега формируется два зачаточных листа. Далее апикальная часть конуса нарастания материнского побега удлиняется, дифференцирует генеративные органы и переходит на III этап органогенеза (продолжительность 20–25 дней). Для IV этапа органогенеза характерно формирование на оси соцветия долей околоцветника первого круга (10–15 дней). На V–VI этапах органогенеза закладываются лепестки второго круга (16–20 дней). Перед зимним покоем (сентябрь) в луковице сформированы все органы цветка, женский и мужской гаметофит (VII–VIII этапы). Особь зимует в скрытогенеративном состоянии (go) и переходит на шестой год жизни, его продолжительность составляет 233–284 дня. Весной развивается надземный генеративный побег, наступает цветение (IX этап), отцветание (X этап) и плодоношение (XII этап органогенеза), продолжительность – 30–45 дней.

Схема малых циклов развития побегов возобновления (1, 2, 3 ...n) представлена на рисунке 2. Побег возобновления закладывается в базальной части замещающейся луковицы (май – начало июня) у основания предшествующего монокарпического побега еще за два года до надземного развития. В течение малого жизненного цикла он развивается подземно 21–24 месяца, из них одна половина этого периода идет на формирование вегетативных, вторая – генеративных органов. В целом продолжительность малого жизненного цикла побега возобновления составляет три года и более, так как после надземного отмирания базаль-

ная часть побега существует еще некоторое время подземно в виде членика корневища. Установлено, что внутривеушное и внеушное развитие главного (материнского) вегетативного побега составляет пять-шесть лет, а последующих вегетативно-генеративных побегов возобновления в 2,5 раза меньше. При этом продолжительность этапов органогенеза (с III по XII) в главном и побеге возобновления у взрослой особи одинакова.

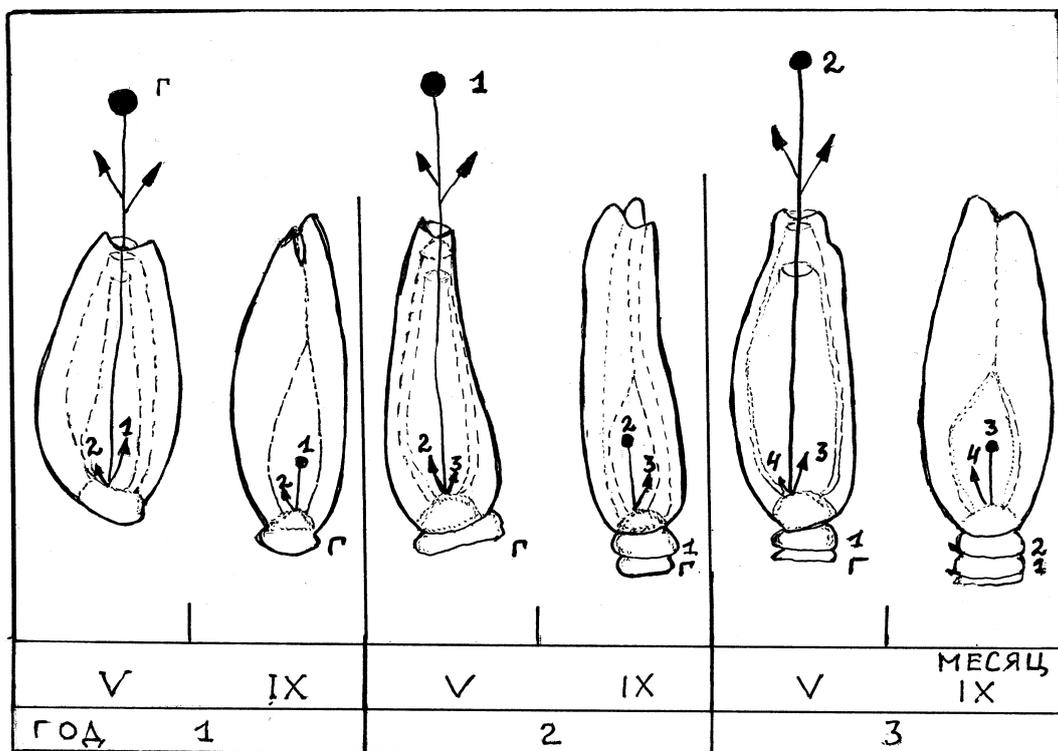


Рис. 2. Схема малых циклов побега возобновления *Erythronium sibiricum*: Г – главный побег; 1–4 – последовательные побеги возобновления

**Сезонный ритм** *E. sibiricum*, по классификации И.В. Борисовой (1965), относится к весеннецветущим коротковегетирующим эфемероидам. По многолетним данным, в условиях Новосибирска бутонизация наступает в III декаде апреля, цветение в I–II декадах мая. Продолжительность вегетации короткая (1,5–2 мес.), за этот период он проходит все фенологические фазы развития, присущие для цветковых растений, и уходит в летний относительный покой. Вид относится к рангу холодовыносливых растений, так как устойчив к непродолжительным ранневесенним заморозкам, которые часто бывают в Сибири (минус 10–15° С). Смена фенологических фаз происходит очень быстро. Отрастание и начало цветения наблюдали при переходе среднесуточных температур через плюс 5° С и сумме устойчивых положительных температур при 21–249° С. По-видимому, исторически сложившийся феноритмотип у мезофита *E. sibiricum*, для развития которого присуща мезотермность, в процессе эволюции сформировал адаптивные признаки уже с ранних этапов онтогенеза и органогенеза, т.е. с начала формирования женского и мужского гаметофита до плодоношения. Биологический потенциал и приспособление к крайне специфическим условиям практически выражены в течение всего жизненного цикла, что особенно выражено в наличии двух периодов относительного покоя (летнем и зимнем), при длительном периоде внутривеушного формирования вегетативных и генеративных органов.

**Нарастание побега** в генеративном периоде – акросимподиальное. Монокарпический побег безрозеточный, облиственный, короткий, закрытый. У *E. sibiricum* – симподиальная полурозеточная, с безрозеточным генеративным побегом модель побегообразования.

**Биоморфа** *E. sibiricum* еще в середине 70-х годов прошлого века отнесена Г.В. Скакуновым (1974, 1976) к корневищно-луковичным геофитам, на что многие ботаники ранее не обратили внимание. Позднее нами [Седельникова, 1995, 2002, 2010] было установлено, что у *E. sibiricum* корневище закладывается путем вычленения из годичной замещающейся луковички нижней ее части-донца, которое не отмирает, а функцио-

нирует с новой луковицей. Корневище состоит из 3–6 разновозрастных члеников междоузлий, которые особенно выражены у особой генеративного периода (рис. 3). Таким образом, у взрослой особи происходит ежегодное нарастание одного членика междоузлия со стороны новой луковицы и отмирание с противоположной стороны. Годичный членик корневища – это укороченная часть побега. Таким образом, формируется короткое утолщенное корневище. На членике корневища закладывается спящая (пазушная) почка, которая продолжительный период может находиться в состоянии относительного покоя, но при благоприятном агрофоне из нее развивается виргинильная особь. Эта жизненная форма достаточно редкая и молодая в филогенетическом отношении среди луковичных растений.



Рис. 3. Биоморфа *Erythronium sibiricum* с луковицами и коротким корневищем

Размножение у *E. sibiricum* вегетативное и семенное. Семенная продуктивность изменяется в зависимости от погодных условий периода вегетации, а также возрастной изменчивости. Число семязачатков от 10 до 45 шт. В условиях интродукции семена завязываются во все вегетационные периоды, но в сухие (2012 г.) их формируется в два раза меньше. Коэффициент биологической продуктивности 0,70–0,95. Отмечено, что в природных популяциях Кемеровской области, где *E. sibiricum* ведет себя как ранневесенний эдификатор, семенная продуктивность в 2–3 раза выше.

Луковица многолетняя, относится к типу ежегодно возобновляемых, от яйцевидно-продолговатой до конической формы, которая зависит от условий питания, глубины залегания, возраста. Апикальная часть луковицы всегда имеет остроконечную верхушку, с верхним и нижним зубчиком запасующих чешуй и засохшим остатком генеративного побега. Базальная часть несимметрично утолщена и образует донце. Коэффициент вегетативного размножения очень низкий, так как в ежегодно возобновляемой луковице практически не закладывается придаточная почка, а если и закладывается, то продолжительный период находится в спящем состоянии. Дочерние луковицы чаще формируются путем развития адвентивных почек на члениках корневищ. С возрастом развивается вегетативный клон из 3–5 луковиц и корневищ (см. рис. 3), что наблюдали в природных популяциях в Кемеровской области в районе Каз и Шерегеш.

**Фенотипическая изменчивость.** В условиях лесостепной зоны Западной Сибири исследованы особи естественных местообитаний из: 1 – Томской (окрестности с. Протопопово, Аникино, Заварзино), 2 – Кемеровской (п. Листвяги, Осинники, Тайжино, Каз, Шерегеш), 3 – Новосибирской (с. Верх-Ики) областей, 4 – Горного Алтая (п. Турочак, Камлак). Образцы из Полярно-альпийского ботанического сада (г. Кировск) в условиях Новосибирска цветут на 8–12 дней позднее по сравнению с особями из Томской, Новосибирской и Новокузнецкой популяций. В природных местообитаниях у кандыка сибирского ранее отмечен широкий спектр фенотипической изменчивости морфологических признаков и сделаны прогнозы [Скакунов, 1977]. Нами описаны формы рыльца: от трех – до шестираздельного с короткими и длинными лопастями (рис. 4, а).

Форма долей околоцветника с заостренной и овальной верхушкой: овально-продолговатая по всей длине, с расширением в средней либо нижней части; продолговато-коническая; узкоконическая (рис. 4, б). Форма пятна: зубчатая, линейная, копьевидно-зубчатая, копьевидно-дугообразная, серповидная, ромбовидная. Пятно расположено в 1/3 части от основания лепестка, разной тональности – от светло-вишневого до темно-вишневого, со светло-зеленой, белой, желтой штриховкой. Форма цветка: цикламеновидная с широкими, средними и узкими лепестками и долями околоцветника, расположенными поочередно вверх и вниз; чашевидная и лилиевидная с лепестками, направленными у одних цветков вверх, у других вниз; поникающая и непоникающая (рис. 4, в). Окраска цветка малиновая, светло-малиновая, темно-малиновая, бордовая, розовая, лилово-розовая, светло-розовая, фиолетово-розовая с различными оттенками, в природе встречаются белоцветковые формы (Каз). Цветок – поникающей или непоникающей формы.

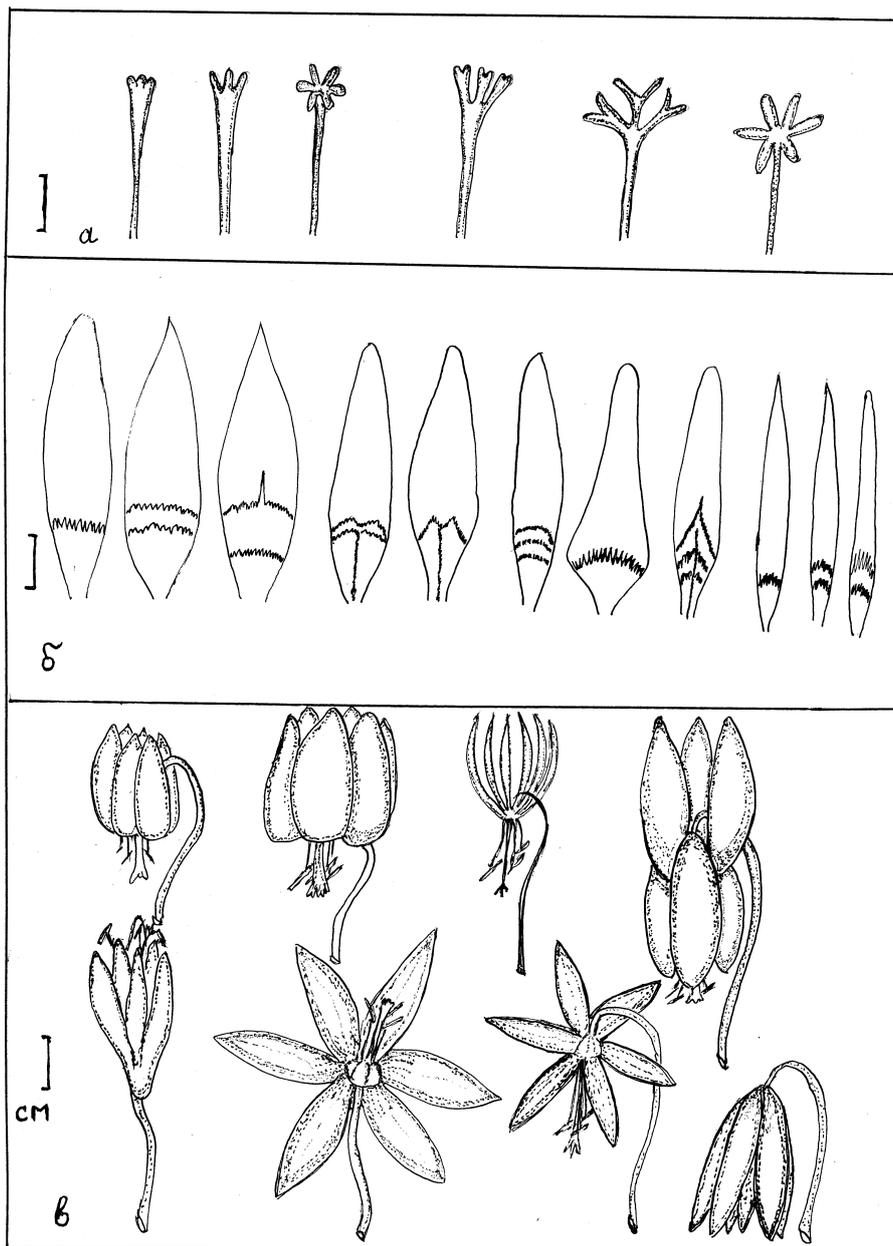


Рис. 4. Фенотипическая изменчивость *Erythronium sibiricum*

Кандык сибирский имеет первичное мезофитное происхождение, для которого ксерофитность представляет вторичное явление. Признак однолетней, ежегодно замещающейся луковицы, которая одновременно служит как запасующий и вегетативный орган, с сочетанием многолетнего корневища в эволюцион-

ном плане является молодым по происхождению. Такие геофиты, на наш взгляд, имеют высокую адаптационную способность и выживаемость не только во влажных, но и аридных условиях местообитания. Сохранение этого вида при введении в культуру дает возможности для селекционных исследований.

### Выводы

1. *E. sibiricum* – коротко корневищно-луковичный геофит, с ежегодно замещающейся луковицей.
2. В онтогенезе *E. sibiricum* выделено 4 периода и 12 возрастных состояний. Продолжительность жизни материнского побега от семени до цветения составляет 69–72 месяца, побега возобновления – 30–36 месяцев, включая внутривидовое и надземное развитие.
3. Внутривидовая изменчивость фенотипических признаков *E. sibiricum* расширяет их гомологические ряды.

### Литература

1. Борисова И.В. Ритмы развития степных растений и зональных типов степной растительности Центрального Казахстана // Биология и экология целинных растений районов Казахстана: тр. БИН АН СССР. Геоботаника. – М.; Л., 1965. – Сер. 3, Вып. 17. – С. 64–99.
2. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
3. Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карлухина Е.А. Основные термины и понятия современной биоморфологии растений. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 147 с.
4. Зубкус Л.П. Некоторые особенности роста и развития кандыка сибирского – *Erythronium sibiricum* (Fischer et Mey. Kryl.) в природе. // Тр. Бот.сада Западно-Сибирского филиала АН СССР. – 1956. – Вып. 1. – С. 33–38.
5. Зубкус Л.П. Дикорастущие травянистые растения Западной Сибири, пути их изучения и введения в культуру // Растительные ресурсы Сибири, Урала и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, 1965. – С. 359–364.
6. Зубкус Л.П., Седельникова Л.Л. Анатомо-морфологические особенности ювенильно-виргинильных растений кандыка сибирского // Декоративные растения и их интродукция в Западную Сибирь. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 55–72.
7. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высш. шк., 1977. – 288 с.
8. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. – М.; Л., 1950. – Сер. 3, Вып. 6. – С. 71–11.
9. Скакунов Г.В. К познанию запасующих подземных органов кандыка сибирского // Экология. – 1974. – №1. – С. 34–40.
10. Скакунов Г.В. Изменчивость кандыка сибирского в природе // Декоративные растения и их интродукция в Западную Сибирь. – Новосибирск: Наука. – 1977. – С. 76–87.
11. Седельникова Л.Л. Кандык сибирский в природе и культуре // Проблемы изучения растительного покрова Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1995. – С. 122–123.
12. Седельникова Л.Л. Биоморфология геофитов в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 2002. – 307 с.
13. Седельникова Л.Л. Развитие зародышевого мешка у кандыка сибирского // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2008. – № 7. – С. 35–41.
14. Седельникова Л.Л. Морфогенез кандыка сибирского в условиях интродукции // Ботанические сады. Проблемы интродукции: тр. ТГУ. – 2010. – Сер. Биол. – Т. 274. – С. 338–341.
15. Степанов Н.В., Стасова В.В. О новом таксоне рода Кандык (*Erythronium* – *Liliaceae*) из Западного Саяна // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 8. – С. 58–63.
16. Шорина Н.И., Куклина А.Г. К биологии кандыка // Бюл. ГБС. – 1976. – Вып. 102. – С. 88–95.
17. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М.: Наука, 1976.
18. Уранов А.А. Возрастной спектр фитопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. наука. – 1975. – №2. – С. 7–34.

## ПЛОТНОСТЬ ЗЕРНА КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА И ЕГО ЗАВИСИМОСТЬ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ И ГЕНОТИПА ЯЧМЕНЯ

*Экспериментально определена величина плотности зерна 24 образцов пленчатого ярового ячменя сибирской селекции, как основного показателя при определении пищевой ценности ячменя. Показано влияние агроклиматических факторов и генотипа на значения плотности образцов ячменя.*

**Ключевые слова:** ячмень, зерно, твердость, плотность, относительное поглощение воды, генотип, условия выращивания.

*A.V. Sumina, V.I. Polonskiy*

## GRAIN DENSITY AS THE QUALITY ALTERNATIVE INDICATOR AND ITS DEPENDENCE ON BARLEY GROWING CONDITIONS AND GENOTYPE

*The grain density value of 24 samples of Siberian selection scarious spring barley as the main indicator in determining the barley nutritional value is experimentally determined. The influence of agro-climatic factors and genotype on the barley sample density values is shown.*

**Key words:** barley, grain, hardness, density, water relative absorption, genotype, growing conditions.

До середины XIX века ячмень был важным продуктом питания людей во многих странах мира. С появлением высококачественных пищевых изделий из пшеницы и риса эта зерновая культура отошла на второй план. Сегодня ячмень возвращает утраченные позиции: проводятся исследования по выведению сортов с высокими пищевыми качествами, модернизируются технологии производства пищевых продуктов из зерна ячменя.

К зерну ячменя пищевого направления предъявляется ряд требований, одним из основных при этом является твердость эндосперма. Это связано с технологическим процессом изготовления крупы или муки, перед дальнейшей обработкой с зерновки удаляют оболочку и, если возникает необходимость, дробят ее. Время, затраченное на эти процессы, напрямую связано именно с твердостью зерна. Поэтому с увеличением интереса к использованию ячменя в различных продуктах питания, требующего более интенсивной и сложной обработки, возникла необходимость в зерне ячменя определенной твердости.

Экспериментально было найдено, что показатель твердости зерновок злаков в значительной степени обусловлен уровнем адгезии между гранулами крахмала и белковым матриксом в эндосперме [1]. Как правило, твердые сорта используются для получения муки и круп, тогда как сорта пивоваренного направления являются мягкими.

Общепринято, что твердость зерна ячменя, оцененная в показателях энергии, затраченной для проведения его помола, в значительной степени влияет на его качество и отрицательно связана с объемом водного экстракта ячменя и модификацией эндосперма [2]. Дело в том, что на твердость зерновок ячменя, кроме содержания белка в зерне, оказывают существенное влияние компоненты клеточных стенок эндосперма – бета-глюканы и арабиноксиланы. Найдена сильная положительная связь между содержанием этих веществ в зерне – с одной стороны и показателем твердости зерен ячменя – с другой [3, 4]. Наблюдаемый эффект может быть обусловлен различием в толщине клеточных стенок эндосперма у линий ячменя, различающихся по уровню бета-глюканов [5].

По данным Г.П. Фокса с коллегами [6], твердость зерен ячменя в основном связана с двумя факторами – внешними условиями, при которых происходило формирование, созревание зерна, и с генотипом (сортом). Полученные учеными результаты свидетельствуют о влиянии условий выращивания ячменя на содержание белка, что в свою очередь сопровождается изменением твердости зерна. Существующая зависимость данного физического показателя от генотипа, по мнению этих авторов, делает возможным для селекционеров выведение сортов с очень твердыми либо очень мягкими зерновками.

По-видимому, твердость зерновок не связана с их абсолютной массой. Это может следовать из данных литературы о несущественном различии относительного поглощения воды разными по массе зерновка-

ми ячменя в течение первых 10 часов набухания [7]. Скорость поглощения воды зерновками закономерно возрастает при увеличении температуры, что показано в модельных опытах [8].

Для прогноза качества зерна на практике применяется сортовой показатель, связанный с измерением физической твердости зерновок [9]. Обычно величину твердости зерновок ячменя определяют, используя прибор для исследования характеристик отдельных зерен – SKCS 4100, Perten Instruments Inc. IL [10]. Кроме того, в скрининге зерен на признак твердости может применяться метод измерения отражения лучей в ближней инфракрасной области спектра [11]. Но, к сожалению, все указанные методы являются лабораторными, и их использование в полевых условиях не представляется возможным.

Вместе с тем из курса общей физики известно, что показатель твердости тела прямо пропорционален его плотности. То есть эти понятия условно взаимозаменяемые. Таким образом, говоря о высокой плотности зерна ячменя, можно предполагать и его высокую твердость. В отличие от твердости, измерение плотности не представляет большого труда и материальных затрат и может быть выполнено оперативно. При этом, что особенно важно для практики, не происходит разрушения зерна, и оно может быть использовано в дальнейшей работе селекционера.

**Цель данного исследования** заключалась в определении показателя плотности у 24 образцов ячменя сибирской селекции и взаимосвязи этого параметра с условиями выращивания растений и генотипом.

**Материалы и методы исследований.** В качестве объекта исследования использовались образцы ярового пленчатого ячменя (*Hordeum vulgare L.*), выращенного в 2008–2011 годах по паровому предшественнику в Емельяновском районе Красноярского края (ОПХ Минино), а также в 2010–2011 годах на территории Бейского и Алтайского районов (Республика Хакасия). В работе использовали 24 образца ячменя, которые были любезно предоставлены сотрудниками лаборатории селекции серых хлебов Красноярского НИИСХ СО РАСХН.

Измерение плотности производили путем деления массы зерна (навеска около 10 г, точность измерения 0,01 г) на его объем. Для определения объема данную навеску зерна помещали в мерную пробирку с водой (цена деления 0,2 мл, температура воды 20°C). По разнице конечного и начального объемов воды в пробирке рассчитывали объем зерна. Общая относительная ошибка измерения плотности зерна не превышала 2,1%.

Параллельно этой операции определяли относительное поглощение воды зерном по методике, использованной в работе Дж. Гэмлэта с коллегами [4], в которой была найдена сильная корреляция между относительным поглощением воды зерном ячменя и показателем его физической твердости. Образцы взвешивали (навеска 100 г, точность измерения 0,1 г) и помещали в марлевых мешочках в отстоянную водопроводную воду при 18°C на 21 час (с 9-часовым перерывом нахождения на воздухе). После этой процедуры зерно помещали между двух слоев фильтровальной бумаги для удаления избытка воды с поверхности. Операцию повторяли до полного удаления влаги. Затем зерно взвешивали и вычисляли относительное количество поглощенной воды. Каждый образец был проанализирован в трехкратной повторности.

Статистическая обработка результатов была произведена с помощью программы обработки данных полевого опыта Field Expert v1.3 Pro [12] и Microsoft Excel 2003.

Районы проведения исследования различались как по метеорологическим, так и по почвенным условиям. В Емельяновском районе (Красноярский край) почвы представлены обыкновенным маломощным и среднемощным черноземами с проявлением эрозионных процессов и содержанием гумуса 4,2 %, реакция почвенного раствора pH – 6,2. Для участка в Алтайском районе характерны обыкновенные черноземы с низким содержанием гумуса – 2,6 % и нейтральной pH – 7,1. Почва в Бейском районе – обыкновенный чернозем, содержание гумуса 3,8%, pH близко к нейтральной – 7,3.

Метеорологические условия в вышеуказанных географических точках различались по обеспеченности осадками и режимам среднесуточных температур. Наиболее благоприятный режим сочетания температуры и осадков в течение вегетационного периода сложился в Алтайском районе в 2011 году. Несмотря на то что в 2010 году рост и развитие основных фаз проходили при оптимальном режиме среднесуточных температур, в период закладки колоса (июнь) и налива зерна (август) отмечалось недостаточное количество осадков, что являлось барьером для оптимального созревания зерна.

**Результаты исследований и их обсуждение.** С целью экспериментального доказательства тождественности показателя твердости и плотности зерна ячменя были проведены исследования по методике Дж. Гэмлэта и др. [4], в результате которых была установлена достоверная отрицательная корреляция между

относительным поглощением воды и твердостью зерна. В наших исследованиях вместо твердости использовался параметр плотности, который определялся параллельно относительному поглощению воды.

Полученные результаты представлены в таблице 1. Можно видеть наличие достоверной отрицательной связи показателя плотности зерна и относительного поглощения им воды, как по годам, так и по пунктам исследования. Из этого можно заключить о схожести параметров твердости и плотности, что позволяет использовать последнюю величину в качестве альтернативного показателя при оценке качества зерна ячменя пищевого направления.

Таблица 1

**Связь между величиной плотности зерна и поглощением им воды у образцов ячменя, выращиваемых в разные годы и в трех различных почвенно-климатических условиях**

Год	Значения коэффициента корреляции между плотностью зерна и поглощением воды			
	Емельяновский район	Бейский район	Алтайский район	Среднее по годам
2008	- 0,593±0,172*	-	-	-
2009	- 0,549±0,178*	-	-	-
2010	- 0,633±0,165*	- 0,506±0,184*	- 0,583±0,174*	- 0,574±0,175*
2011	- 0,699±0,152*	- 0,501±0,184*	- 0,679±0,156*	- 0,626±0,166*
Среднее по местам	- 0,619±0,168*	- 0,504±0,184*	- 0,631±0,165*	-

\*Значение коэффициента корреляции достоверно при  $P \leq 0,05$ .

Влияние фактора «год» на плотность зерновки исследуемых образцов ячменя представлено в таблице 2. Можно видеть, что средние значения этого параметра достоверно различаются по годам. При этом наиболее благоприятные климатические условия для формирования плотной зерновки сложились в 2008 году ( $1,22 \pm 0,01$ ), а наименее – в 2010 году ( $1,15 \pm 0,02$ ). Образцы Г 19921, А 5552 и Рикотензе 4783 имеют по годам относительно стабильную плотность. Максимальная амплитуда колебания значений этого показателя по годам отмечается у сортов Нутанс 4765, СП 44, Партнер.

Исходя из того, что образцы с высокой плотностью обладают лучшими пищевыми качествами, можно выделить ряд образцов, перспективных в этом направлении, имеющих максимальные значения плотности по двум и более годам: Г 19921 (2008–2010 гг.), Г 20752 (2008–2009 гг.), Буян (2009–2010 гг.), А 5554 (2010–2011 гг.), КМ 564 (2008–2009 гг.).

Рассматривая средние значения коэффициента вариации, можно сделать вывод, что фактор «год» оказывает чуть более значимое влияние на плотность зерновки, чем «генотип».

Таблица 2

**Плотность зерна различных образцов ячменя в зависимости от года выращивания в условиях ОПХ «Минино» Емельяновского района**

Образец	Плотность зерна, г/см <sup>3</sup>				Амплитуда колебания признака по годам	Коэффициент вариации по годам, %
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.		
1	2	3	4	5	6	7
Бархатный	1,18	1,13	1,11	1,33	0,22	8,3
Ача	-	1,16	1,23	1,18	0,07	3,0
Паллидум 4727	1,18	1,21	1,24	1,05	0,19	2,8
Г 19921	1,26*	1,25	1,25	1,18	0,08	3,0
Симон	1,23	1,16	1,04	1,25	0,21	8,1
Г 20487	1,25	1,17	1,13	-	0,12	5,2

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
А 5552	-	1,14	1,11	1,11	0,03	1,5
Паллидум 4759	1,23	1,11	1,00	1,02	0,23	9,6
Г 20752	1,25	1,25	1,18	1,06	0,19	7,6
Буян	-	1,19	1,29	1,06	0,23	10,1
Г 18619	1,18	1,16	1,17	1,08	0,10	4,3
Г 19589	1,21	1,16	1,23	1,28	0,12	4,1
Партнер	-	1,18	1,07	1,33	0,26	10,9
Медикум 4771	1,19	1,11	1,04	1,18	0,15	6,2
Омский 96	1,24	1,18	1,2	1,15	0,09	3,3
Соболек	-	1,11	1,14	1,08	0,06	2,7
Рикотензе4783	1,17	1,17	1,18	-	0,01	0,5
Красноярский 80	1,26	1,11	1,11	-	0,15	7,8
А 5554	-	1,18	1,25	1,33	0,15	6,4
Витим	1,21	1,12	1,2	1,11	0,1	4,5
Нутанс 4765	-	1,14	1,06	1,38	0,32	14,3
Дыгын	1,16	1,11	1,28	1,19	0,17	6,0
СП 44	-	1,14	1,00	1,31	0,17	13,9
Км 564	1,24	1,25	1,10	1,17	0,15	5,9
Среднее	1,22±0,01	1,16±0,01	1,15±0,02	1,18±0,02	0,15±0,02 а**	6,2±0,7а
Амплитуда колебания признака у генотипов	0,1	0,14	0,29	0,36	0,22±0,12 а	-
Коэффициент вариации у генотипов, %	2,8	3,8	7,6	9,3	-	5,9±1,5 а

Здесь и далее. \*Полужирным выделено по 5 образцов с максимальным значением плотности зерна за каждый год. \*\* Значения средних в колонках с разными буквами различаются существенно при  $P \leq 0,05$ .

В таблицах 3 и 4 представлены данные по плотности зерна в зависимости от пункта исследования. Можно видеть, что средний показатель плотности в 2011 году был выше, чем в 2010 году:  $1,24 \pm 0,03$  и  $1,16 \pm 0,02$  соответственно. Образцы Г 19921 и А 5554 имели стабильно высокие значения этого показателя в течение двух лет и по двум пунктам изучения. Последнее свидетельствует о достаточно высокой степени влияния генотипа этих линий на плотность зерновки.

Ряд образцов имеют высокие значения плотности в течение одного вегетационного периода в двух географических точках. В 2010 году это касалось образцов Паллидум 4727, Г 20487 и Буян, в 2011 году к таковым принадлежали сорта Бархатный, Партнер и образец Нутанс 4765.

Таблица 3

**Плотность зерна различных образцов ячменя в зависимости от географического места выращивания в 2010 году**

Образец	Плотность зерна, г/см <sup>3</sup>			Амплитуда колебания признака по местам	Коэффициент вариации по местам, %
	Емельяновский район	Бейский район	Алтайский район		
1	2	3	4	5	6
Бархатный	1,11	1,00	1,18	0,18	8,2
Ача	1,23	1,18	1,14	0,09	3,8
Паллидум 4727	1,24	1,47	1,10	0,37	15,0
Г 19921	1,25	1,45	1,21	0,24	10,0
Симон	1,04	1,04	1,06	0,02	1,0

1	2	3	4	5	6
Г 20487	1,13	<b>1,28</b>	<b>1,33</b>	0,20	8,0
А 5552	1,11	1,13	1,13	0,02	1,0
Паллидум 4759	1,00	1,03	1,08	0,08	3,8
Г 20752	1,18	1,23	<b>1,33</b>	0,15	6,4
Буян	<b>1,29</b>	<b>1,5</b>	1,22	0,28	11,2
Г 18619	1,17	1,14	<b>1,33</b>	0,19	8,3
Г 19589	1,23	1,18	1,14	0,09	3,8
Партнер	1,07	1,03	1,02	0,05	2,9
Медикум 4771	1,04	1,14	<b>1,28</b>	0,24	10,4
Омский 96	1,20	1,18	<b>1,28</b>	0,10	4,1
Соболек	1,14	1,03	1,13	0,11	5,4
Рикотен4783	1,18	<b>1,27</b>	1,20	0,09	4,1
Красноярский 80	1,11	<b>1,08</b>	1,00	0,11	5,7
А 5554	<b>1,25</b>	1,05	<b>1,28</b>	0,23	10,5
Витим	1,2	1,08	1,03	0,17	8,2
Нутанс 4765	1,06	1,05	1,02	0,04	2,0
Дыгын	<b>1,28</b>	1,21	1,14	0,14	5,8
СП 44	1,00	1,15	1,02	0,15	7,5
Км 564	1,10	1,23	1,27	0,17	7,5
Среднее	1,15±0,02	1,17±0,03	1,16±0,02	0,15±0,02 а**	6,4±0,7 а
Амплитуда колебания признака у генотипов	0,29	0,5	0,31	0,37±0,07 б	-
Коэффициент вариации у генотипов, %	7,6	12	9,5	-	9,7±1,3 б

Таблица 4

Плотность зерна различных образцов ячменя в зависимости от географического места выращивания в 2011 году

Образец	Плотность зерна, г/см <sup>3</sup>			Амплитуда колебания признака по местам	Коэффициент вариации по местам, %
	Емельяновский район	Бейский район	Алтайский район		
1	2	3	4	5	6
Бархатный	1,33	<b>1,93</b>	<b>1,45</b>	0,60	15,3
Ача	1,18	1,28	1,16	0,10	4,1
Паллидум 4727	1,05	<b>1,65</b>	1,02	0,63	22,0
Г 19921	1,18	<b>1,6</b>	<b>1,19</b>	0,42	13,9
Симон	1,25	1,19	1,18	0,07	2,4
Г 20487	-	1,34	1,09	0,25	10,3
А 5552	1,11	1,47	1,18	0,36	11,5
Паллидум 4759	1,02	1,09	1,11	0,09	3,3
Г 20752	1,06	1,26	<b>1,11</b>	0,20	6,8
Буян	1,06	1,36	1,12	0,30	10,2
Г 18619	1,08	1,35	1,16	0,27	8,5
Г 19589	1,28	1,05	1,14	0,23	7,1

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6
Партнер	1,33	1,66	1,26	0,40	11,5
Медикум 4771	1,18	1,97	1,18	0,79	24,3
Омский 96	1,15	1,05	1,09	0,1	3,2
Соболек	1,08	1,13	1,09	0,05	1,8
Рикотензе 4783	-	1,25	1,34	0,09	3,5
Красноярский 80	-	1,37	1,15	0,22	8,7
А 5554	1,33	1,34	1,37	0,04	1,2
Витим	1,11	1,17	1,15	0,06	1,9
Нутанс 4765	1,38	1,24	1,28	0,14	4,1
Дыгын	1,19	1,54	1,19	0,35	11,9
СП 44	1,31	1,13	1,24	0,18	5,3
Км 564	1,17	1,32	1,19	0,15	5,1
Среднее	1,18±0,02	1,36±0,05	1,19±0,03	0,25±0,01 а**	8,2±0,7 а
Амплитуда колебания признака у генотипов	0,36	0,92	0,43	0,57±0,13 б	-
Коэффициент вариации у генотипов, %	7,6	13,9	5,9	-	9,1±1,8 а

Методом дисперсионного анализа было установлено, что наибольший вклад в формирование плотности зерновки исследуемых образцов вносит взаимодействие факторов «год × пункт выращивания», на долю которых приходится 32%. Отдельно факторы «пункт выращивания», «год» и «генотип» оказывают практически равнозначное влияние, численно соответствующее значению  $10 \pm 1,6\%$ .

Таким образом, в результате исследования экспериментально подтверждена возможность использования плотности как альтернативного критерия оценки пищевых качеств зерна ячменя. При этом можно отметить достаточно высокий уровень вариативности плотности исследуемых образцов ячменя как по генотипам, так и по годам, что может являться определенным барьером при выращивании сортов с заданными пищевыми характеристиками.

### Литература

1. Starch granule associated proteins in barley and wheat / H.F. Darlington, L. Tecsí, N. Harris [et al.] // Journal of Cereal Science. – 2000. – 31. – P. 21–29.
2. Swanston J.S. Effects on barley grain size, texture and modification during malting associated with three genes on chromosome 1 // Journal of Cereal Science. – 1995. – 22: 157–161.
3. Henry R.J. A comparative study of the total  $\beta$ -glucan content of some Australian barleys. Australian Journal of Experimental Agriculture. – 1985. – 25: 424–427.
4. Gamlath J., Aldred G.P., Panozzo J.F. Barley (1-3; 1-4)- $\beta$ -glucan and arabinoxylan content are related to kernel hardness and water uptake // Journal of Cereal Science. – 2008. – 47: 365–371.
5. Chemical composition and microstructure of two naked waxy barleys / A.A.M. Andersson, R. Andersson, K. Autio [et al.] // Journal of Cereal Science. – 1999. – 30: 183–191.
6. Measurement of genetic and environmental variation in barley (*Hordeum vulgare*) grain hardness / G.P. Fox, B. Osborne, J. Bowman // Journal of Cereal Science. – 2007. – 46: 82–92.
7. Water during germination of barley / D. Davidson, M.A. Eastman, J.E. Thomas [et al.] // Plant Science Letters. – 1976. – 6: 223–230.
8. Modeling water uptake in a cereal grain during soaking / M. Bello, M.P. Tolaba, R.J. Aguerre [et al.] // Journal of Food Engineering. – 2010. – 97: 95–100.

9. A rapid test for the prediction of malting quality of barley / M.J. Allison, I. Cowe, R. McHale [et al.] // Journal of the Institute of Brewing. – 1976. – 82: 166–167.
10. Composition and molecular structure of polysaccharides released from barley endosperm cell walls by sequential extraction with water, malt enzymes, and alkali / A. Lazaridou, T. Chornick, C.G. Biliaderis [et al.] // Journal of Cereal Science. – 2008. – 48: 304–318.
11. Nielsen J.P. Evaluation of malting barley quality using exploratory data analysis. II. The use of kernel hardness and image analysis as screening methods // Journal of Cereal Science. – 2003. – 38: 247–255.
12. Акимов Д.Н. Программа обработки данных полевого опыта FieldExpert v1.3 Pro.



УДК 630.23

Е.А. Усова

### СЕМЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ АБРИКОСА МАНЬЧЖУРСКОГО И БАРБАРИСА АМУРСКОГО В ДЕНДРАРИИ СибГТУ

*В работе отражена изменчивость сеянцев абрикоса маньчжурского и барбариса амурского. Проведен сравнительный анализ сеянцев, выращенных из семян экземпляров, отобраных по биометрическим показателям. Выделены особи, отличающиеся по высоте, диаметру ствола.*

**Ключевые слова:** абрикос, барбарис, семенное размножение, сеянцы, высота, диаметр.

E.A. Usova

### SEED REPRODUCTION OF MANCHURIAN APRICOT AND AMUR BARBERRY IN THE SIBERIAN STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY ARBORETUM

*The seedling variability of Manchurian apricot and Amur barberry is reflected in the article. The comparative analysis of the seedlings grown from specimen seeds that were selected on biometric indices is conducted. The specimens that differ on height and trunk diameter are revealed.*

**Key words:** apricot, barberry, seed reproduction, seedlings, height, diameter.

---

**Введение.** На основе селекционной оценки можно сохранить и размножить семенным путем ценные экземпляры, учитывая, что в ряду семенных поколений происходит появление перспективных форм, приспособленных к новым условиям существования, что указывает на значимость маточного фонда плодовых и декоративных растений. Семенное размножение интродуцентов является предпочтительным, поскольку закрепление адаптивных признаков, появляющихся у отдельных особей, может происходить только в семенных поколениях [1–3]. В связи с этим изучение семенной продуктивности интродуцированных растений является очень важным.

**Цель и задачи исследований.** Провести сравнительный анализ изменчивости пятилетних сеянцев абрикоса маньчжурского и барбариса амурского, выращенных из семян отобраных экземпляров в дендрарии СибГТУ. Выделить наиболее перспективные особи.

**Методы и результаты исследований.** Среди маточных деревьев абрикоса маньчжурского по высоте отобран экземпляр В196-3, по урожайности – Д8076-1. Семена с отобраных особей были посеяны в дендрарии осенью 2007 года.

Среди экземпляров барбариса амурского выделены маточные особи В436-1, А642-1, отличающиеся хорошим ростом и плодоношением, высота их на 42,5 % больше в сравнении с другими особями, диаметр ствола – на 23%.

Высота пятилетних сеянцев абрикоса маньчжурского варьировала от 80,0 до 131,0 см при средних значениях 96,6–112,9 см (табл.). Большую высоту имело потомство материнского экземпляра Д1875-1 (в среднем выше на 20 %). Изменчивость в пределах семей по высоте и диаметру стволика – от низкой до

средней. Худшие показатели по высоте и диаметру стволика отмечены в семье С1-3, что подтверждено t-критерием.

### Биометрические показатели сеянцев

Вид	min	max	$\bar{x}$	$\pm m$	V, %	$t_{\phi}$
Высота, см						
Абрикос маньчжурский (Д1875-1)	98,0	131,0	112,9	2,41	11,7	4,78
Абрикос маньчжурский (С1-3)	80,0	120,0	96,6	2,41	13,6	
Барбарис амурский (В50-1)	15,0	30,0	22,1	0,84	20,8	1,73
Барбарис амурский (С47-1)	18,0	35,0	24,4	1,03	23,1	
Диаметр стволика, см						
Абрикос маньчжурский (Д1875-1)	6,7	11,3	8,4	0,29	19,4	4,0
Абрикос маньчжурский (С1-3)	5,6	8,3	7,1	0,14	10,8	
Барбарис амурский (В50-1)	0,3	0,8	0,5	0,29	33,8	0,22
Барбарис амурский (С47-1)	0,4	1,0	0,6	0,35	30,5	

Сеянцы барбариса амурского в пятилетнем возрасте имели среднюю высоту 22,1–24,4 см. Средняя высота и диаметр стволика сравниваемых семей достоверно не отличаются, но варьирование по высоте и диаметру в пределах обеих семей очень высокое (30,5–33,8 %).

**Выводы.** Таким образом, был проведен сравнительный анализ сеянцев, выращенных из семян экзепляров, отселектированных по биометрическим показателям и плодоношению. В пределах семей выделены особи, отличающиеся по высоте, диаметру стволика, что позволяет вести отбор экзепляров по изучаемым признакам.

### Литература

1. Курдюк А.М. Некоторые вопросы семеноводства интродуцированных в УССР деревьев и кустарников // Роль ботанических садов в рациональном использовании и воспроизводстве растительных ресурсов. – Ташкент, 1990. – С. 59–60.
2. Некрасов В.И. Изменчивость семян и сеянцев в интродукционных популяциях робинии псевдоакации // Лесоведение. – 1991. – № 4. – С. 92–96.
3. Тяк Г.В. Рост и развитие сеянцев брусники в условиях культуры // Тр. 1-й Всерос. конф. по ботаническому ресурсоведению. – СПб., 1996. – С. 144–145.



## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА ПОЛЕВУЮ ВСХОЖЕСТЬ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ БУРЯТИИ

*В статье представлены результаты исследования влияния сроков посева суданской травы на ее урожайность.*

*Установлено, что полевая всхожесть суданской травы находится в прямой зависимости от влажности и температуры почвы. Лучшие условия для прорастания семян этой культуры в сухостепной зоне Бурятии создаются при посеве 30 июня и 10 июля.*

**Ключевые слова:** суданская трава, сроки посева, температура почвы, влажность почвы, полевая всхожесть, урожай зеленой массы, Бурятия.

S.N. Shapsovich, N.B. Mardvayev

## THE SOIL TEMPERATURE AND MOISTURE INFLUENCE ON SUDANGRASS FIELD GERMINATION IN BURYATIA DRY-STEPPE ZONE

*The research results of Sudan grass sowing term influence on its crop capacity are presented in the article.*

*It is established that Sudan grass field germination is in direct dependence on soil moisture and temperature. The best conditions for this culture seed germination in the Buryatia dry-steppe zone are created at sowing on June, 30 and on July, 10.*

**Key words:** Sudan grass, sowing terms, soil temperature, soil moisture, field germination, green mass yield, Buryatia.

**Введение.** В Бурятии основной отраслью сельскохозяйственного производства является животноводство. Основная задача растениеводства – создание его кормовой базы. Технология полевого кормопроизводства должна исходить прежде всего из особенностей почвенно-климатических условий республики.

В прошлом веке происходила успешная интродукция на территорию Забайкалья новых кормовых культур, но в основном это были влаголюбивые растения, такие как рапс и редька масличная [1]. Посев этих культур производился с расчетом на использование максимума осадков второй половины лета – 60–70% годовых [2]. За последние годы климат региона стал более засушливым. В связи с этим возникла необходимость в интродукции более засухоустойчивых культур, в том числе просовидных. Наряду с просом одной из наиболее перспективных для условий Забайкалья кормовых культур является суданская трава. Она сочетает высокие кормовые достоинства с засухоустойчивостью [3].

По данным Э.В. Климовой [4] в условиях Забайкалья многие культуры дают низкую полевую всхожесть. На полевую всхожесть суданской травы могут существенно влиять температура почвы и ее влажность [5].

### Цели исследования

1. Определить показатели температуры и влажности каштановой почвы в зависимости от сроков посева суданской травы.
2. Изучить влияние влажности и температуры почвы в слое 0-10 см на полевую всхожесть семян этой культуры.
3. Установить влияние полевой всхожести суданской травы на урожайность зеленой массы.

### Задачи исследования

1. Показать влияние сроков посева суданской травы на ее урожайность.
2. Предложить производству оптимальные сроки посева суданской травы для сухостепной зоны Бурятии.

**Условия и методы исследования.** Исследования в форме полевых опытов проводились в центральной подзоне сухостепной зоны республики Бурятия. Почва опытного участка каштановая мучнисто-карбонатная, характерная для сухостепной зоны республики. Содержание гумуса в пахотном слое – 1,2%. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной. Содержание основных элементов питания в пахотном горизонте: общего азота – 0,15–0,16%, подвижных форм фосфора – 13,5–18,5 мг, обменного калия – 8,5–9,5 мг на 100 г почвы (по Чирикову).

Гидротермические условия 2000 г. были контрастными по месяцам. ГТК в мае и июне составил 0,11 и 0,15, что характеризует их как крайне засушливые. Июль и август характеризовались как увлажненные – ГТК – 1,60 и 1,06 соответственно. В целом, средняя температура воздуха за вегетационный период была выше средней нормы на 3,1°C. Условия 2001 г. отличались лучшим уровнем увлажнения – ГТК вегетационного периода составил 1,24. Средняя температура воздуха за вегетационный период составила 15,7°C, при норме 12,7°C. Июнь, август и сентябрь 2002 г. были очень засушливыми – ГТК составил 0,21, 0,47 и 0,33 соответственно. Средняя температура за вегетационный период была наивысшей за годы исследований – 16,1°C, или на 2,8°C выше средней многолетней.

Объектом исследований служила суданская трава сорта Туран 2.

Она высевалась сплошным рядовым способом с шириной междурядий 15 см. Норма высева 2 млн. всхожих семян/га.

Опыты закладывались в четырехкратной повторности. Площадь опытной деланки 25 м<sup>2</sup>, учет со всей площади деланки. Глубина заделки семян 4–5 см. Под предпосевную культивацию вносили удобрения в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> /га.

Экспериментальная работа выполнялась в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса [5] и методикой полевого опыта Б.А. Доспехова [2]. Корреляционный анализ проводился в программе Snedecor: Mcor (множественные корреляции).

**Результаты исследования.** Влажность почвы в слое 0-10 см варьировала в зависимости от весенних запасов влаги, а также количества и сроков выпадения осадков (рис.1).

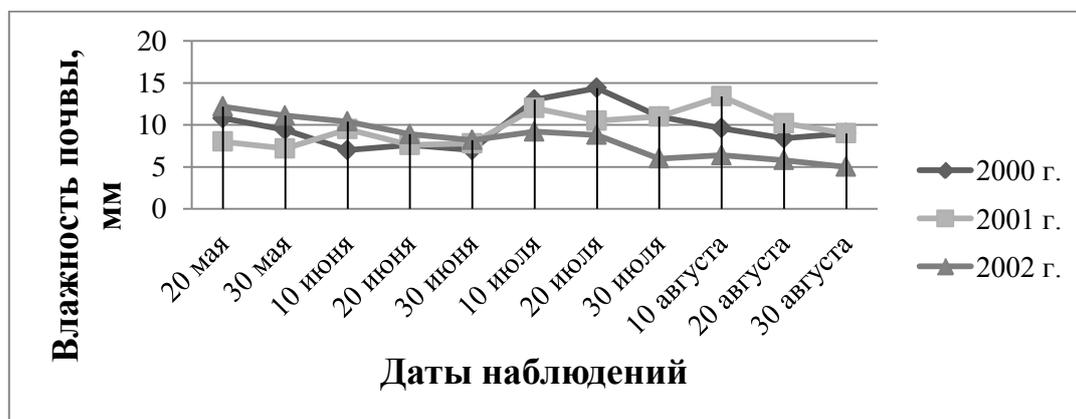


Рис. 1. Динамика влажности почвы в слое 0-10 см

В те же сроки измеряли температуру почвы (рис. 2).

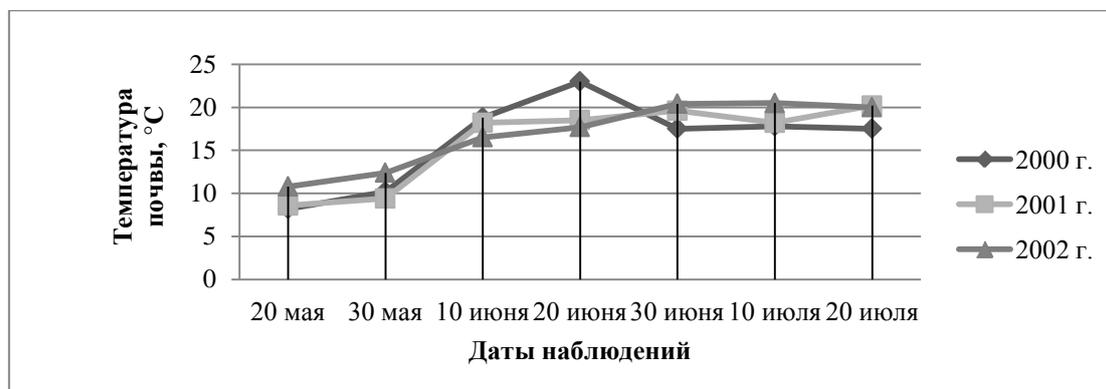


Рис. 2. Динамика среднесуточной температуры почвы в слое 0-10 см

Полевая всхожесть семян в 2000 году определялась в основном наличием почвенной влаги в слое 0-10 см. Исключение составлял первый срок посева – 20 мая, когда влаги в слое почвы 0-10 см было достаточно (76% НВ) для прорастания семян. В этот период температура почвы не достигла оптимальных значений, поэтому полевая всхожесть была низкой – 48% (табл.1).

Таблица 1

**Влияние сроков посева суданской травы сорта Туран 2 на полевую всхожесть семян, %**

Вариант (срок посева)	2000 г.	2001 г.	2002 г.	В сред. за 3 года
1 – 20 мая	48	45	52	48
2 – 30 мая	65	62	64	64
3 – 10 июня	50	65	52	56
4 – 20 июня	64	61	56	60
5 – 30 июня	71	69	65	68
6 – 10 июля	65	67	69	67
7 – 20 июля	62	64	65	64

К посеву 30 мая температура почвы повысилась до 10,2°С, а содержание влаги было оптимальным для ее прорастания – 66% НВ. Известно, что оптимальная влажность почвы для прорастания семян суданской травы находится в диапазоне 50–70% НВ [7]. В этих условиях наблюдалось повышение полевой всхожести культуры на 17%. На всхожесть посевов суданской травы 10 июня оказало влияние отсутствие продуктивной влаги в слое почвы 0-10 см, тогда как в основных зонах возделывания суданской травы, на полевую всхожесть оказывает влияние термический режим почвы [6]. В наших исследованиях при оптимальных для прорастания температурах наблюдалось снижение полевой всхожести до 50%. Семена поздних сроков посева использовали июльские осадки и высокие температуры, их полевая всхожесть была относительно высокой (62–71%). Самая высокая полевая всхожесть отмечена при посеве 30 июня.

В условиях 2001 года полевая всхожесть суданской травы также существенно повышалась от первого ко второму сроку майского посева. Хорошее увлажнение почвы в первой декаде июня в сочетании с высокими температурами привело к повышению полевой всхожести суданской травы до 65%. В дальнейшем всхожесть колебалась по срокам посева от 61 до 69%. Лучшие показатели всхожести также отмечены при посеве 30 июня.

Период прорастания семян суданской травы майских сроков посева 2002 года проходил в довольно благоприятных условиях. Температура почвы достигала 10,8–12,4°С, а содержание влаги в 0-10 см слое – 53–56% НВ. Полевая всхожесть составила 52 и 64%. Засушливый июнь привел к существенному увеличению этого периода при посеве 10 и 20 июня с одновременным снижением полевой всхожести суданской травы. Полевая всхожесть существенно повысилась при посеве 30 июня, произведённом перед июльскими осадками. Максимальных значений полевая всхожесть достигла при сроке посева 10 июля – 69%.

Средние данные за три года исследований показывают, что в условиях сухостепной зоны Бурятии наиболее высокую полевую всхожесть семян суданской травы обеспечивают посевы 30 июня и 10 июля. Семена этих сроков посева отличаются хорошей полевой всхожестью благодаря тому, что они используют осадки середины лета, и благоприятному термическому режиму данного периода.

Корреляционный анализ данных наблюдений показал сильную прямую множественную связь между температурой и влажностью почвы в слое 0-10 см в период посева и полевой всхожестью семян суданской травы: в 2000 г. –  $R = 0,916 \pm 0,026$ , в 2001 г. –  $R = 0,714 \pm 0,074$ , и среднюю в 2002 г. –  $R = 0,477 \pm 0,158$ .

Учет урожая зеленой массы суданской травы при различных сроках посева производился по достижению растениями фазы выметывания.

В 2000 году уровень урожая зеленой массы суданской травы был самым высоким за годы проведения исследований (табл. 2).

Урожай зеленой массы суданской травы, т/га

Вариант (срок посева)	2000 г.	2001 г.	2002 г.	В сред. за 3 года
1 – 20 мая	12,6	6,1	7,5	8,7
2 – 30 мая	11,5	6,8	7,1	8,5
3 – 10 июня	11,3	8,8	4,5	8,2
4 – 20 июня	19,9	11,9	5,1	12,3
5 – 30 июня	18,6	11,1	6,5	12,0
6 – 10 июля	18,2	9,9	6,8	11,6
7 – 20 июля	13,9	6,3	6,3	8,8
НСР <sub>05</sub>	1,0	0,8	1,0	

В этом году самые низкие урожаи зеленой массы получены при посеве с 20 мая по 10 июня. При сроках посева с 20 июня по 10 июля наблюдался существенный рост урожаев зеленой массы (на 44,4–76,1%). Здесь сказалось благоприятное сочетание высокой температуры почвы и выпадения осадков в первой и второй декадах июля. Посев 20 июля привел к уменьшению урожая зелёной массы в связи со снижением среднесуточных температур. В результате действия неблагоприятных климатических факторов начала вегетации 2001 года суданская трава при ранних сроках посева сформировала низкие урожаи зеленой массы – 6,1–6,8 т/га. Максимальные урожаи зеленой массы были достигнуты при посеве 20 и 30 июня. Июльские сроки посева привели к весьма существенному снижению урожая – на 12,1% и 76,2%. В 2002 году к первому сроку посева почва опытного участка прогрелась до 10,8°C. Майские осадки, превысили средние многолетние в 2,5 раза. Растения сформировали относительно высокие урожаи зеленой массы – 7,5–7,1 т/га. За июнь выпало 12,8 мм осадков против 46,2 мм по норме. Урожай зеленой массы по срокам посева 10 и 20 июня был существенно ниже – 4,5–5,1 т/га. Июльские осадки привели к повышению содержания почвенной влаги до 65 % НВ. Посевы, произведенные в период 30 июня – 20 июля сформировали 6,3–6,8 т/га зеленой массы.

Корреляционная связь между всхожестью и урожаем зеленой массы суданской травы в 2000 году средняя прямая –  $r = 0,346 \pm 0,031$ , сильная прямая в 2001 году –  $r = 0,698 \pm 0,019$  и в 2002 г. –  $r = 0,830 \pm 0,098$ . Следовательно, что в годы с менее интенсивным ростом суданской травы, зависимость урожая ее зеленой массы от полевой всхожести возрастает.

### Выводы

1. Полевая всхожесть суданской травы находится в прямой зависимости от влажности и температуры 0-10 см слоя почвы и изменяется по срокам посева от 48 до 68%.
2. В среднем за три года исследований более высокая полевая всхожесть семян суданской травы отмечена при сроках посева 30 июня и 10 июля – 68 и 67%.
3. Наибольшую урожайность зеленой массы обеспечили посевы суданской травы сорта Туран 2 в сроки с 20 июня по 10 июля – 11,6–12,3 т/га.
4. В системе зеленого конвейера сухостепной зоны Бурятии посев суданской травы можно осуществлять в различные сроки, начиная с 20 мая и заканчивая 20 июля с целью получения кормов с первой декады июля до начала сентября.

### Литература

1. Дьяченко В.В. Основные результаты изучения суданской травы в Брянской ГСХА // Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК: сб. мат-лов Междунар. науч. конф. аспирантов и молодых ученых. – Брянск, 2008. – С. 15–20.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 192 с.
3. Емельянов А.М. Особенности технологии возделывания кормовых культур в сухой степи Бурятии // Кормопроизводство. – 2007. – № 3. – С. 18–20.
4. Климова Э.В. Полевые культуры Забайкалья. – Чита: Поиск, 2001. – 408 с.

5. Методические указания по проведению опытов с кормовыми культурами. – М.: Изд-во ВНИИ кормов им. В.Р.Вильямса, 1987. – 198 с.
6. Тютюнников А.И. Однолетние кормовые травы. – М.: Россельхозиздат, 1973. – 200 с.
7. Шатилов И.С. Биологические основы полевого травосеяния в центральных районах Нечерноземной зоны. – М.: Изд-во ТСХА, 1969. – 186 с.



УДК 58.009

И.Ф. Шаяхметов, Р.А. Сейдафаров

### АДАПТАЦИЯ ПОДРОСТА ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ ВИРГИНИЛЬНОГО ВОЗРАСТА К ПЕССИМАЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ ПРОИЗРАСТАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПАВЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)

*Изучены особенности естественного возобновления и индивидуального развития подроста липы мелколистной виргинильного возраста в условиях водоохранно-защитных лесов Павловского водохранилища.*

*Установлено, что в экстремальных лесорастительных условиях Павловского водохранилища липа мелколистная формирует ксилоризому, что способствует выживанию под пологом леса и является условием сохранения способности к дальнейшему развитию при улучшении условий произрастания.*

**Ключевые слова:** липа мелколистная, водоохранно-защитные леса, подрост, виргинильный возраст, ксилоризома, ортотропный побег, плагиотропный побег.

I.F. Shayakhmetov, R.A. Seydafarov

### THE UNDERGROWTH ADAPTATIONS OF VIRGINAL AGE TILLET TO THE PESSIMAL GROWTH CONDITIONS (ON THE EXAMPLE OF PAVLOV RESERVOIR)

*The peculiarities of the natural regeneration and individual development of virginal age tillet (*Tilia cordata*) undergrowth in the Pavlov reservoir water-protective forests are studied.*

*It is determined that tillet (*Tilia cordata*) generates xylorhizome in the extreme forest conditions of Pavlov reservoir that promotes the survival under the forest canopy and is a condition of maintaining the ability to further development when improving growth conditions.*

**Key words:** tillet (*Tilia cordata*), water-protective forests, undergrowth, virginal age, xylorhizome, orthotropic sprout, plagiotropic sprout.

---

**Введение.** Водоохранно-защитные леса Павловского водохранилища представляют собой сложный породный состав, имеют большое водоохранное и почвозащитное значение. В связи с этим роль широколиственных пород в лесовозобновительных процессах в хвойно-широколиственных лесах немаловажна и заслуживает особого внимания. Представленность данного района сложной совокупностью типов лесорастительных условий (ЛРУ) делает район исследования удобным для изучения особенностей естественного возобновления широколиственных пород, в том числе липы мелколистной, в различных типах леса [3, 12].

Подрост широколиственных древесных видов при произрастании под пологом древостоя может различаться многообразием жизненных форм, их переходами и календарными возрастами. Последовательная смена новообразований и реализация различных путей онтогенеза широколиственных пород рассматривается как поливариантность (мультивариантность) индивидуального развития. Вопросы поливариантности онтогенеза подробно изучались, но остаются до сих пор актуальными [2, 5].

Виргинильный возраст является этапом онтогенеза, в ходе которого в основном формируются адаптации к условиям произрастания [1, 10]. Материалы, отраженные в статье, позволяют осветить малоизвестные аспекты в подпологовом естественном возобновлении, динамике формирования и онтогенезе липы мелколистной в естественных пессимальных экологических условиях. Результаты исследования позволяют раскрыть особенности развития данного вида на начальных этапах онтогенеза и более полно рассмотреть возможности его индивидуального развития.

Обобщение результатов исследований дополняет систему знаний о подпологовом возобновлении и развитии липы мелколистной и может быть использовано в качестве теоретической базы для разработки системы мероприятий по содействию ее естественному возобновлению.

**Район, объект и методика исследования.** Исследование особенностей естественного возобновления и индивидуального развития подроста липы мелколистной проводилось в водоохранно-защитных лесах Павловского водохранилища, расположенного в долине реки Уфы и образованного плотиной Павловской ГЭС.

Верховья и среднее течение расположены в Караидельском районе Республики Башкортостан, нижняя часть – между Благовещенским и Нуримановским районами республики.

Изучение подпологового возобновления проводилось методом закладки пробных площадей и обследования насаждений [10, 11]. Пробные площади по 0,25 га закладывались в различных типах ЛРУ. В пределах каждой пробной площади для учета количества мелкого подроста закладывалось по 100 учетных площадок площадью 0,5 м<sup>2</sup>. Крупный подрост (высотой более 0,5 м) учитывался на 30 площадках площадью 4 м<sup>2</sup>. На заложенных пробных площадях измерялась высота подроста и учитывался его биологический возраст.

Для анализа высотно-возрастной структуры подрост объединялся по двухлетним возрастным группам, для которых подсчитывалась средняя высота.

Отбор образцов с пробных площадей производился с учетом степени освещенности произрастания, которые были подразделены на открытые, средnezатененные и затененные. Определение освещенности было выполнено в полуденные (12–14) часы люксметром типа Ю-17 (Россия). В различных подпологовых условиях освещенность изменяется от 0,5 до 1,5 тыс. люкс в затененных, от 1,5 до 15 тыс. люкс в средnezатененных и от 15 до 50 тыс. люкс в открытых условиях произрастания [11].

**Результаты исследования.** Липа мелколистная по сравнению с другими широколиственными породами характеризуется эвритопностью. Находясь на восточном пределе своего ареала, липа мелколистная представлена насаждениями семенного или вегетативного происхождения практически во всех типах ЛРУ.

Несмотря на столь широкую распространенность липы, подрост вегетативного происхождения преобладает над семенным. Поэтому в онтогенезе липы целесообразно разделять отдельно семенной и вегетативный ряд [5–7, 13–15]. Отметим, что эти два ряда взаимосвязаны друг с другом.

Из всех рассмотренных типов леса подрост липы семенного происхождения представлен только в трех: ельнике-пихтаче крупнопоротниково-снытевом, пихтаче-ельнике хвощово-кислично-снытевом и сосняке липняково-зеленомошном.

Переход в виргинильное возрастное (следующее после всходов и ювенильного возрастного состояния) состояние характеризуется следующими качественными преобразованиями. Первое – образование боковых побегов. Второе – начало формирования кроны и, соответственно, перестройка структуры верхних листьев от теневых к световым. Третье – начало очищения стволика от боковых ветвей и формирование коры.

Начало интенсивного роста в этой возрастной группе предшествует началу появления боковых осей. Другими словами, боковые побеги – зачатки будущей кроны. Максимальная длина погребенной части стволика в этой возрастной подгруппе липы равна 30 см, а максимальный возраст погребенной части – 14 лет. Средний возраст стволика, погребенного и укоренившегося, составил 6 лет, а его средняя длина 11,8 см.

В благоприятных условиях произрастания подрост липы переходит из первой возрастной подгруппы в другую в 15–16 лет, редкие экземпляры в 11–12 лет. У такого подроста средний годовой прирост достигает 6–7 см. На одном подиуме годичного побега количество листьев не превышает 4 шт. (по форме листья удлиненно-яйцевидные). Анатомическая структура листьев вначале теневая [13, 15]. В первой подгруппе виргинильного возрастного состояния подрост липы образует мощную придаточную корневую систему. Главный корень сохраняется практически у всего подроста липы.

Пессимальные условия произрастания складываются на периферии ареала вида, на севере или юге, а также в горных областях. Однако подобные условия могут сложиться и под пологом сомкнутого древостоя [9, 10]. При произрастании подроста под пологом леса нарушается стабильность его развития, что, однако, не приводит к гибели таких растений подроста [1, 2]. Для своего выживания подрост липы задерживает нормальный ход роста. Изменение формы роста заключается в полегании главной оси из-за резкого ослабления камбиальной деятельности и образования многолетнего одревесневшего корневища – ксилоризомы (рис. 1). То есть и в этой возрастной подгруппе проявляется поливариантность в онтогенезе липы мелколистной.

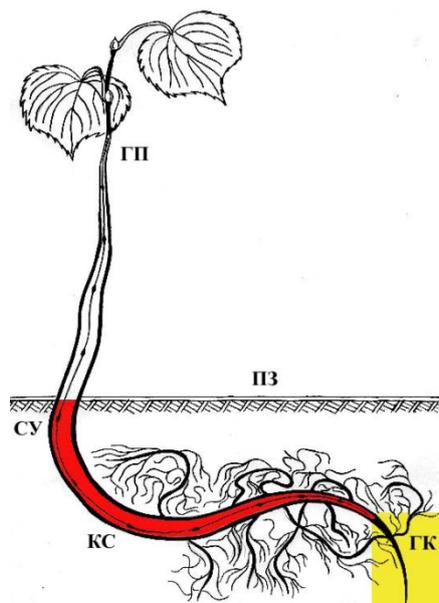


Рис. 1. Ксилоризомное развитие липы мелколистной:  
 гп – главный побег; су – сердцевинные узлы; кс – ксилоризома; гк – главный корень;  
 пз – поверхность земли

В первой подгруппе виргинильного возрастного состояния слабой фазой в онтогенезе липы мелколистной является перестройка верхних листьев от теневых к световым [14]. С этого момента недостаток света под пологом основного древостоя определяет переход липы к ксилоризомному развитию. Формирование на ежегодно увеличивающемся плагиотропном участке ксилоризомы является важным условием поддержания целостности онтогенеза липы. Благодаря образованию ксилоризомы подрост липы способен длительно произрастать под пологом леса – до 70 и более лет [4]. При этом такой подрост не утрачивает способности к восстановлению нормального роста при улучшении условий местопроизрастания. Благодаря ксилоризомности липа способна длительно существовать под пологом леса. Кроме того, при этом происходит постепенное накопление подроста. В результате этого биологически разновозрастный подрост на самом деле является календарно-разновозрастным. Разница в возрасте между такими растениями липы, которые находятся в одном ярусе (мелкий подрост), может достигать несколько десятков лет.

Липа мелколистная способна образовывать ксилоризому во всех типах ЛРУ. Учеты ксилоризомности, проведенные в липняково-зеленомошном, хвощово-кислично-снытевом и крупнопоротниково-снытевом типах ЛРУ, показывают наличие ксилоризомы у 89,6–100,0 % подроста (табл.).

#### Соотношение вариантов жизненных форм подроста липы мелколистной в различных типах ЛРУ, %

Тип ЛРУ*	По прямому пути онтогенеза	По пути образования ксилоризомы
Лп-зм	10,0	90,0
Хв-кисл-сн	10,4	89,6
Кп-сн	-	100,0

\*Расшифровка типов ЛРУ дана в тексте.

Наиболее высокая доля формирования ксилоризомы у липы наблюдается в крупнопоротниково-снытевом типе ЛРУ. Здесь практически весь подрост липы образует ксилоризому. Причиной тому выступает сильная конкуренция – вначале со стороны травянистого покрова, а затем и со стороны крупного подроста темнохвойных пород. Приблизительно равные соотношения вариантов жизненных форм отмечаются в хвощово-кислично-снытевом и липняково-зеленомошном типах ЛРУ. В хвощово-кислично-снытевом типе ЛРУ ксилоризомный подрост липы составил 89,6%, а в липняково-зеленомошном – 90,0%. Развитие подроста липы по прямому пути онтогенеза без образования ксилоризомы не превышает 10,4% от общего количества и отмечается лишь в благоприятных условиях местопроизрастания – в окнах, прогалинах, на опушечных участках.

Ксилоризома выступает также и как способ возобновления – ксилоризомное вегетативное размножение. Именно этим и объясняется столь широкая эвритопность липы мелколистной, несмотря на ее неудовлетворительное семенное возобновление. Благодаря ксилоризомному размножению липа способна существовать под пологом леса в течение нескольких смен древостоя. Это возможно благодаря образованию ортотропных побегов на ксилоризоме. Ортотропный побег со временем сам способен образовывать ксилоризому и в дальнейшем вегетативно размножаться. Ортотропные побеги формируются из спящих почек, расположенных на ксилоризоме. Формировать ортотропные побеги на ксилоризоме липа способна с 10–15 лет (рис. 2).

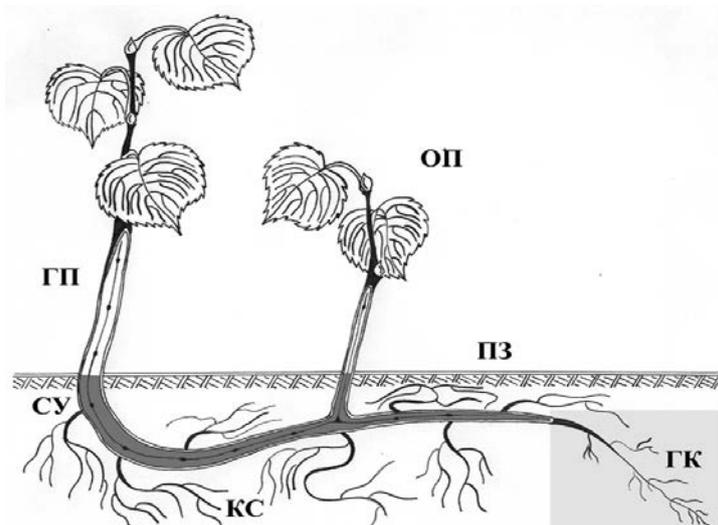


Рис. 2. Схема ксилоризомного вегетативного размножения липы мелколистной:  
 гп – главный побег; су – сердцевинные узлы; оп – ортотропный побег; кс – ксилоризома;  
 гк – главный корень; пз – поверхность земли

Кроме того, при ксилоризомном размножении у липы проявляется следующая биологическая особенность. Суть ее заключается в формировании ортотропным побегом собственного (отдельно от плагиотропного) мощного придаточного корня, внешне схожего со стержневым. При механическом повреждении или сгнивании ксилоризомы такие вегетативные растения подростка липы становятся морфологически сходными с семенными.

Такой подрост липы мелколистной был обнаружен в ельнике мелкопапоротниково-зеленомошном, ельнике-пихтаче хвощово-кислично-снытевом и в пихтаче-ельнике липняково-зеленомошном. Семенное возобновление липы здесь практически отсутствует. Подрост в этих условиях чаще всего образуется надземными отводками, которые возникают из стелющихся и дугообразно изогнутых к земле ветвей липы (рис. 3).

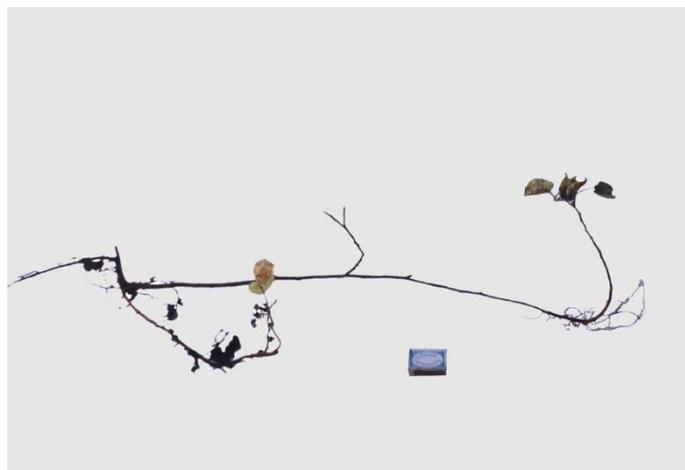


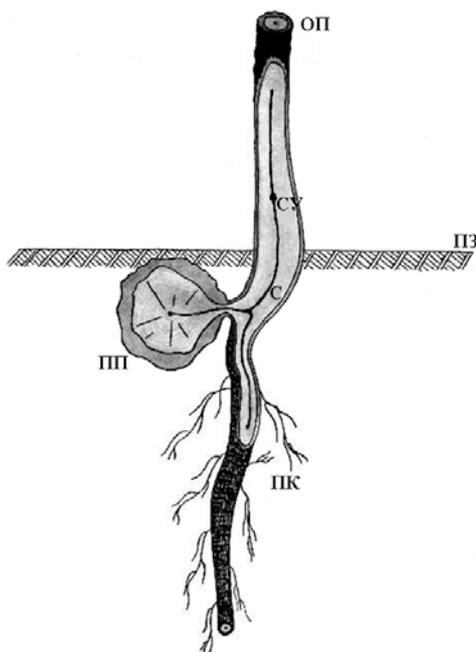
Рис. 3. Ксилоризома липы мелколистной

На плагиотропном участке такой полегшей липы начинает формироваться один или несколько ортотропных побегов (рис. 4).



*Рис. 4. Формирование ортотропного побега на ксилоризоме липы мелколистной*

Сформировавшийся ортотропный побег характеризуется хорошим приростом в высоту в первые 3 года. Такое растение способно в первые два года перейти в разряд крупного подроста (высотой более 0,5 м) и отличается прямоствольностью. Некоторое время такое растение остается прикрепленным к ксилоризоме сбоку тонкой перемычкой, сходной с брахибластом (рис. 5).



*Рис. 5. Поперечный разрез плагиотропного и ортотропного побегов и корневой системы липы мелколистной: су – сердцевинные узлы; с – сердцевина; оп – ортотропный побег; пз – поверхность земли; пп – плагиотропный побег; пк – придаточный корень*

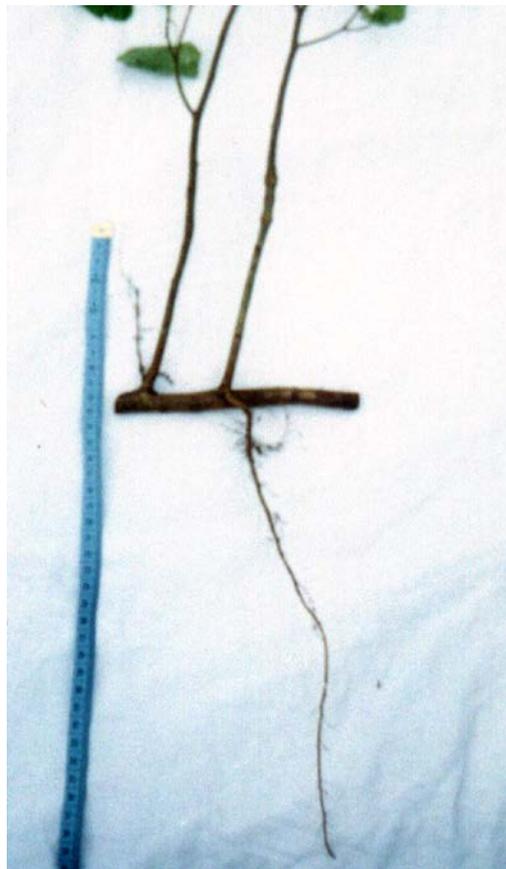
В первые 2–5 лет вегетативный подрост чаще всего не имеет своей индивидуальной корневой системы и интенсивно развивает надземную часть за счет ресурсов материнского растения.

Позднее из спящих почек у основания ортотропного побега начинает формироваться корневая система. Вначале она состоит из одного или нескольких корневых отростков (рис. 6).



*Рис. 6. Начало формирования ортотропным побегом липы мелколистной корневых отростков*

Из них позже остается один, реже два доминирующих. Доминирующий корневой отросток со временем образует довольно глубоко проникающую корневую систему, морфологически схожую со стержневой (рис. 7). Благодаря связи материнского и дочернего растения этот корень развивается за короткий промежуток времени.



*Рис. 7. Ортотропный побег липы мелколистной с собственной придаточной корневой системой*

Связь эта долго существовать не может. Ксилоризома парцеллируется либо в результате перегнивания, либо от простого механического повреждения (рис. 8).



*Рис. 8. Парцеллирование ксилоризомы липы мелколистной*

Со временем этот кусочек ксилоризомы перегнивает полностью и такой подрост практически не отличается от семенного растения, а его корневая система способна успешно поддерживать положительный баланс надземной и подземной части, обеспечивать растение минеральными элементами и водой. Такой подрост отличается от семенного по следующим показателям: большими приростами за последние 3–5 лет (затем они снижаются), размерами листьев (они несколько больше) и формой корневой системы. В первой подгруппе виргинильного возрастного состояния в основном преобладает кистекорневая система [Чистякова, 1979]. У обнаруженных экземпляров она только стержневая.

Благодаря ксилоризомности подрост широколиственных не только способен длительное время произрастать под пологом леса (в среднем до 50–60 лет), но при этом и сохранять способность к восстановлению нормального роста и формированию полноценных здоровых деревьев при улучшении условий произрастания.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод об адаптивном значении ксилоризомы и ксилоподия в онтогенезе широколиственных пород при произрастании в экстремальных лесорастительных условиях.

**Заключение.** Липа мелколистная, произрастая в экстремальных лесорастительных условиях Павловского водохранилища, формирует ксилоризому, что способствует выживанию под пологом леса и является условием сохранения способности к дальнейшему развитию при улучшении условий произрастания. Мощность развития ксилоризомы превышает таковую настоящей корневой системы, если бы последняя формировалась у липы в указанных условиях. Соответственно можно вести речь об увеличении массы и длины подземных вегетативных органов.

Подобный по принципу действия механизм адаптиогенеза был выявлен у липы мелколистной и в техногенных условиях. Произрастая на территории Уфимского промышленного центра, липа мелколистная формирует более мощную корневую систему, нежели в контрольных условиях. Увеличение корненасыщенности направлено как на компенсацию повреждений надземных вегетативных органов, так и на накопление токсикантов в паренхимных клетках корней. В условиях Стерлитамакского промышленного центра подобная особенность характерна лишь для деревьев в возрасте 11–30 лет, что обуславливает адаптацию растений данного возраста и отсутствие приспособлений у более поздних генераций [8].

Таким образом, увеличение степени развития подземных вегетативных органов является универсальной и главной адаптационной реакцией липы мелколистной к экстремальным (пессимальным) условиям

произрастания. Сформировавшись в течение веков в качестве адаптационной реакции в естественных условиях, данная особенность является обязательным условием выживания липы и в условиях действия техногенных факторов.

Выявление путей приспособления липы мелколистной к различным условиям произрастания является важнейшей составляющей экологической оценки данного вида и основой изучения его адаптационной пластичности.

### Литература

1. Кулагин Ю.З. О критических периодах в онтогенезе растений // Журн. общей биологии. – 1972. – Т. 33. – Вып. 6. – С. 751–757.
2. Кулагин Ю.З. Экологические ареалы пород-лесообразователей в районе Уфимского плато // Лесоведение. – 1978б. – № 5. – С. 24–29.
3. Кучеров Е.В., Сираева С.М. Медоносные растения Башкирии. – М.: Наука, 1980. – 127 с.
4. Мартынов Н.А. Об эколого-биологической классификации естественного подпологового возобновления древесных пород в водоохранны-защитных лесах Павловского водохранилища // Леса Башкортостана: современное состояние и перспективы. – Уфа: Автор, 1997. – С. 39–43.
5. Мушинская Н.И. О естественном возобновлении липы мелколистной в липняках Башкортостана // Леса Башкортостана: современное состояние и перспективы. – Уфа: Автор, 1997. – С. 165–166.
6. Мушинская Н.И. О жизнеспособности семян липы мелколистной // Тез. докл. конф. молодых ученых. – Уфа, 1981. – С. 166–167.
7. Мушинская Н.И. Экология семенного размножения клена остролистного и липы мелколистной в Башкирском Предуралье: дис. ... канд. биол. наук. – Уфа, 1976. – 189 с.
8. Сейдафаров Р.А., Сафиуллин Р.Р. Дендрэкологическая характеристика липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill) в различных техногенных условиях // Приволжский науч. вестн. – 2012. – № 2 (6). – С. 5–8.
9. Серебряков И.Г. Основные направления эволюции жизненных форм у покрытосеменных растений // Бюл. Московского общества испытателей природы. Отд-ние биологическое. – 1955. – Т. 60. – Вып. 3. – С. 11–20.
10. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М.: Высш. шк., 1962. – 378 с.
11. Сукачев В.Н. Программа и методика биогеоэкологических исследований. – М.: Наука, 1966. – 333 с.
12. Физико-географическое районирование Башкирской АССР (Репринтное издание. Ученые записки. Т. XVI. Серия географическая. №1). – Уфа: Изд-во БГУ, 2005. – 212 с.
13. Чистякова А.А. Большой жизненный цикл *Tilia cordata* Mill. // Бюл. Московского общества испытателей природы. Отд-ние биологическое. – 1979. – Т. 84. – Вып. 1. – С. 85–98.
14. Чистякова А.А. О жизненной форме и вегетативном разрастании липы сердцевидной // Бюл. Московского общества испытателей природы. Отд-ние биологическое. – 1978. – Т. 83. – Вып. 2. – С. 129–137.
15. Чистякова А.А. Поливариантность онтогенеза и типы поведения деревьев широколиственных лесов // Популяционная экология растений: мат-лы конф. к 85-летию со дня рождения А.А. Уранова. – М., 1987. – С. 39–43.



**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СИБИРИ**

В статье приведены результаты исследований по оценке сортов черной смородины по зимостойкости, общему состоянию, фенологии и массе ягод, произрастающих на опытных полях ГНУ КНИИСХ «Россельхозакадемия». За комплекс положительных качеств выделены сорта, которые являются перспективными для выращивания в Сибирском регионе.

**Ключевые слова:** черная смородина, сорт, зимостойкость, фенология, масса ягод.

N.A. Shenmayer, G.A. Prudnikova

**THE PERSPECTIVE BLACK CURRANT SORTS INTENDED FOR CULTIVATION IN THE SIBERIAN CONDITIONS**

The research results on the black currant sort assessment according to winter resistance, general condition, phenology and berry mass that are cultivated on the experimental fields of SSI KSRIA "Rosselkhozacademy" are given in article. The sorts that are perspective for Siberian region cultivation are defined due to a complex of advantages.

**Key words:** black currant, sort, winter resistance, phenology, berry mass.

**Введение.** Смородина является одной из основных ягодных культур России и других стран Северного полушария. В значительной степени это объясняется ее скороплодностью, урожайностью и устойчивостью к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды [4, 5].

Ягоды смородины богаты витаминами (особенно С и Р), кумаринами, дубильными веществами, эфирными маслами и микроэлементами, не уступая, а по ряду признаков и превосходя показатели земляники и малины. Представляя собой ценный продукт питания, ягоды смородины нашли применение для потребления в свежем виде и получения разнообразных продуктов переработки. Высокое содержание биологически активных веществ обуславливает лечебно-профилактические свойства этих культур и широкое использование в народной медицине [1, 6].

Смородина черная (*R. nigrum*) широко распространена по всей Сибири, начиная от Уральских гор и до Камчатки, но лишь в начале прошлого века началась целенаправленная селекция на комплекс признаков, в первую очередь зимостойкость и урожайность. Первые сорта создавались путем отбора дикорастущих форм и посева семян [2].

Особую актуальность представляет выделение и отбор высокоурожайных сортов и форм смородины черной, обладающих устойчивостью к воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды обитания, крупноплодностью и ценным биохимическим составом ягод.

**Цель и задачи исследования.** Изучение изменчивости сортов черной смородины для выделения наиболее перспективных сортов, предназначенных для выращивания в Сибирском регионе.

**Методы и результаты исследований.** В работе проведены исследования по изменчивости смородины черной, высаженной в г. Красноярске на опытных полях ГНУ КНИИСХ «Россельхозакадемия». Кусты черной смородины 24 сортов высажены по схеме 3×0,5 м по четыре растения каждого сорта. В качестве контрольного (стандартного) сорта использовали районированный сорт Детскосельская.

Для исследования изменчивости была использована «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7].

При определении зимостойкости оценивалось подмерзание ветвей, которое наблюдается при неблагоприятных условиях перезимовки. Это повреждение варьирует от подзябания ветвей до полного вымерзания куста. Подзябание ветвей приводит к запаздыванию первых фаз вегетации, к уменьшению листьев, к укороченной кисти с мелкими суховатыми ягодами. При сильной степени повреждения происходит гибель ветвей к середине или концу сезона. Этот тип подмерзания обусловлен повреждением проводящих тканей. Степень подмерзания ветвей учитывалась визуально в баллах (от 0 до 5).

Общее состояние растений характеризует адаптационную способность сорта. Имеется прямая зависимость растений от зимостойкости, восстановительной способности, устойчивости к вредителям и болез-

ням. Все эти сортовые особенности суммируются в показателе общего состояния растений, поэтому этот показатель свидетельствует о степени пригодности сорта для выращивания в данной местности. Учет общего состояния проводился дважды за вегетационный период: весной, после полного распускания листьев, перед цветением. Второй раз общее состояние отмечают в конце лета, до начала листопада. Общее состояние растений определяют визуально в целом по делянке в баллах (от 1 до 5).

Изучение фенологии сортов является основой для теоретического обоснования агротехники, подбора родительских пар, используемых для скрещивания, более обоснованного размещения сортов смородины в определенных экологических условиях.

На участке коллекционного изучения у растений отмечались сроки прохождения основных фаз вегетационного периода. Наступление фенофаз определялось визуально по повторности в целом. Учет начала распускания почек и сроков цветения проводился через день, сроков созревания ягод через два дня.

Среднюю массу ягоды определяли путем взвешивания в стационарных условиях на лабораторных весах.

В результате проведенных исследований было установлено, что погодные условия благоприятно влияли на растения сортов черной смородины, большая часть которых показала высокую зимостойкость (83,4 %). Очень слабое подмерзание (0,2 балла) отмечено у 16,6 % сортов (Ксюша, Ника, Ядреная и отборная форма 170-3-79).

По оценке зимостойкости можно сделать вывод, что биологические особенности практически всех сортов соответствуют данным климатическим условиям и почти все сорта являются зимостойкими.

Кроме зимостойкости оценивалось общее состояние растений черной смородины. Этот показатель характеризует способность сорта приспособиться к местным эколого-климатическим условиям.

Результаты исследований по общему состоянию растений показали, что отличное состояние отмечено у сортов Перун, Лама, Ревяки, Титаник, 113-83-1 (20,8 %). Самый низкий балл (4,2 %) поставлен сортообразцу 170-3-79 (3,8 балла). У остальных сортов общее состояние оценивалось 4,3–4,9 баллами.

Уровень изменчивости по общему состоянию растений варьирует от низкого до высокого. В основном преобладает низкий уровень изменчивости – 79,2 % всех сортов, реже – средний уровень изменчивости 20,8 %.

Статистическая обработка данных общего состояния растений черной смородины представлена в таблице 1.

Таблица 1

#### Статистические показатели общего состояния растений черной смородины

Сорт	$\bar{X}$	$\pm m$	V, %	Уровень варьирования
1	2	3	4	5
Детскосельская	4,8	0,20	9,3	Низкий
Гармония	4,7	0,20	9,5	Низкий
Длиннокистная	4,6	0,24	11,9	Низкий
Забава	4,4	0,40	20,3	Средний
Ксюша	4,6	0,19	9,1	Низкий
Лама	5	0,00	0,0	Низкий
Марьюшка	4,9	0,10	4,6	Низкий
Ника	4,4	0,19	9,5	Низкий
Перун	5	0,00	0,0	Низкий
Памяти Куминовой	4,8	0,20	9,3	Низкий
Памяти Потапенко	4,9	0,10	4,6	Низкий
Поклон Борисовой	4,8	0,20	9,3	Низкий
Ревяки	5	0,00	0,0	Низкий
Рита	4,5	0,22	11,1	Низкий
Сокровище	4,7	0,30	14,3	Средний
Тайна	4,4	0,19	9,5	Низкий

1	2	3	4	5
Титаник	5	0,00	0,0	Низкий
Ядреная	4,4	0,29	14,8	Средний
170-3-79	3,8	0,34	20,0	Средний
170-7-79	4,3	0,20	10,4	Низкий
179-1-79	4,8	0,20	9,3	Низкий
113-83-1	5	0,00	0,0	Низкий
75-83-1	4,5	0,22	11,1	Низкий
15-83-1	4,3	0,20	10,2	Низкий

Количественным методом оценки степени адаптации растений в районах их культивирования служит сравнительная фенология, дающая представление об изменении сроков фенофаз и репродуктивной деятельности. Фенологические наблюдения являются одним из наиболее доступных и эффективных методов изучения особенностей развития растений в определенных условиях, позволяя установить сроки их вегетации, продолжительность отдельных фенофаз, устойчивость и продуктивность различных сортов.

Продолжение фенофаз зависит от сорта и климатических условий. В прохладную и дождливую погоду цветение растягивается до двух и более недель, а в сухую и жаркую заканчивается в течение недели. Экологические условия сказываются в дальнейшем на прохождении фенологических фаз у растений.

Начало вегетации в местных условиях зависит от сорта, морозности зимы, погодных условий весны. Первыми начинают вегетировать ранние, как правило, зимостойкие сорта [3].

Начало вегетации у сортов черной смородины в Красноярске происходит обычно в конце апреля – начале мая. В результате исследований установлено, что начало вегетации сортов черной смородины проходит практически одновременно. Самым ранним наступлением фенологической фазы «начало вегетации» отличились сорта Гармония, Ника, Памяти Куминовой, Поклон Борисовой, Ревяки, Рита, Сокровище, 75-83-1, Ядреная (8.04). Самым поздним наступлением этой фенофазы характеризуются отборные формы 170-3-79, 170-7-79.

В результате проведенного дисперсионного анализа выявлено, что три сорта – Памяти Куминовой, Ника, Поклон Борисовой начинают вегетацию раньше контрольного сорта (Детскосельская) и относятся к ранним сортам. Отборные формы 170-3-79 и 170-7-79 относятся к сортам с поздним вступлением в фазу вегетации. У остальных сортов отклонение от контрольного сорта незначительно, вегетация проходит одновременно в средние сроки.

Начало цветения у всех сортов черной смородины наступает через 20–32 дня после распускания почек и проходит с 16 по 19 мая.

Из результатов дисперсионного анализа следует, что у сортов Гармония, Забава, Ника, Поклон Борисовой цветение начинается значительно раньше стандартного сорта, остальные сорта по срокам цветения от стандарта не отличаются.

Оценка сроков созревания ягод у сортов черной смородины важна с хозяйственной стороны для увеличения сезона сбора урожая и потребления свежих ягод. Созревание ягод происходит с 12 по 21 июля. Разрыв в сроках наступления фенофазы варьирует от 4 до 10 дней. При сравнении сортов выявлено, что у сортов Марьюшка, Тайна, Гармония, Ксюша, Лама, Ника, Поклон Борисовой, Рита, Ядреная, 170-1-79, 75-83-1 созревание ягод происходит раньше (9 июля). Самое позднее созревание (28 июля) у сортов Памяти Куминовой, Ревяки, Титаник.

В результате дисперсионного анализа выявлено, что у сортов Забава, Лама, Ника, Поклон Борисовой, Рита ягоды созревают значительно раньше стандартного сорта, у сорта Ревяки – позднее, остальные сорта незначительно отличаются от стандартного сорта.

В данной работе были проведены исследования по средней массе ягод черной смородины. В результате проведенных исследований было установлено, что у всех сортов, кроме Ламы (1,2 г), средний вес ягоды превышает средний вес ягоды контрольного сорта Детскосельская. К крупноплодным сортам с максимальным весом ягоды относятся: Ядреная (3,1 г), Памяти Потапенко (2,8 г), Забава (2,6 г), Тайна (2,4 г), Длиннокостная (2,3 г), Ревяки (2,2 г), Сокровище, Ника (2,1 г), Гармония, 170-3-79, 113-83-1 (2 г). Изменчивость массы ягод за 5-летний период приведена в таблице 2.

Таблица 2

## Изменчивость массы ягод сортов черной смородины за пятилетний период, г

Сорт	max	$\bar{X} \pm m$	V, %	$t_{\phi}$ при $t_{05}=2,31$
Детскосельская	1,6	1,4±0,05	8,1	-
Гармония	2,0	1,9±0,04	4,4	7,81
Длиннокистная	2,3	2,2±0,04	3,8	12,9
Забава	2,6	2,4±0,07	6,2	11,62
Ксюша	1,9	1,8±0,04	4,6	6,25
Лама	1,2	1,1±0,07	13,8	3,49
Марьюшка	1,7	1,6±0,05	6,8	2,83
Ника	2,1	2,0±0,04	4,2	9,37
Перун	1,5	1,4±0,03	5,1	1,71
Памяти Куминовой	1,9	1,8±0,04	4,6	6,25
Памяти Потапенко	2,8	2,6±0,08	6,9	12,72
Поклон Борисовой	1,9	1,8±0,06	7,2	5,12
Ревяки	2,2	2,1±0,05	5,4	9,90
Рита	1,9	1,8±0,04	5,6	6,25
Сокровище	2,1	1,9±0,05	6,4	7,07
Тайна	2,4	2,2±0,05	5,2	11,31
Титаник	2,1	2,0±0,04	5,0	9,37
Ядреная	3,1	2,9±0,05	4,2	21,21
170-3-79	2,0	1,9±0,04	5,3	7,81
170-7-79	1,8	1,7±0,04	5,9	4,68
179-1-79	1,8	1,7±0,03	4,2	5,44
113-83-1	2,0	1,8±0,06	7,2	5,12
75-83-1	1,9	1,7±0,08	10,5	3,18
15-83-1	1,8	1,7±0,04	4,9	4,68

При сравнении средней массы ягоды было установлено, что все сорта превышают контрольный сорт, кроме сорта Лама, который уступает контролю. С помощью дисперсионного анализа выявлено, что сорт Лама уступает контрольному сорту по средней массе ягод, сорта Марьюшка и Перун несущественно отличаются от контрольного сорта. Остальные сорта существенно превышают контроль по средней массе ягод. Превышение у сорта Ревяки составляет 50,0 %; Длиннокистой и Тайны – 57,1; Забавы – 71,4; Памяти Потапенко – 85,7; Ядреной – 107,1 %.

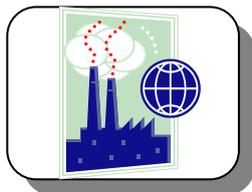
**Выводы.** В работе дана хозяйственно-биологическая оценка 24 сортам черной смородины. За комплекс положительных качеств (зимостойкость, общее состояние, масса ягод) выделены сорта Марьюшка, Памяти Куминовой, Памяти Потапенко, Перун, Рита, отборная форма 113-83-1, которые являются перспективными сортами для выращивания в Сибирском регионе.

## Литература

1. Баянова Л.В., Ильина В.С. Селекция красной смородины // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1995. – С. 341–350.
2. Куминов Е.П. Черная смородина в Восточной Сибири. – Красноярск: Краснояр. кн. изд-во, 1983. – 88 с.
3. Куминова П.И. Феноритмы и органогенез черной смородины в Красноярске // Садоводство Восточной Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1980. – С. 59–63.
4. Лобанов Э.М., Курочка П.С. Изучение компонентов комплекса зимостойкости у гибридов черной смородины при различных комбинациях скрещивания // Селекция черной смородины. – Новосибирск, 1980. – С. 78–88.

5. Назарюк Н.И., Санкин Л.С. Селекция черной смородины на Алтае // Научное обеспечение промышленности садоводства и пчеловодства Сибири: мат-лы науч. конф. – Бердск, 1996. – С. 32–33.
6. Огольцова Т.П., Куминов Е.П. Селекция черной смородины // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1995. – С. 314–340.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1999. – 606 с.





## ЭКОЛОГИЯ

УДК 632.928

М.Э. Баландайкин

### НЕЛИНЕЙНЫЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОСВЯЗИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *INONOTUS OBLIQUUS* (PERS.) PIL. С БОНИТЕТОМ И ВОЗРАСТОМ БЕРЕЗОВОГО ЛЕСА. ВЛИЯНИЕ РЯДА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСАЖДЕНИЙ НА ВСТРЕЧАЕМОСТЬ БАЗИДИАЛЬНОГО МАКРОМИЦЕТА

Показаны регрессии двух параметров таксации на пространственную организацию факультативного сапротрофа в насаждениях *Betula pendula* Roth. Рассмотрены особенности влияния некоторых биоэкологических факторов на миграцию гриба.

**Ключевые слова:** *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil., *Betula pendula* Roth., аппроксимация, бонитет, возраст.

М.Е. Balandaykin

### NONLINEAR MODELS OF *INONOTUS OBLIQUUS* (PERS.) PIL. DIFFUSION INTERRELATION WITH THE BIRCH FOREST QUALITY OF LOCALITY AND AGE. THE INFLUENCE OF SOME PLANTATION MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS ON THE BASIDIUM MACROMYCETE OCCURRENCE

The regressions of two taxation parameters on the dimensional organization of optional saprotroph in *Betula pendula* Roth. plantations are shown. The influence peculiarities of some bioecological factors on fungi migration are considered.

**Key words:** *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil., *Betula pendula* Roth., approximation, quality of locality, age.

**Введение.** Развитие наук о жизни, и в первую очередь экологии, показало ограниченность линейных представлений о мире. Выяснилось, что для всех сложных природных систем характерны свойства, описываемые лишь с помощью нелинейных моделей, для которых естественны ограниченность решений, колебательные и мультистационарные режимы, квазистохастическое пространственное и временное поведение, т.е. необходима замена парадигмы линейного мышления. Действительно, живые системы являются открытыми по веществу и энергии и удалены от состояния термодинамического равновесия, а невозпроизводимые явления также могут быть объектом научного исследования. Признание современной наукой парадигмы нелинейного мышления знаменует конец представления о всеилии знания и возможности предсказания даже в случае полного понимания структуры системы. Решения, найденные природой за миллионы лет, оптимальны и имеют громадную ценность. Попытки перекроить природу в угоду потребностям человека в конечном счете приводят к созданию искусственных экосистем с энергетической эффективностью, гораздо меньшей, чем у природных. Необходимость изучения и описания систем с нелинейным поведением или с нелинейной динамикой в начале 70-х годов XX века привела к возникновению особого междисциплинарного направления научных исследований, сформировавшегося в комплексную науку – синергетику [6].

Лесотаксационные показатели служат для оценки производительности лесов, предваряют проведение в последних тех или иных хозяйственных мероприятий, определяют уровень воздействия на лесонасаждение биоэкологических факторов. Указывая на динамику развития древостоя во времени и на каждом этапе его становления, позволяя осуществлять субъектам лесного хозяйства контроль за продуктивностью насаждений, в целом, как качественно, так и количественно, способны выразить влияние отдельных биотических и абиотических факторов на леса. Патогенный гриб *Inonotus obliquus*, выбирая для своего развития подходящий ему трофический субстрат, количественно находящийся в зависимости от производительности насаждений, будет непременно видоизменять свою пространственную организацию в связи с изменением силы, дозы, продолжительности воздействия какого-либо организующего фактора среды, а также, подчиняясь естественным законам обратных связей, формировать и численность популяции самого питающего растения.

**Цель и задачи исследования.** Учитывая вышеизложенное, мы в настоящей работе попытаемся произвести оценку влияния таких основных лесоводственно-таксационных признаков березняков, как класс возраста, видовой состав, полнота древостоя, бонитет и степень рекреационной дигрессии насаждений, тип лесорастительных условий, на характер миграции патогена в лесах Ульяновского региона. Кроме того, на примере классов бонитета и возраста попробуем осуществить корреляционно-регрессионный анализ численности популяции ксилотрофа *I. obliquus* в березовых насаждениях отдельно для бонитета и возраста древостоя и построить адекватные модели встречаемости патогена.

**Объекты и методы исследования.** По лесоустроительным материалам определялись наиболее распространенные в разрезе таксационных характеристик березняки, проводилась их рекогносцировка на территории Барышского, Вешкаймского и Ульяновского лесничеств, основная цель которой сводилась к подбору мест для натурального оформления пробных площадей. Необходимо особо отметить, что рассматриваемые лесные хозяйства в целом в достаточной мере отражают специфику природных условий субъекта Федерации. В отдельных испытаниях варьировал лишь один, в данный момент изучаемый параметр лесотаксации, остальные же оставались константными. В зависимости от анализируемого таксационного показателя по степени его влияния на встречаемость трутового гриба в сериях сравниваемых совокупностей сохранялись относительно постоянными следующие таксационные характеристики березовых насаждений: форма – простая одноярусная, происхождение – естественное семенное, формула видовой состава ББ4С, класс возраста IV или V, класс бонитета Ia либо I, полнота 0,7, типы леса – березняки мелкотравный (Б мтр), орляковый (Б орл), типы условий местопроизрастания – В2, С1, 1-я либо 2-я стадия рекреационной дигрессии.

Эксперимент ставился на безразмерных пробных площадях с 1000 экземпляров деревьев на каждой. Как правило, на одну градацию параметра таксации по две пробы размещались в Вешкаймском и Ульяновском лесничествах, 3 – Барышском. На всех безразмерных пробных площадях производился сплошной пересчет деревьев с подразделением их на здоровые и пораженные. Установление степени влияния таксационных показателей на степень распространенности *I. obliquus* осуществлялось в весенне-летний период. Кратность воспроизведения испытаний составляла семь раз, т.е. на каждой пробе учету подлежало 7 тыс. штук березы повислой. Таксация насаждений опиралась на глазомерный и глазомерно-измерительный способы, обеспечивающие закрепленную Лесоустроительной инструкцией 2008 г. нормативную точность определения таксационных признаков лесов [1, 4]. Пробные площади закладывались с соблюдением ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки» [7]. Для бонитировки лесонасаждений использовалась шкала классов бонитета, предложенная в 1911 году профессором М.М. Орловым [9, 10]. Класс бонитета устанавливался по среднему возрасту и высоте основного элемента леса. Также обеспечивалась увязка классов бонитета с типами леса, типами условий местопроизрастания. Возраст древостоя рассчитывался как средневзвешенная величина пропорционально представительству сумм площадей поперечных сечений отдельных совокупностей деревьев в их общей сумме [11].

Статистическая обработка данных основывалась на библиографических руководствах по теории вероятностей [2, 3, 5, 8, 12]. Вводилась поправка Бонферрони. Дисперсионный анализ проводился методом однофакторных комплексов. В работе осуществлялся и корреляционно-регрессионный анализ.

Эмпирический корреляционный коэффициент рассчитывался по формуле

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}; \text{случайная ошибка оценки его генерального параметра } \rho: s_r = \sqrt{(1 - r^2)/(n - 2)}; \text{ критерий проверки нулевой гипотезы при числе степеней свободы}$$

$k = n - 2$  – согласно аналитическому неравенству  $t_{набл} = r\sqrt{(n - 2)/(1 - r^2)} \geq t_{кр}$ . Линейная зависимость переменных Y и X описывалась уравнением общего вида  $\bar{y}_x = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + \dots$ , где  $a, b, c, d, \dots$  – параметры уравнения, показывающие соотношения между аргументами  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$  и функцией  $\bar{y}_x$ . Коэффициент регрессии  $b$  вычислялся как:  $b_{yx} = (n \sum xy - \sum x \sum y) / (n \sum x^2 - (\sum x)^2)$ ; коэффициент сдвига  $a - a_{yx} = (\sum y \sum x^2 - \sum x \sum yx) / (n \sum x^2 - (\sum x)^2)$ ; ошибка выборочного коэффициента регрессии Y по X – по формуле  $s_{b_{yx}} = \sqrt{((1 - r^2) \sum (y_i - \bar{y})^2) / ((n - 2) \sum (x_i - \bar{x})^2)}$ , а ее достоверность – по t-критерию Стьюдента  $t_{набл} = b / s_b$ . Для проверки значимости полученной формализации, т.е. адекватности результатам эксперимента, употреблялся критерий Фишера  $F_{набл} = s_Y^2 / s_{Y_{осм}}^2$ , теоретическое

обоснование которого отводилось по таблице Фишера  $F_{кр}(\alpha, n-1, n-2)$ . Регрессия признавалась адекватной опытным данным при  $F_{набл} \geq F_{кр}$ .

**Результаты и их обсуждение.** Полученные результаты по распространенности *I. obliquus* в березняках, различающихся по таксационным параметрам, отображены в таблице.

**Встречаемость *I. obliquus* в зависимости от морфологических характеристик березовых древостоев, шт/1 тыс. деревьев**

Классы бонитета	Ia	I	II	III	V	Среднее
$X \pm Sx$	0,14±0,14	0,14±0,14	0,29±0,18	0,29±0,29	0,43±0,20	0,26±0,09
Классы возраста	IV	V	VI	VII	VIII	Среднее
$X \pm Sx$	0,14±0,14	0,14±0,14	0,29±0,29	0,43±0,20	0,71±0,36	0,34±0,11
Стадии рекреационной дигрессии	1	2	3	4		Среднее
$X \pm Sx$	0,14±0,14	0,14±0,14	0,29±0,29	0,57±0,20		0,29±0,10
Полнота	0,6	0,7	0,8	0,9		Среднее
$X \pm Sx$	0,43±0,30	0,14±0,14	0,29±0,18	0,00±0,00		0,21±0,09
Породный состав	6С4Б	6Б4С	8Б2С	10Б		Среднее
$X \pm Sx$	0,00±0,00	0,14±0,14	0,29±0,29	0,43±0,20		0,21±0,09
Тип леса	Б брзм	Б орл	Б мтр	Б сняс		Среднее
$X \pm Sx$	0,43±0,43	0,14±0,14	0,14±0,14	0,29±0,18		0,25±0,12

Судя по данным, содержащимся в таблице, в целом на степень встречаемости трутового гриба в березовых лесах региона с разной силой оказывают влияние их таксационные признаки. Причем воздействие отдельных экологических факторов, выражаемых параметрами лесотаксации, на насаждения в случае с каждой группой выборок носит особый характер, о чем свидетельствуют математические ожидания последних, далеко не всегда присутствующая монотонность динамики распространенности *I. obliquus* по мере постепенного изменения таксационного показателя, ошибки внутрigrупповых совокупностей и проч. Так, если при повышении доли участия березы в общей формуле состава древостоя встречаемость макромицета прогрессивно увеличивается и обладает, скорее всего, очень близкой к линейной положительной формой зависимости от видового состава, то, например, с возрастанием полноты леса она скачкообразно уменьшается. То есть, во втором случае помимо колебательного движения мы наблюдаем еще и обратную отрицательную зависимость между рассматриваемыми показателями, хотя безусловно следует принимать во внимание специфику действия конкретного фактора, особенности формирования обозначений того или иного таксационного параметра. В более высокопроизводительных типах леса (березняки: мелкотравный – Б мтр и орляковый – Б орл) гриб менее распространен, нежели в низкопродуктивных (снытево-ясенниковый – Б сняс и бруснично-зеленомошный – Б брзм березняки). На данный факт указывают и результаты эксперимента по изучению частоты встречаемости *I. obliquus* в березовых древостоях с различным бонитетом условий местопроизрастания: с повышением бонитета (от V к Ia классу) базидиомицет реже обнаруживается. При увеличении степени рекреационной деградации насаждений распространенность *I. obliquus* не падает, а, наоборот, повышается. Однако в ряде испытаний частота встречаемости гриба на некотором отрезке градации таксационного признака сохраняется, что, по-видимому, объясняется как случайными причинами, так и объективными – достаточно близкими их характеристиками. Например, в Б мтр и Б орл распространение возбудителя гнилевого заболевания составляет порядка 0,14±0,14 шт/1000 экземпляров деревьев, даже одинаковые значения ошибки. Встречаемость патогена в насаждениях с 1-й и 2-й стадиями рекреационной дигрессии располагает также около 0,14±0,14 шт/1000 экземпляров деревьев. В последнем случае объяснением подобного, вероятнее всего, служат характеристики означенных двух стадий, обладающих довольно большим сходством. Кроме того, с 3-й стадии дигрессии (предел устойчивости лесного биогеоценоза) начинаются необратимые изменения в жизни леса.

Далее мы подробнее остановимся на оценке влияния классов бонитета и возраста древостоя на численность популяции трутовика скошенного с целью последующего осуществления соответствующего корреляционно-регрессионного анализа и построения моделей.

Как видно из таблицы, для анализа нами не был организован IV класс бонитета, поскольку площадь лесных массивов с ним в итоге не превысила и 0,23% от общей площади березовых насаждений, произрастающих на территории трех лесничеств региона. Как уже отмечалось, встречаемость *I. obliquus* несколько возрастает с повышением класса бонитета (предположительно прямая линейная зависимость). Вероятно, подобное прежде всего связано со спецификой проявления иммунологических свойств березы, зависящей от условий окружающей среды. Достаточно вспомнить, что степень добротности условий местопроизрастания влияет на активность протекания ряда физиологических процессов у растений, обуславливающих в конечном счете направление их врожденного иммунитета. Активная иммунность в отношении возбудителя в свою очередь усиливается с увеличением интенсивности осуществления биохимических реакций древесным растением в связи с более благоприятными факторами внешней среды.

Однофакторный комплекс, слагаемый эффектом численности факультативного ксилотрофа и фактором бонитета (пять типов), оказывающим непосредственное влияние на конечный результат, мы разложим на составляющие вариации согласно элементам системы дисперсионных оценок по Фишеру-Снедекору. Таким образом, градация дисперсий приобретет вид: факториальная – 0,4, внутрисовокупностная (дисперсия остаточной последовательности) – 8,29 и интегральная компонента – 8,69.  $F_{\phi} = 0,36$  не превышает  $F_{st} = 2,69$  (0,05, 4, 30), что сохраняет в силе нулевое предположение: эффективность действия фактора на результат X (встречаемость патогена) в нашем случае статистически незначима. Тем не менее условие  $F_{\phi} \geq F_{st}$  выполнимо при  $P \geq 0,83$ . По  $k_{\text{о.факт}} = 4,61\%$ , распространение *I. obliquus* в березняках приблизительно на 0,05 (1/20) подчиняется бонитету леса.

Корреляционно-регрессионный анализ вначале проведем по линейному алгоритму методом наименьших квадратов на регрессор класса бонитета и отклик – частоту встречаемости *I. obliquus*.

В постулируемом уравнении линейной регрессии можно допустить наличие прямой сильной взаимосвязи класса бонитета условий местопроизрастания березы и численности популяции скошенного трутовика, так как корреляционный коэффициент  $r = 0,96$ . Согласно t-критерию  $t_{\text{набл}} = 6,05$ , превышающему  $t_{\text{кр}} = 3,18$  (0,05, 3), оценка достоверности коэффициента корреляции и значимости коэффициентов регрессии а и b положительна. Уравнение прямой взаимосвязи между объясняемой переменной Y (миграцией *I. obliquus* в насаждениях) и объясняющей переменной X (их классом бонитета) показано на рисунке 1.

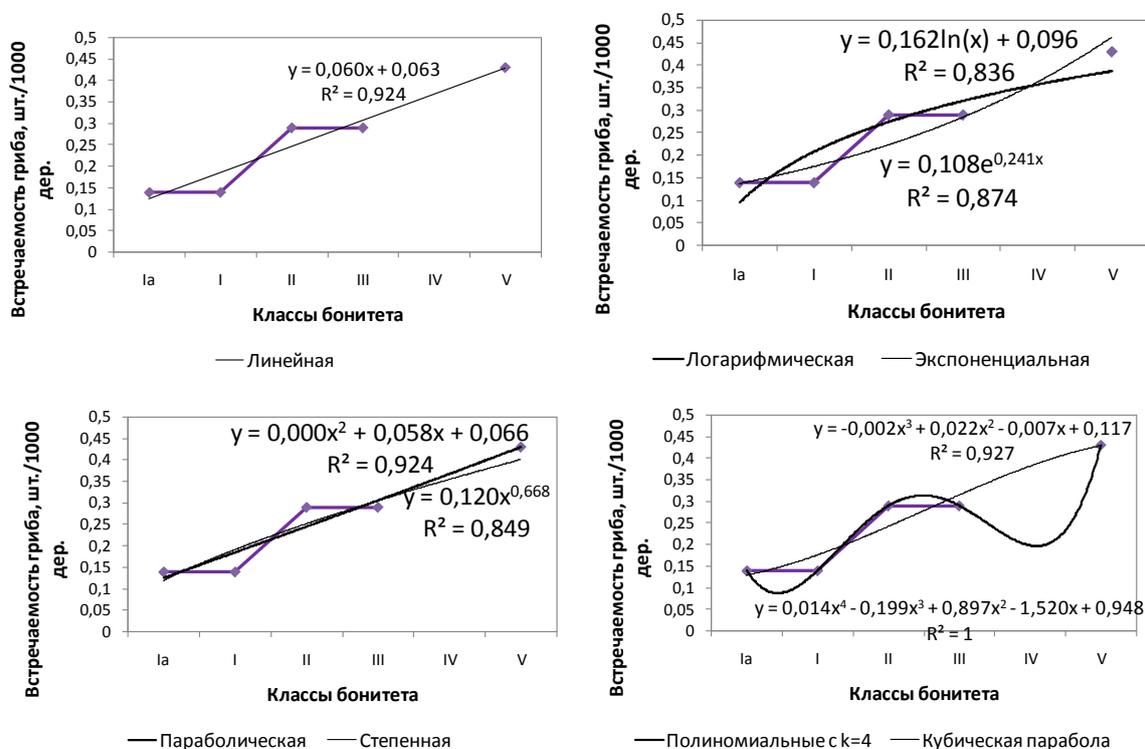


Рис. 1. Регрессии зависимости распространения *I. obliquus* от класса бонитета леса

Коэффициент детерминации  $R^2=0,92$  линейной формализации указывает на достаточно высокое качество построенной модели – регрессионным уравнением не учитывается лишь менее 8% фактора.

Заключение о достоверности всего однофакторного математического моделирования и величины ошибки аппроксимации позволяет сделать F-критерий, экспериментальное значение которого 36,59 превосходит как критическое 10,13 (0,05; 1; 3), так и табличное 34,1 (0,01; 1; 3).

Около 100% регуляции влияния бонитета леса на численность популяции трутовика скошенного позволяет осуществить регрессия посредством полинома 4-й степени (рис. 1). Причем в предполагаемых обстоятельствах криволинейные модели, построенные по алгоритмам экспоненцирования и логарифмирования ( $R^2=0,874$  и  $0,836$  соответственно), а также возведения в степень ( $R^2=0,849$ ), по уровню прогноза даже не превосходят линейную модель зависимости ( $R^2=0,924$ ). В то же время начинают опережать последнюю по эвристичности лишь уравнения мультиномиальные, и параболическая 3-й степени – первая из их числа, хотя она и ненамного улучшает прогноз ( $92,4 < 92,7\%$ ).

Таким образом, парный корреляционно-регрессионный анализ все-таки позволил получить адекватные аналитические формы взаимосвязи между частотой обнаружения *I. obliquus* в насаждениях и их бонитетом.

Стоит рассмотреть и некоторые особенности влияния возраста березняков на встречаемость *I. obliquus*. Так, исходя из табличных данных (см. табл.), степень встречаемости ксилотрофа в древостоях постепенно увеличивается с повышением их класса возраста. В березовых древостоях IV и V классов возраста характер распространенности патогена схож. Данное обстоятельство не помешало в итоге предположить о присутствии линейной формы статистической зависимости между возрастом древостоя и частотой обнаружения *I. obliquus*. Мы считаем, что большая поражаемость макромицетом старших поколений питающего растения обуславливается прежде всего тем, что старые экземпляры березы более подвержены заражению грибами, поскольку с течением времени у них снижается способность образовывать раневое ядро, препятствующее проникновению спор внутрь древесины.

Посредством вариационного анализа, проводимого методом однофакторных комплексов и позволяющего осуществить оценку дисперсий, теперь проследим характер влияния качественного признака иного рода (возраста березовых насаждений) на прежний результирующий (X) – встречаемость факультативного сапротрофа. Как и в предыдущем случае, в рассматриваемом ортогональном статистическом комплексе 5 факторных уровней с количеством вариантов 35.

Факторная дисперсия равна 1,6, случайная вариация – 12,29 и их общая сумма – 13,89. Причем дисперсионное отношение  $F_{\phi}$  составило 0,98 и так же не превысило критической величины  $F_{st}=2,69$  (0,05; 4; 30), а значит, нулевая гипотеза остается в силе. В конкретном примере условие  $F_{\phi} \geq F_{st}$  положительно разрешается при выполнении неравенства  $P \geq 0,43$ , в то время как ранее речь шла о  $P \geq 0,83$ . Следовательно, возраст березового леса в большей степени оказывает влияние на пространственную организацию патогена, чем бонитет насаждений. Последнее, по всей видимости, должно отразиться и на повышении коэффициента детерминации. Действительно, по  $k_{\text{д.факт}}=11,52\%$  (прежде  $k_{\text{д.факт}}=4,61\%$ , т. е. с разницей в 6,91%), эффективность определения встречаемости *I. obliquus* в березняках классом возраста древостоя в 2,5 раза превосходит результативность от класса бонитета.

По итогам полученного материала был проведен однофакторный корреляционно-регрессионный анализ с целью установления аналитической формы взаимосвязи между степенью распространенности *I. obliquus* в насаждениях и их возрастом. В этом случае объясняющей переменной X служил возраст древостоя с градацией в один класс, а отклик остался прежним – встречаемость патологического агента.

Линейный коэффициент корреляции  $r=0,95$ , что позволяет предполагать о наличии прямой сильной связи между классом возраста древостоя и распространением гриба (коэффициент близок к 1 и  $0,75 \leq r \leq 1,00$  [5]). Отношение эмпирического выборочного коэффициента корреляции к своей ошибке  $t_{\text{набл}}=6,67$  превосходит  $t_{\text{кр}}=3,18$  (0,05; 3). То есть  $r$  значим статистически, наблюдаемое линейное коррелирование двух явлений действительно, а гипотеза о нулевом наклоне прямой регрессии несостоятельна по тождеству с предположением об отсутствии корреляции вовсе [2]. На рисунке 2 показаны уравнения зависимости степени распространенности *I. obliquus* от класса возраста леса.

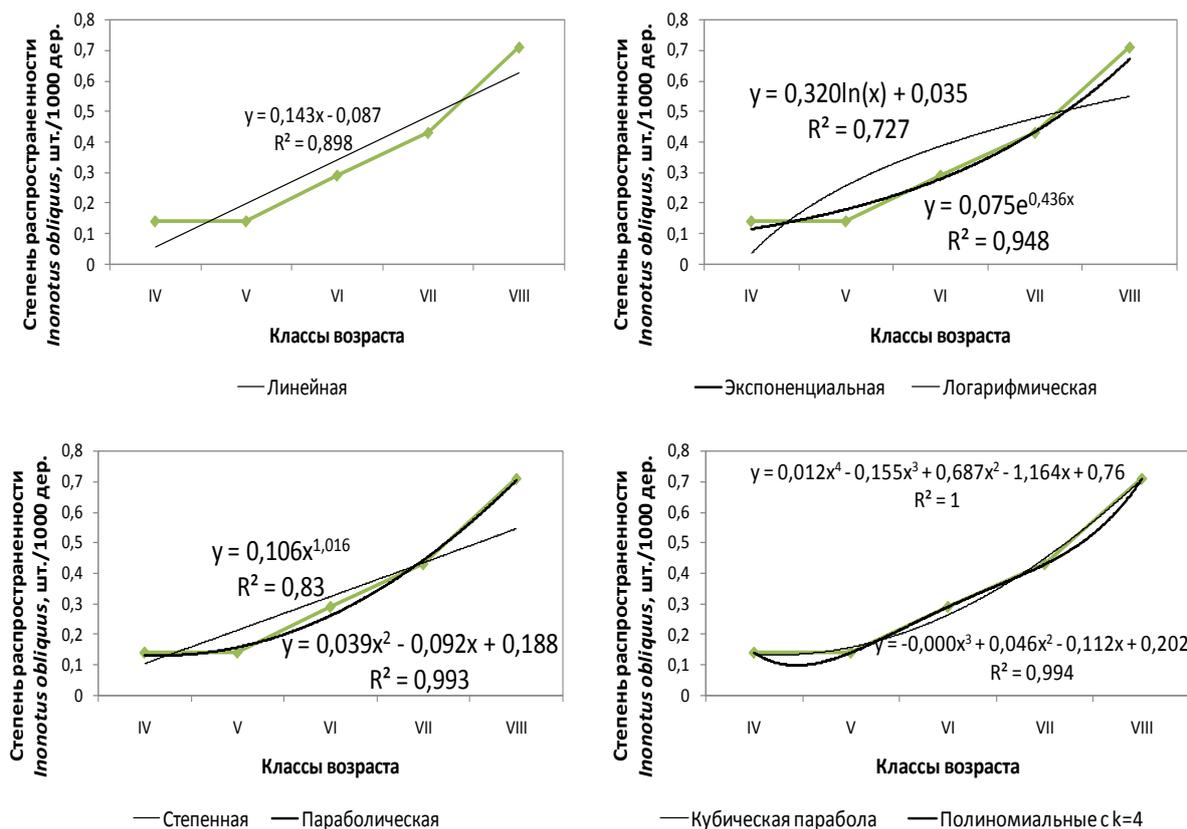


Рис. 2. Регрессии частоты встречаемости *I. obliquus* на класс возраста

Проверка линейной модели по величине достоверности аппроксимации свидетельствует о довольно высоком качестве уравнения регрессионной функции (общая описательная составляющая около 90%). Вывод о достоверности меры определенности и всей построенной при ее обосновании модели допускает сделать F-критерий Фишера, опытное значение которого 26,68 оказалось больше критического 10,13 (0,05; 1; 3). Однако при  $\alpha = 0,01$  положение об их значимости математически не подтверждается, поскольку в этом случае статистическая величина критерия Фишера 34,1 (0,01; 1; 3) уже превышает наблюдаемую.

Попытаться построить новую модель, которая по качеству превзошла бы предыдущую, при анализе данных статистик все же возможно, например, экспоненциальным аппроксимированием (см. рис. 2) зависимости встречаемости *I. obliquus* в насаждениях от их класса возраста. Так, моделирование уравнения с применением экспоненты позволит на 5% вдобавок к ранее разработанному равенству (по  $R^2$ , 95 против 90%) повысить вероятность прогноза динамики численности возбудителя по возрасту березовых лесов.

Сравнивая в общем и целом нелинейные формализации взаимосвязи степени распространенности чаги и двух таксационных показателей древостоев, классов бонитета и возраста по отдельности, выстроенные по аналогичным криволинейным регрессионным алгоритмам, можно отметить, что в случае с оценкой воздействия бонитета березовых насаждений на частоту встречаемости трутового гриба мера определенности каждой из них составляет: экспоненциальной – 87,4%, логарифмической – 83,6, параболической – 92,4, степенной – 84,9, полиномиальной 3-й степени – 92,7 и полиномиальных всех последующих порядков – 100%. При анализе же влияния возраста березовых насаждений на характер распространения *I. obliquus* экспоненциальная аппроксимация определялась 94,8% детерминацией фактором популяционной численности патогена, логарифмическая – 72,7%, параболическая – 99,3, степенная – 83, многочленная путем кубической параболы – 99,4, а полиномиальные с  $k \geq 4$  – сходной с бонитетом, т.е. 100% (см. рис. 2). Как мы наблюдаем, логарифмические и степенные регрессии в этих двух статистических рядах по эвристичности уступают прямолинейным. В плане прогноза встречаемости ксилотрофа уступает линейной еще и экспоненциальная регрессия на класс бонитета, однако последняя при описании влияния фактора

возраста березняков на распространенность в них *I. obliquus* – одна из самых наиболее прогностичных и правдоподобных. Многочленные уравнения 2, 3 и т.д. степени во втором случае относительно аналогичных нелинейных моделей для установления степени поражаемости *I. obliquus* лесонасаждений по бонитету в предсказаниях динамики численности возбудителя по параметру таксации явно предпочтительнее. Хотя безусловно обращает на себя внимание факт отсутствия IV класса бонитета для организации анализа воздействия фактора бонитета березовых насаждений на степень распространенности трутовика скошенного в настоящей работе, о причине которого сообщалось выше.

### Выводы

1. На степень распространенности *I. obliquus* в березовых лесах оказывают влияние биоэкологические факторы. Встречаемость гриба в целом увеличивается по мере повышения доли участия березы в общей формуле состава древостоя, класса возраста, стадии рекреационной деградации насаждений. Но уменьшается с повышением полноты и бонитета древостоя (от V к Ia классу). В более высокопроизводительных типах леса макромицет менее распространен, чем, соответственно, в низкопродуктивных.

2. Характер встречаемости трутового гриба по-разному обуславливается отдельными морфологическими характеристиками лесонасаждений. Например, возраст древостоя в 2,5 раза сильнее определяет численность популяции *I. obliquus*, нежели его бонитет.

3. Наибольшим качеством прогноза поражаемости факультативным сапротрофом березняков, причем как по бонитету, так и их возрасту, обладают модели, построенные по алгоритмам полиномиального аппроксимирования 4-го и выше порядка, достаточным – также и линейные регрессионные формализации.

Полученные результаты призваны ориентировать лесохозяйственное производство на создание новых и регуляцию уже существующих березовых насаждений разреза рассмотренных показателей таксации в соответствии с критерием минимальной численности популяции трутовика скошенного. Что, в свою очередь, скажется и на результирующем эффекте основных функций, как общепланетарных, так и локальных, выполняемых березовыми лесами. Экспериментальные данные также показывают на неоднородность влияния различных экологических факторов на пространственную организацию ксилотрофа, позволяющую в отношении отдельных таксационных параметров особо избирательно подходить к формированию структуры устойчивых насаждений. Для уменьшения вероятности возникновения эпифитотий вследствие *I. obliquus* рекомендуется:

- стремиться к созданию высокобонитетных березовых древостоев, поскольку условия местопроизрастания – ведущие факторы, определяющие взаимоотношения структурно-функциональных элементов любых экосистем леса и оказывающие заметное влияние на общее фитосанитарное состояние лесных биогеоценозов;
- содействовать образованию разновозрастных березняков, так как возрастная структура лесонасаждений имеет организующий характер, определяет глубину и направление фитопатологического воздействия на лесные комплексы планеты;
- своевременно назначать в рубку и выбирать спелые и перестойные насаждения, уже выработавшие свои основные функции;
- изымать пораженные *I. obliquus* деревья в ходе проведения периодических санитарных рубок и др.

### Литература

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. – 5-е изд., доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
4. Лесостроительная инструкция: утв. Приказом МПР России от 06.02.2008 г. №31. – М., 2008. – 56 с.
5. Лялин В.С., Зверева И.Г., Никифорова Н.Г. Статистика: теория и практика в Excel. – М.: Финансы и статистика, 2010. – 448 с.
6. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. – М.: Дрофа, 2004. – 624 с.

7. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. Введен 1983-23-05. – 60 с.
8. ГОСТ 8.207-76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов измерений. Введен 1977-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 8 с.
9. Сергеев П.Н. Лесная таксация. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1953. – 311 с.
10. Справочник лесничего / под общ. ред. А.Н. Филипчака. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: ВНИИЛМ, 2003. – 640 с.
11. Ушаков А.И. Лесная таксация и лесоустройство. – М.: Изд-во МГУЛ, 1997. – 176 с.
12. Чупахина Г.Н. Физиологические и биохимические методы анализа растений. – Калининград: Изд-во Калинингр. ун-т, 2000. – 59 с.



УДК 551.56/58+551.58

М.Ф. Андрейчик, Л.Д.-Н. Монгуш

### ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДЕКСА КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ НА ФОНЕ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА В ХЕМЧИКСКОЙ КОТЛОВИНЕ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

*Изучена динамика и выявлена связь между индексом континентальности и среднегодовой температурой воздуха. В качестве критерия оценки континентальности климата предлагается новый параметр – показатель изменения климата.*

**Ключевые слова:** климат, потепление, индекс континентальности, показатель изменения климата.

M.F. Andreychik, L.D.-N. Mongush

### THE CONTINENTALITY INDEX RESEARCH ON THE CLIMATE WARMING BACKGROUND IN KHEMCHIKSKAYA HOLLOW OF THE TYVA REPUBLIC

*The dynamics is studied and connection between the continentality index and the average annual air temperature is revealed. The new parameter – the index of climate change – is suggested as a criterion for the climate continentality assessment.*

**Key words:** climate, warming, continentality index, climate change index.

---

**Введение.** Хемчикская котловина расположена в долине р. Хемчик на расстоянии 2400–3200 км от океанов (рис. 1).

Климат в котловине резко континентальный: абсолютный минимум температуры января составляет минус 48,6 °С (1969 г.), а абсолютный максимум самого теплого месяца (июля) плюс 39,9 °С (1995 г.). В зимний период котловина находится в зоне обширного и устойчивого антициклона, центр которого расположен над Монголией.

**Актуальность темы.** По теоретическим предпосылкам индекс континентальности должен выражаться обратной линейной связью, так как процесс потепления характеризуется постепенным повышением температуры воздуха. На самом же деле данный показатель графически изображается полиномами 4-6 степени, приближающимися к синусоидальной кривой, что противоречит закономерности динамики среднегодовой температуры воздуха.

**Цель исследования.** Изучить динамику и выявить связь между индексом континентальности и среднегодовой температурой воздуха.

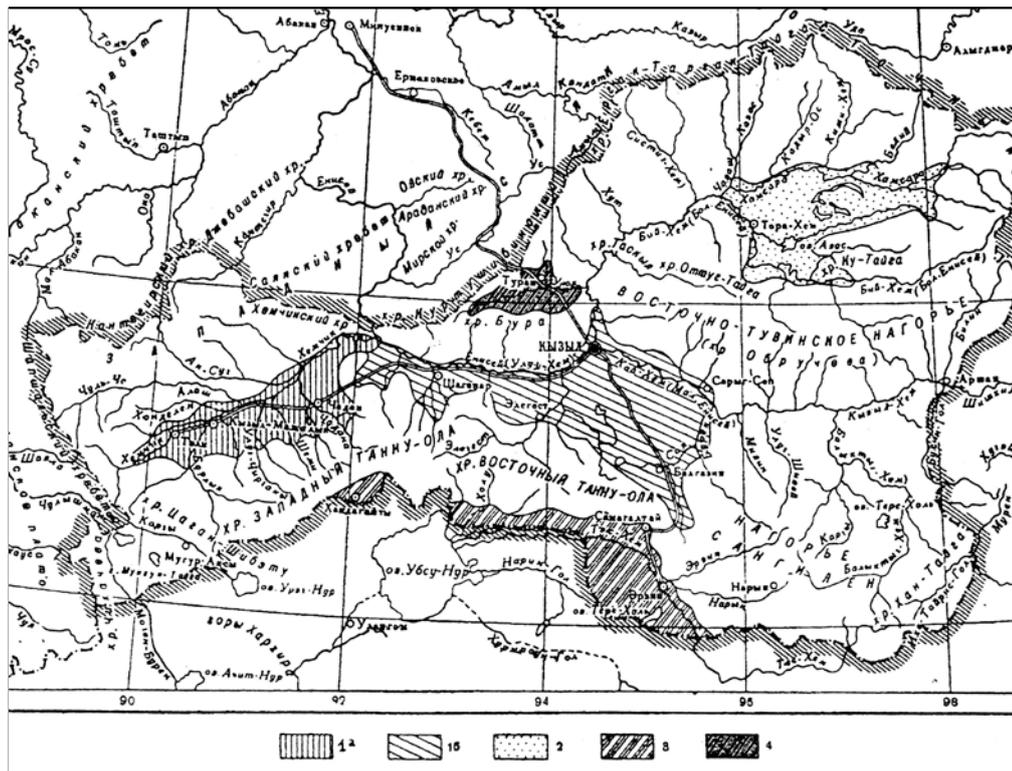


Рис. 1. Орографическая схема Республики Тыва: Котловины: 1 – Центрально-Тувинская (1а – Хемчикская, 1б – Улуг-Хемская); 2 – Тоджинская; 3 – Убсунурская; 4 – Турано-Уюкская

### Методика обработки статистических данных

1. Индекс континентальности (К) вычисляли по формуле Горчинского [4]

$$K = \frac{1,7A}{\sin \varphi} - 20,4,$$

где А – годовая амплитуда температуры воздуха;  $\varphi$  – географическая широта.

2. Для оценки изменения климата Всемирная метеорологическая организация рекомендует в качестве исходной характеристики использовать тридцатилетний период – 1961–1990 гг. [3]. Именно от этих средних значений метеорологических параметров данного периода и принято отсчитывать степень изменения климата. Для сравнения динамики изучаемого показателя нами выделены два периода: базовый (1961–1990 гг.) и исследуемый (1977–2010 гг.). Более подробно методика обработки метеорологических данных изложена в нашей работе [1].

### Подходы к определению индекса континентальности

Индекс континентальности (К) отражает значение доли годовой амплитуды температуры воздуха за счет суши, или величину континентального вклада в годовую амплитуду температуры. Он характеризует степень континентальности климата, главным образом по температурному режиму января и июля месяцев. Из определения следует, что единицей измерения К является процент (%), а из формулы, приведенной в п.1, – °С, т.е. возникает противоречие между географической верностью и математической точностью. На всех нижеприведенных рисунках соблюдены одинаковые масштабы: 1 °С = 1% = 1 (безразмерная единица измерения для предлагаемого нового показателя изменения климата).

Об отсутствии единого мнения по определению К говорит тот факт, что в научной литературе предложено около 20 различных вариантов вычисления индекса континентальности, с помощью которых можно дать краткую и сравнимую оценку этого важного свойства климата. Почти все они основаны на учете годовой амплитуды температуры воздуха [2, 5].

В литературу введен даже показатель мористости, который выводится из формулы теплового баланса. В этом случае индекс континентальности обратно пропорционален затрате тепла на испарение [6]. Естественно, в этом случае значение такого индекса континентальности является усредненным и исключает дифференциацию его анализа на различных формах рельефа исследуемой территории.

В научной литературе нами впервые детально анализируются особенности динамики индекса континентальности на фоне потепления климата. На практике при оценке потепления климата, как правило, используют два показателя – индекс континентальности и годовую амплитуду температуры воздуха.

**Результаты исследований.** Получены следующие параметры статистической обработки индекса континентальности: среднее арифметическое – 76,4, абсолютная ошибка – 1,4, относительная ошибка – 1,8%, коэффициент вариации – 7,7%, область разброса индивидуальных значений –  $\pm 2,86$ , доверительные интервалы – 73,54–79,26.

Регрессионный анализ показывает, что между ними существует функциональная связь. Коэффициент корреляции равен единице, а коэффициент детерминации – 0,9992, т.е. 99,92%, величину индекса континентальности определяет годовая амплитуда температуры воздуха, а лишь 0,08% – географическая широта. В связи с этим мы предлагаем для определения индекса континентальности в Хемчикской котловине использовать следующую формулу:

$$K = 2,2085A - 20,5$$

Уменьшение рассматриваемых параметров указывает на потепление климата, а увеличение – на похолодание. Закономерность изменения двух анализируемых показателей, вычисленных по измеренной температуре воздуха, иллюстрирует рисунок 2.

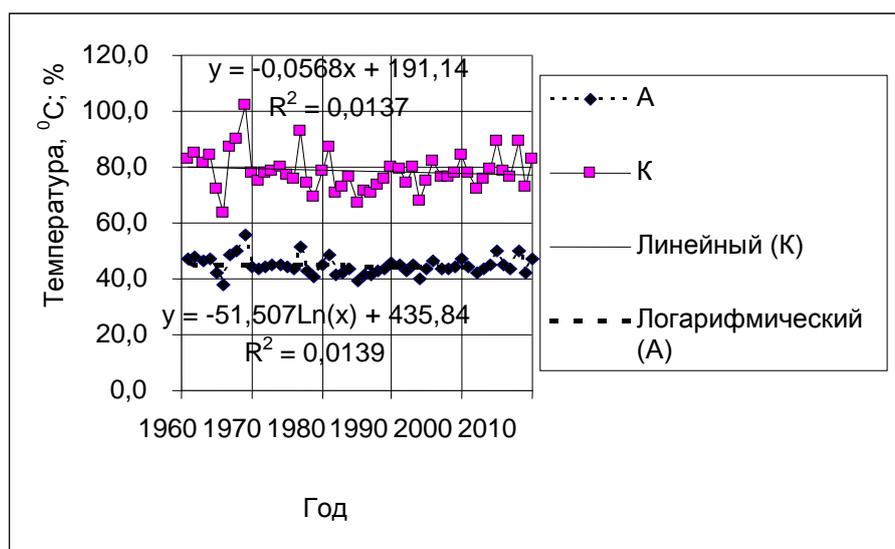


Рис. 2. Динамика индекса континентальности (K) и годовой амплитуды температуры воздуха (A), вычисленных по измеренным значениям июля и января месяцев

Коэффициенты корреляции, вычисленные по коэффициентам детерминации, указывают на отсутствие достоверной связи между исследуемыми параметрами и фактором времени. Это дает основание утверждать лишь о тенденции потепления климата и необходимости для объективной оценки изменения климата использовать методика, рекомендованную Всемирной метеорологической организацией.

Удовлетворительные результаты получены при вычислении аномалий (отклонений) и сглаживании их по 11-летним циклам за 50-летний период (рис. 3).

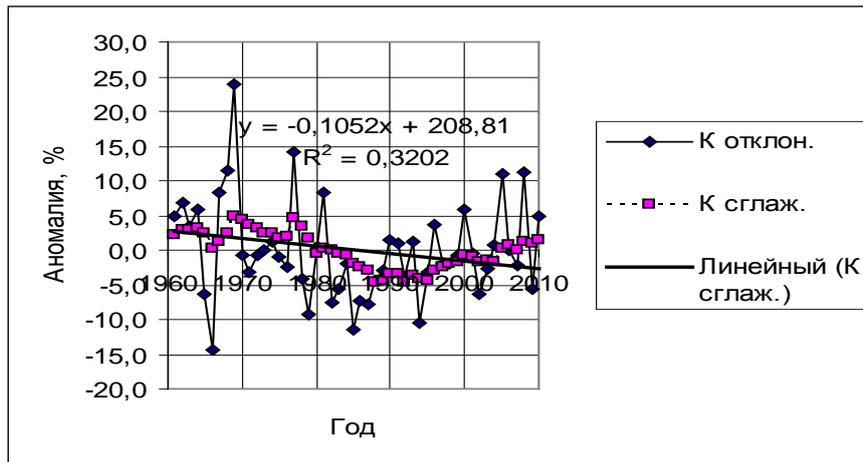


Рис. 3. Динамика аномалий (К отклон) и аномалий индекса континентальности (К), сглаженных по 11-летним циклам (К сглаж), за период 1961–2010 гг.

Коэффициент линейного тренда показывает, что индекс континентальности уменьшался ежегодно на 0,11, а за 50 лет – на 5,3%.

Однако при уменьшении временного ряда с 50 до 34 лет несинхронность динамики трендов аномалий среднегодовой температуры воздуха и индекса континентальности, сглаженных 11-летним циклом, проявляется более рельефно (рис. 4). Противоречивость заключается в том, что однозначная направленность трендов носит противоположный смысл для сравниваемых климатических показателей. Общим для них является принятое восприятие информации на графике: понижение кривой указывает на уменьшение данного признака, а подъем кривой – на возрастание величины. Однако в нашем случае повышение температуры говорит о потеплении, а повышение индекса континентальности – о тенденции к «похолоданию», об увеличении континентальности климата.

В динамике аномалий среднегодовой температуры воздуха просматриваются циклы солнечной активности со слабой пульсацией максимумов чисел Вольфа. Прогиб криволинейного тренд К в 1992 году указывает экстремум наиболее интенсивного потепления, что не согласуется с динамикой температуры воздуха. По нашему мнению, индекс континентальности является надежным показателем при климатическом районировании Земли, но не совсем приемлем при оценке потепления климата.

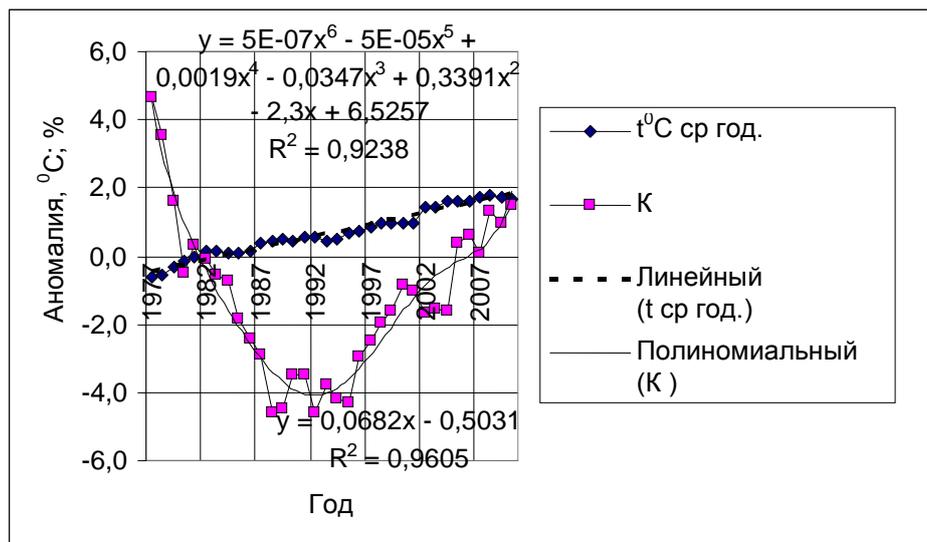


Рис.4. Динамика аномалий среднегодовой температуры воздуха ( $t^{\circ}\text{C}$  ср год) и индекса континентальности, сглаженных по 11-летним циклам за 1977–2010 гг.

Примечание. E – число 10; -07 – степень E. Читается:  $10^{-7}$

Изложенные противоречия обуславливают необходимость введения в климатическую систему нового параметра – показателя изменения климата (ПИК).

Предлагаемый новый параметр определяется по одной и той же методике, что и другие климатические характеристики, и вычисляется отношением сумм аномалий, сглаженных по 11-летним циклам, холодного к теплому периоду

$$\text{ПИК} = \frac{\sum t_x}{\sum t_t},$$

где  $\sum t_x, \sum t_t$  – суммы аномалий температуры воздуха холодного и теплового периодов.

На рисунке 5 хорошо прослеживается согласованность тренда среднегодовой температуры воздуха с линейным трендом ПИК, подтверждающим процесс потепления.

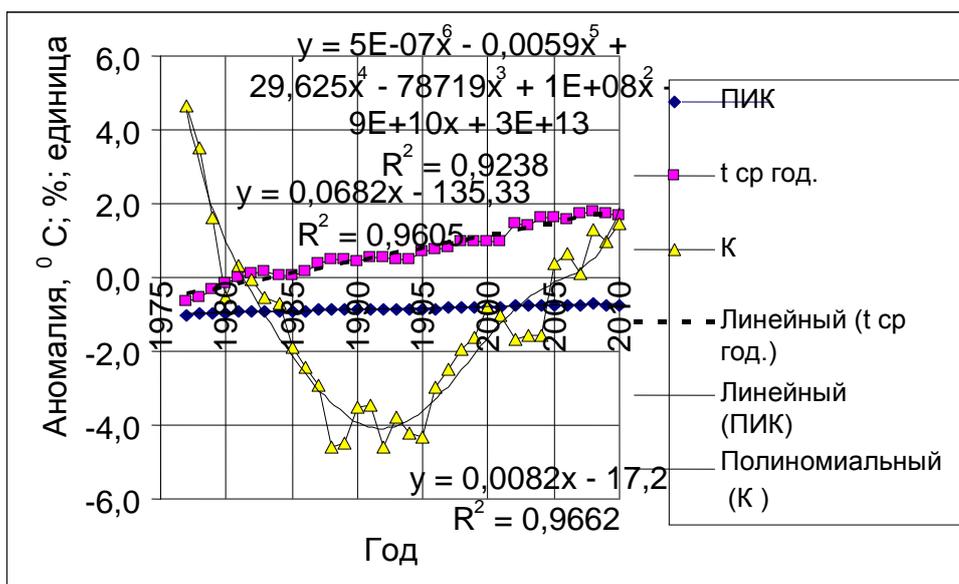


Рис. 5. Динамика аномалий среднегодовой температуры воздуха ( $t_{\text{ср год}}$ ), индекса континентальности (К) и показателя изменения климата (ПИК), сглаженных по 11-летним циклам за 1977–2010 гг.

На рисунке четко прослеживается возрастающая стабильная направленность ПИК. В отличие от индекса континентальности все его значения имеют отрицательные величины. Сущность технологии вычисления ПИК представлена в таблице.

**Технология вычисления показателя изменения климата (ПИК) за 1977–2010 гг. Метеостанция Тээли**

Год	Сумма аномалий температуры воздуха за холодный период (I–III, XI, XII)	Сумма аномалий температуры воздуха за теплый период (IV–X)	ПИК	Год	Сумма аномалий температуры воздуха за холодный период (I–III, XI, XII)	Сумма аномалий температуры воздуха за теплый период (IV–X)	ПИК
1	2	3	4	5	6	7	8
1977	-93,3	92,3	-1,0	1994	-82,7	94,7	-0,9
1978	-92,6	92,7	-1,0	1995	-81,0	95,5	-0,8

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
1979	-90,8	93,2	-1,0	1996	-80,4	95,7	-0,8
1980	-89,7	93,9	-1,0	1997	-80,1	96,4	-0,8
1981	-88,7	94,7	-0,9	1998	-79,6	97,5	-0,8
1982	-88,2	95,8	-0,9	1999	-79,7	98,1	-0,8
1983	-87,6	95,5	-0,9	2000	-80,0	98,3	-0,8
1984	-88,1	95,0	-0,9	2001	-80,5	99,4	-0,8
1985	-87,4	94,0	-0,9	2002	-75,7	100,2	-0,8
1986	-87,0	94,5	-0,9	2003	-76,1	100,1	-0,8
1987	-84,7	95,2	-0,9	2004	-74,6	101,1	-0,7
1988	-84,1	95,3	-0,9	2005	-75,9	102,0	-0,7
1989	-83,9	95,6	-0,9	2006	-75,7	101,3	-0,7
1990	-84,0	95,3	-0,9	2007	-75,3	102,8	-0,7
1991	-83,3	95,4	-0,9	2008	-74,6	103,0	-0,7
1992	-82,5	95,3	-0,9	2009	-75,4	102,6	-0,7
1993	-82,7	94,5	-0,9	2010	-75,4	101,8	-0,7

Аномалии (отклонения) температуры воздуха определяются как разность конкретного года и среднегодовой величины базового периода (1961–1990 гг.). Отрицательные значения аномалий за холодный период указывают на то, что температура зимних месяцев была ниже среднегодовой базового периода. Естественно, величины аномалий теплых месяцев всегда будут иметь только положительный знак, так как среднегодовая температура базового периода, как правило, не превышает минус 4 °С. При делении значений аномалий графы второй на третью мы получаем отрицательные числа.

При оценке потепления климата главным является не знаки ПИК, а качественная сторона процесса динамики: увеличиваются или уменьшаются величины ПИК. Анализ таблицы (графа 4) показывает, что значения ПИК закономерно увеличиваются от минус единицы (1977–1980 гг.) до минус 0,7 в 2004–2010 гг.

Данный метод оценки изменения климата исключает влияние на ПИК непредсказуемых погодных аномалий, поскольку в нем задействованы два качественных фактора – огромный банк статистических данных и широкий диапазон осреднения вычисляемых аномалий температуры воздуха.

**Выводы.** Несинхронность динамики трендов аномалий среднегодовой температуры воздуха и индекса континентальности обуславливает целесообразность введения в качестве критерия оценки континентальности климата новый параметр – показатель изменения климата, принципиально отличающийся от индекса континентальности.

### Литература

1. Андрейчик М.Ф., Чульдун А.Ф. Изменение климата в Улуг-Хемской котловине Тувинской горной области // Оптика атмосферы и океана. – 2010. – Т. 23, № 7. – С. 192–196.
2. Башалханова Л.Б., Буфал В.В., Русанов В.И. Климатические условия освоения котловин Южной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1989. – 159 с.
3. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: техн. резюме. – М., 2008. – 89 с.
4. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 499 с.
5. Klimatologia.ru.
6. Pochemucha.ru.



## СОДЕРЖАНИЕ ЭКОТОКСИКАНТОВ В ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ТЮМЕНСКОГО РАЙОНА

*В статье рассмотрена возможность попадания свинца, кадмия, мышьяка и ртути в организм человека через продукцию птицеводства в условиях Тюменского района. Установлено превышение нормативов по мышьяку в мышечной ткани и яйце птицы на птицефабрике «Тюменский бройлер». Значения кадмия в яйце птицы находились выше предельно допустимых концентраций на всех птицефабриках Тюменского района.*

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, мышечная ткань птицы, яйцо.

*E.V. Gaevaya, E.V. Zakharova, L.N. Skipin*

## THE ECOLOGICAL TOXICANT CONTENT IN THE TYUMEN REGION POULTRY PRODUCTS

*The possibility of lead, cadmium, arsenic and mercury ingress into the human body through the poultry products in the Tyumen region is considered in the article. The excess of standards on arsenic in the poultry muscle tissue and eggs in the poultry farm "Tyumen Broiler" is established. The cadmium values in the poultry egg were higher than the maximum permissible concentration in all Tyumen region poultry farms.*

**Key words:** heavy metals, poultry muscle tissue, egg.

---

**Введение.** Птицеводство – наиболее динамичная и наукоемкая отрасль. Она вносит весомый вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны, обеспечивая в рационе россиян до 40% высококачественного животного белка за счет яиц и мяса птицы. Но наряду с этим существует проблема загрязнения мяса птицы тяжелыми металлами (свинцом, кадмием, мышьяком, ртутью), попадающими в корма из внешней среды, не всегда позволяющая получить экологически безопасную продукцию птицеводства.

Проблема безопасности продуктов питания актуальна всегда, так как это один из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранение генофонда. Под безопасностью продуктов питания следует понимать не только отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении, но и отсутствие опасности отдаленных последствий (канцерогенного, мутагенного и тератогенного действия) [1]. Однако не всегда возможно обеспечить безопасность животноводческой продукции, так как она является составной частью пищевой цепочки и отражают характер взаимодействия живого организма с условиями окружающей среды [2,3].

Опасную в токсикологическом отношении группу веществ составляют тяжелые металлы.

**Цель исследований.** Рассмотреть возможность попадания тяжелых металлов в организм человека через продукцию птицеводства в условиях Тюменского района.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Исследования проводились в испытательной лаборатории ГУ «Тюменская областная ветеринарная лаборатория» на соответствие установленным требованиям по содержанию тяжелых металлов в продукции птицеводства. Определение осуществлялось на атомно-абсорбционных спектрах «МГА-915» согласно ГОСТ 30178-96 (свинец, мышьяк, кадмий), «РА-915» – согласно МВИ М 04-46-2007 (ртуть).

Для гигиенической оценки уровней содержания тяжелых металлов использованы действующие в России нормативы допустимого содержания этих токсикантов в продукции. Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани птиц представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани птицы по птицефабрикам Тюменского района, мг/кг

Токсикант	Значение	ПДК	п/ф «Боровская»	п/ф «Тюменский бройлер»	п/ф «Пышминская»
Свинец	$\bar{X}$	0,5	0,1973±0,0295	0,1921±0,0288	0,1818±0,0273
	$X_{\min}$		0,0886±0,0132	0,0338±0,0050	0,0809±0,0121
	$X_{\max}$		0,4079±0,0612	0,3667±0,0550	0,4148±0,0672
Мышьяк	$\bar{X}$	0,1	0,0486±0,0073	0,0577±0,0087	0,0325±0,0049
	$X_{\min}$		0,0122±0,0003	0,0212±0,0031	0,0024±0,0004
	$X_{\max}$		0,0966±0,0028	<b>0,1178±0,0027</b>	0,0887±0,0133
Кадмий	$\bar{X}$	0,05	0,0274±0,0026	0,0213±0,0032	0,0287±0,0043
	$X_{\min}$		0,0050±0,0007	0,0050±0,0008	0,0091±0,0013
	$X_{\max}$		0,0323±0,0048	0,0421±0,0063	0,0449±0,0067
Ртуть	$\bar{X}$	0,03	0,0067±0,0014	0,0056±0,0012	0,0039±0,0007
	$X_{\min}$		0,0003±0,0001	0,0016±0,0004	0,0003±0,0001
	$X_{\max}$		0,0261±0,0062	0,0084±0,0016	0,0056±0,0014

Результаты исследований показали, что содержание свинца в мясе кур не превышает предельно допустимых норм. Концентрация этого элемента на птицефабриках Тюменского района находится в пределах от 0,0338 до 0,4148 мг/кг и является безопасной для поступления в организм человека.

Отмечено повышенное содержание мышьяка на птицефабрике «Тюменский бройлер», которое составило 0,12 мг/кг (ПДК 0,1 мг/кг), общий процент превышения из данной выборки образцов составил 2%. Исследования содержания кадмия в мясе кур показали, что данный элемент варьирует от 0,005 до 0,044 мг/кг и не превышает допустимых норм. В то же время максимальные значения кадмия достигают критических отметок 0,0449 мг/кг (при ПДК 0,05 мг/кг), которые наблюдались на птицефабрике «Пышминская».

Содержание ртути на птицефабриках Тюменского района находилось в пределах допустимых концентраций. Максимальное значение ртути наблюдалось на птицефабрике «Боровская» и составляло 0,026 мг/кг при ПДК 0,03 мг/кг.

Экотоксиканты, попавшие в организм, распределяются в нем неравномерно. Первый удар принимают на себя основные органы выделения (печень, почки, легкие и т.д.). В частности, попав в печень, они могут претерпевать различные изменения, даже с благоприятным для организма исходом, что способствуют их обезвреживанию и выведению через почки и кишечник. Если эти механизмы уже не срабатывают, то происходит накопление тяжелых металлов в организме животного [4, 5].

Результаты исследований содержания тяжелых металлов в паренхиматозных органах птицы (печень, сердце, желудки) по птицефабрикам Тюменского района представлены в таблице 2.

Таблица 2

## Содержание тяжелых металлов в паренхиматозных органах птицы по птицефабрикам Тюменского района, мг/кг

Токсикант	Значение	ПДК	п/ф «Боровская»	п/ф «Тюменский бройлер»	п/ф «Пышминская»
1	2	3	4	5	6
Свинец	$\bar{X}$	0,6	0,2189±0,0328	0,2902±0,0435	0,2852±0,0428
	$X_{\min}$		0,0979±0,0146	0,1699±0,0254	0,1718±0,0257
	$X_{\max}$		0,3657±0,0548	0,5269±0,0790	0,5247±0,0790

1	2	3	4	5	6
Мышьяк	$\bar{X}$	1,0	0,0988±0,0148	0,0869±0,0130	0,0449±0,0067
	$X_{\min}$		0,0147±0,0022	0,0424±0,0063	0,0128±0,0019
	$X_{\max}$		0,3550±0,0106	0,1361±0,0204	0,0951±0,0143
Кадмий	$\bar{X}$	0,3	0,0255±0,0038	0,0251±0,0038	0,0316±0,0047
	$X_{\min}$		0,0125±0,0019	0,0107±0,00594	0,0100±0,0048
	$X_{\max}$		0,0600±0,0090	0,0594±0,0017	0,0614±0,0092
Ртуть	$\bar{X}$	0,1	0,0072±0,0018	0,0072±0,0018	0,0072±0,0018
	$X_{\min}$		0,0009±0,0002	0,0009±0,0002	0,0009±0,0002
	$X_{\max}$		0,0221±0,0033	0,0131±0,0033	0,0149±0,0029

Содержание свинца в паренхиматозных органах птицы находилось на уровне предельно допустимых концентраций. В то же время максимальные значения в некоторых образцах достигают критических отметок по данному элементу 0,52 мг и 0,53 мг/кг, что характерно для птицефабрик «Пышминская» и «Тюменский бройлер».

Максимальное значение мышьяка наблюдалось на птицефабрике «Боровская» и составило 0,36 мг/кг, что в 6 раз ниже предельно допустимых норм. Исследования по содержанию кадмия в паренхиматозных органах показали, что его значения находились ниже установленных нормативов. Из данных таблицы видно, что максимальные и минимальные значения на птицефабриках были в несколько десятков раз ниже ПДК.

Количественное содержание ртути было отмечено на уровне 0,001–0,02 мг/кг и находилось на уровне предельно допустимых концентраций.

Куриное яйцо является ценнейшим пищевым продуктом и входит в рацион большинства людей разного возраста. Усвояемость компонентов яйца составляет 96–98%. В составе данного продукта в организм человека поступают не только химические элементы, обладающие пищевой ценностью, но и разнообразные загрязнители, источником которых является окружающая среда. Поэтому степень загрязнения куриного яйца тяжелыми металлами напрямую зависит от уровня загрязнения ими компонентов природной среды.

Яйцо содержит большой запас питательных веществ, источником которых является организм птицы, поэтому логично предположить, что концентрация тяжелых металлов в нем напрямую связана с их количеством в организме кур. В наших исследованиях проведена оценка куриного яйца по содержанию в нем тяжелых металлов, которые обычно имеют антропогенное происхождение.

Результаты собственных исследований содержания тяжелых металлов в курином яйце по птицефабрикам Тюменского района наглядно приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Содержание тяжелых металлов в курином яйце по птицефабрикам Тюменского района, мг/кг**

Токсикант	Значение	ПДК	п/ф «Боровская»	п/ф «Тюменский бройлер»	п/ф «Пышминская»
1	2	3	4	5	6
Свинец	$\bar{X}$	0,3	0,1391±0,0209	0,1255±0,0188	0,1120±0,0168
	$X_{\min}$		0,0454±0,0068	0,0376±0,0011	0,0358±0,0054
	$X_{\max}$		0,2836±0,0425	0,2543±0,0381	0,2750±0,0412
Мышьяк	$\bar{X}$	0,1	0,0434±0,0070	0,0437±0,0065	0,0269±0,0040
	$X_{\min}$		0,0037±0,0006	0,0093±0,0014	0,0078±0,0012
	$X_{\max}$		0,1001±0,0030	0,0853±0,0025	0,0579±0,0017

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
Кадмий	$\bar{X}$	0,01	0,0232±0,0035	0,0146±0,0022	0,0126±0,0019
	$X_{\min}$		0,0053±0,0008	0,0019±0,0003	0,0037±0,0005
	$X_{\max}$		0,0822±0,0123	0,0822±0,0123	0,0301±0,0009
Ртуть	$\bar{X}$	0,02	0,0063±0,0016	0,0045±0,0011	0,0037±0,0009
	$X_{\min}$		0,0004±0,0002	0,0009±0,0002	0,0006±0,0001
	$X_{\max}$		0,0200±0,0040	0,0120±0,0030	0,0120±0,0024

Содержание свинца в курином яйце на птицефабриках не превышало предельно допустимых концентраций. Максимальные значения элемента наблюдались на птицефабриках «Боровская» и «Пышминская», которые составляли 0,28 и 0,22 мг/кг соответственно.

Количественное содержание мышьяка в исследуемых пробах варьирует в широких пределах. На птицефабрике «Боровская» минимальное значение составляло 0,004 мг/кг, что в несколько десятков раз ниже ПДК, а максимальное – 0,1001 мг/кг, что незначительно превышало предельно допустимые концентрации, процент несоответствия данной продукции по этому элементу составил 1% из общей выборки. Коэффициент аккумуляция мышьяка в курином яйце на п/ф «Боровская» составил 0,89, при этом корреляционная зависимость между содержанием этого элемента в мышечной ткани и яйце слабая ( $r=0,19$ ). Содержание данного элемента на птицефабриках «Тюменский бройлер» находилось от 0,009 до 0,09 мг/кг, а на «Пышминской» от 0,008 до 0,06 мг/кг, что соответствовало установленным нормам.

Содержание кадмия в курином яйце находилось в пределах от 0,002 до 0,08 мг/кг. На всех исследуемых птицефабриках Тюменского района было отмечено превышение предельно допустимых концентраций. Так, значения этого элемента в исследуемых пробах превышали в 1,4–8,2 раза ПДК. Поступление кадмия в куриное яйцо свыше предельного уровня зафиксировано в 30% проб из общего количества исследуемых образцов.

Увеличение концентрации кадмия в составе куриного яйца является следствием накопления металла в организме птицы, это подтверждает коэффициент аккумуляции, который составил 0,85 (п/ф «Боровская»), 0,69 (п/ф «Тюменский бройлер») и 0,4 (п/ф «Пышминская»). Значения коэффициентов корреляции свидетельствуют о наличии средней связи, о чем указывают полученные данные: 0,45 (п/ф «Боровская»), 0,31 (п/ф «Тюменский бройлер») и 0,67 (п/ф «Пышминская»).

Результаты исследований показали, что содержание ртути в яйце не превышало принятой ПДК 0,02 мг/кг. На птицефабрике «Боровская» наличие этого элемента находилось на уровне предельно допустимых норм, его концентрация составила 0,02 мг/кг. На птицефабриках «Тюменский бройлер» и «Пышминская» концентрация тяжелого металла не вызывает опасений для здоровья человека.

**Заключение.** При анализе полученных данных по содержанию тяжелых металлов в птицеводческой продукции Тюменского района выявлено превышение установленных нормативов по мышьяку в мышечной ткани птицы на птицефабрике «Тюменский бройлер», а остальные показатели данной продукции соответствовали нормам.

В паренхиматозных органах птицы содержание токсических элементов находилось на уровне установленных норм, что нельзя сказать о содержании данных экотоксикантов в курином яйце. Превышение мышьяка в яйце птицы наблюдалось на птицефабрике «Тюменский бройлер», а содержание кадмия в этом продукте находилось выше предельно допустимых концентраций на всех птицефабриках Тюменского района.

Порядок распределения металлов в птицеводческой продукции располагался в одинаковой последовательности. Так, концентрация элементов уменьшалась в ряду  $Pb > As > Cd > Hg$ .

При установлении уровня загрязненности тяжелыми металлами в птичьей продукции выявлено, что аккумуляция свинца, мышьяка и кадмия уменьшалась в ряду: паренхиматозные органы > мышечная ткань птицы > яйцо, а аккумуляция ртути происходила иначе и может быть представлена следующим рядом: паренхиматозные органы > яйцо > мышечная ткань птицы. По результатам анализа полученных данных установлено, что наибольшей способностью аккумулировать металлы обладают паренхиматозные органы. По-

вышенное количество тяжелых металлов в пробах паренхиматозных органов птицы по сравнению с их количеством в других исследованных частях организма объясняется их функциональными особенностями.

### Литература

1. Нечаев А.П., Скурихин И.М. Все о пище с точки зрения химика – М.: Высш. шк., 1991. – 286 с.
2. Буглович С.Ю., Дублецкая М.М. Химические вещества и качество продуктов. – Минск: Ураджай, 1986. – С. 212–245.
3. Данченко Л.В., Надьикта В.Д. Безопасность пищевой продукции – М.: Пищепромиздат, 2001. – 525 с.
4. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / П.А. Авцин, А.А. Жаворонков, М.А. Риш [и др.] // Медицина. – М., 1991. – 496 с.
5. Трахтенберг И.М., Коршун М.Н. Ртуть и ее соединения в окружающей среде. – Киев: Выща шк., 1990. – 232 с.



УДК 595.796(470.5)+502.5:504.5

А.В. Гилев

### ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА МУРАВЬЕВ В ЛЕСОПАРКАХ г. ЕКАТЕРИНБУРГА\*

*Изучалось влияние рекреационной нагрузки на сообщества почвообитающих муравьев в лесопарках г. Екатеринбурга. Выявлено, что на участках, подверженных сильной рекреационной нагрузке, происходит заметное угнетение сообщества муравьев, выражающееся в снижении числа видов и количества рабочих особей в учетах. Однако в разных лесопарках эта закономерность проявляется по-разному. Рекреационная нагрузка также выступает как сложное, комплексное явление, оказывающее разнообразное воздействие на сообщества муравьев.*

**Ключевые слова:** муравьи, виды, лесопарк, рекреация, влияние.

A.V. Gilev

### THE RECREATION INFLUENCE ON THE ANTS IN YEKATERINBURG FOREST PARKS

*The recreational loading influence on the terricolous ant communities in Yekaterinburg forest parks is studied. It is revealed that on the sites exposed to strong recreational load, there is noticeable ant community oppression, expressed in the decrease in number of types and quantities of working individuals in accounts. However, in different forest parks this regularity is expressed differently. The recreational load also acts as the difficult, complex phenomenon exerting various influence on ant communities.*

**Key words:** ants, types, forest park, recreation, influence.

---

**Введение.** Развитие городов, рост численности городского населения приводят к резкому возрастанию рекреационной нагрузки на окрестные леса. В выходные дни тысячи горожан устремляются на природу. В современных условиях развития общественного и личного транспорта, коллективного садоводства, дачных поселков зона, где ощущается влияние города, достигает 100 км в диаметре [5]. Максимальная нагрузка приходится на лесопарки – участки леса, примыкающие к городу и специально предназначенные для отдыха горожан (не считая парков и скверов, которые уже не являются лесными экосистемами, а представляют собой городские местообитания [8]). В обозримом будущем численность городского населения будет только возрастать, и поэтому рекреационная нагрузка сегодня – один из наиболее существенных факторов антропогенного воздействия, имеющий к тому же достаточно разнообразные формы проявления.

---

\* Исследование выполнено при поддержке проекта 12-4-005-СГ ориентированных фундаментальных исследований УрО РАН.

Изучение муравьев в лесопарках городов Среднего и Южного Урала проводится с начала 70-х годов XX века [6,11,12]. Население муравьев окрестностей г. Екатеринбурга изучено достаточно подробно, дана экологическая характеристика обнаруженных видов муравьев [9,10]. В настоящей работе предпринята попытка оценить влияние рекреационной нагрузки на сообщества муравьев в лесопарках г. Екатеринбурга. Одной из задач работы также была отработка экспресс-методов исследования сообществ муравьев для целей мониторинга.

**Материал и методика.** Изучение влияния рекреации на муравьев проводилось в июле–августе 2012 года на территории четырех лесопарков г. Екатеринбурга (Шарташский, Лесоводов России, Уктусский, Юго-Западный). На территории каждого лесопарка были выбраны участки с высокой рекреацией и условно малопосещаемые. Выбирались участки леса с преобладанием сосны и, по возможности, в стороне от пешеходных троп. Исследование сообществ муравьев проводилось методом сахарной съемки.

На каждом участке были поставлены линии сахарных приманок, по 10 приманок через 1 м, с экспозицией 1 ч и учетом муравьев через каждые 15 мин. Всего на каждом участке было выставлено по 2–3 учетных линии. Дополнительно проводился визуальный учет рабочих особей муравьев в ближайших окрестностях выставленных линий. Определение муравьев проводилось визуально в полевых условиях, с использованием ручной лупы. Всего учтено около 3500 особей муравьев 7 видов. Результаты приведены в таблице.

### Результаты учета муравьев в лесопарках г. Екатеринбурга

Вид муравьев	Рекреация		Контроль		Рекреация		Контроль	
	Линия	Визуально	Линия	Визуально	Линия	Визуально	Линия	Визуально
<b>Лесоводов России</b>					<b>Юго-Западный</b>			
<i>Formica rufibarbis</i>								
<i>F. fusca</i>						+		+
<i>Camponotus herculeanus</i>								
<i>Lasius niger</i>						+		+
<i>Myrmica ruginodis</i>	8,0	+	324,0	+	14,7	+	17,5	+
<i>M. sulcinodis</i>								
<i>Leptothorax acervorum</i>							0,5	
<b>Всего видов</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		<b>3</b>		<b>4</b>	
<b>Шарташский</b>					<b>Уктусский</b>			
<i>Formica rufibarbis</i>								+
<i>F. fusca</i>				+		+	4,5	+
<i>Camponotus herculeanus</i>								+
<i>Lasius niger</i>		+		+		+	100,5	+
<i>Myrmica ruginodis</i>	455,5	+	87,7	+		+	519,0	+
<i>M. sulcinodis</i>							1,5	
<i>Leptothorax acervorum</i>			0,7				0,5	
<b>Всего видов</b>	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>3</b>		<b>7</b>	

**Результаты и обсуждение.** Как видно из таблицы, всего в изученных лесопарках обнаружено 7 видов муравьев из 5 родов: *Formica*, *Camponotus*, *Lasius*, *Myrmica*, *Leptothorax*. Это, конечно же, далеко не все виды муравьев, обитающие в лесопарках, но задача выявления полного списка видов в данном исследовании и не ставилась. Основной упор был сделан на количественную оценку по наиболее обычным, массовым видам муравьев и на использование сравнительно простых и быстрых методов учета для оценки возможного влияния рекреации на сообщества муравьев.

Из таблицы видно, что во всех случаях наблюдаются заметные различия населения муравьев в зонах, подверженных сильной рекреации, и в условном контроле. Однако по лесопаркам результаты сильно разнятся вследствие неодинаковых условий (площади и доступности территории, лесорастительных условий, рельефа, посещаемости и т.д.). Представляется интересным рассмотреть это подробнее.

Наиболее бедное сообщество муравьев обнаружено в лесопарке **Лесоводов России** – единственный вид мирмик и в рекреационной зоне, и в контроле. Для этого лесопарка характерна средняя степень рекреационной нагрузки, с локальной концентрацией посетителей вблизи системы небольших озерков и со слабой нагрузкой в остальных частях парка. Для территории парка, однако, характерно сильное зарастание малиной и крапивой, местами развиты заросли папоротника. Условия освещения поверхности почвы достаточно неблагоприятны для муравьев, поэтому присутствует только *M. ruginodis*, наиболее обычный вид уральских таежных лесов. В рекреационной зоне отмечено сильное вытаптывание почвенного покрова, уплотнение почвы, что также неблагоприятно влияет на почвообитающие виды муравьев. И, наконец, в данном лесопарке в наиболее посещаемых местах проводились противоклещевые обработки с выкашиванием полосы растительности вдоль основных троп и зон отдыха. Препараты для этой обработки высокотоксичны для всех членистоногих. Вследствие всего этого в рекреационной зоне численность муравьев резко снижена по сравнению с контрольной (см. табл.).

В **Юго-Западном лесопарке** также отмечается сравнительно бедное сообщество муравьев и низкая численность особей на приманках. Для этого лесопарка характерны сравнительно небольшие размеры и высокая доступность для отдыхающих практически всей территории. Вследствие этого было достаточно трудно выделить контрольные, сравнительно малопосещаемые участки. Так же, как и для предыдущего лесопарка, характерно сильное зарастание малиной и крапивой. Также вдоль основных троп, практически по всей территории лесопарка, весной были проведены противоклещевые обработки с выкашиванием полосы растительности. Очевидно, вследствие этого результаты учетов в рекреационной и условно малопосещаемой зонах этого лесопарка практически не различаются. Однако все же в контрольной зоне найдено больше видов муравьев, чем в рекреационной (см. табл.).

**Шарташский лесопарк** относится к числу наиболее посещаемых в Екатеринбурге, с экстремально высокой рекреационной нагрузкой в прилегающей к городу части [5]. Стоит отметить, однако, что в основном это транзитный поток отдыхающих к одному из наиболее привлекательных для горожан объектов – озеру Шарташ. Для этого лесопарка отмечается обратная реакция муравьиного сообщества – значительный рост численности муравьев на приманках в рекреационной зоне по сравнению с контролем. При этом число видов в контроле все же выше, чем в условиях рекреации (см. табл.). Это может объясняться лесорастительными условиями и характером рельефа, иными, чем в двух предыдущих лесопарках. В рекреационной зоне, вследствие экстремально высокой посещаемости, отмечается значительная вытоптанность подстилки, практически полное отсутствие травостоя. При этом выраженный низкогорно-увалистый рельеф лесопарка, обилие крупных камней на вершинах создают довольно благоприятные для почвенных видов муравьев местообитания, хорошо прогреваемые, с большим количеством надежных убежищ для их гнезд. Осталось неясным, проводились ли в окрестностях учетной площадки противоклещевые обработки и в каком объеме, но высокое обилие муравьев позволяет нам предположить, что в данном месте они не проводились.

В контроле, в удаленной от города части лесопарка посещаемость территории отдыхающими значительно меньше, сильно развит подлесок из молодой березы, рябины, шиповника, высокий травостой. Численность муравьев на приманках в этих условиях оказалась значительно ниже, но число видов – выше, чем в рекреационной зоне (см. табл.).

**Уктусский лесопарк** также относится к числу наиболее посещаемых. Уктусские горы – любимое место зимнего отдыха горожан, база для тренировки спортсменов-лыжников, поэтому основной наплыв посетителей там отмечается зимой. Но и летом в частях, прилегающих к городу, рекреационная нагрузка высокая. В этом лесопарке, в отличие от предыдущих, случались пожары, и часть территории занята горящими в разной стадии зарастания. Обе учетные площадки, и рекреационная, и условный контроль, также заложены на участках со следами низового пожара. В рекреационной зоне, кроме того, проводились обширные противоклещевые обработки.

Все это, на наш взгляд, и явилось причиной того, что на участке с рекреационной нагрузкой на сахарных приманках не было обнаружено ни одной особи муравьев. Визуальные учеты показали наличие рабочих особей трех видов муравьев, но очень локально и единично (см. табл.). Более того, на данном участке во-

обще не обнаруживаются никакие членистоногие на поверхности почвы. Отмечаются только летающие насекомые – бабочки, мухи, стрекозы. И это при том, что данный склон Уктусских гор в значительной степени открыт (проложена широкая горнолыжная трасса) и хорошо прогреваем.

В условном контроле же отмечается прямо противоположная картина. И число видов, и обилие муравьев на приманках максимально для всех изученных лесопарков. Уктусские горы, там, где нет чрезмерной рекреации и противоклещевых обработок, являются очень благоприятным местообитанием для муравьев. Конечно, в повышение разнообразия муравьев вносит свой вклад и экотонный эффект, связанный с наличием зарастающих гарей (именно на краю зарастающей березово-осиновым мелколесьем гари отмечены *F. rufibarbis* и *C. herculeanus*), однако и на сахарных приманках отмечено 5 видов муравьев, причем иногда 2–3 вида на одной приманке. На одной из приманок отмечено очень интересное явление: вытеснение мирмик лазиусами, произошедшее сравнительно мирно (мирмики просто ушли с приманки, когда численность лазиусов начала стремительно увеличиваться).

Таким образом, при изучении влияния рекреации на почвообитающих муравьев в лесопарках г. Екатеринбург выявляется ряд общих закономерностей. На участках, подверженных сильной рекреационной нагрузке, отмечается заметное угнетение сообщества муравьев, которое выражается в уменьшении числа видов и в сильном снижении числа особей муравьев, привлеченных на приманки. В разных лесопарках эта закономерность проявляется по-разному, в зависимости от рельефа, лесорастительных условий, а также от общей доступности и привлекательности территории, что определяет распределение отдыхающих по территории и их концентрацию в определенных, особо привлекательных местах.

Это достаточно хорошо согласуется с результатами аналогичных исследований, проведенных в разных городах и природных зонах. Отмечено, что в зонах рекреационной нагрузки происходит уменьшение числа видов и плотности поселений муравьев, численности населения гнезд и средних размеров рабочих особей [1–4, 7, 13, 14]. Соответственно уменьшается и число рабочих особей на территории.

Рекреационная нагрузка в нашем исследовании выступает как очень сложное, комплексное явление, включающее в себя непосредственное влияние отдыхающих на биоценоз (такое, как вытаптывание подстилки), негативные последствия от их присутствия (например, пожары), а также комплекс мер по благоустройству территории лесопарков для обеспечения комфорта и безопасности отдыхающих. Из этих последних одним из наиболее сильно влияющих на муравьев факторов оказались противоклещевые обработки вдоль пешеходных дорожек и на посещаемых участках, которые в крайнем варианте приводят к практически полному исчезновению герпетобионтных членистоногих.

### Литература

1. Бугрова Н.М. Многовидовая ассоциация муравьев в лесопарковой зоне Новосибирского Академгородка // Муравьи и защита леса. – Новосибирск, 1987. – С. 62–64.
2. Бугрова Н.М. Мирмекокомплексы рекреационных лесов Новосибирского Академгородка // Муравьи и защита леса. – М., 1991. – С. 27–30.
3. Бугрова Н.М. Влияние сети троп и дорог на распределение муравьев // Муравьи и защита леса. – М., 1998. – С. 154–156.
4. Бугрова Н.М. Влияние антропогенной трансформации среды на своеобразие экологических групп муравьев // Муравьи и защита леса. – Пермь, 2001. – С. 154–157.
5. Гаврилов Г.М., Игнатенко М.М. Благоустройство лесопарков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 183 с.
6. Гниненко Ю.И. Муравьи в населенных пунктах Урала // Проблемы промышленных городов Урала: тез. докл. 2-й Урал. конф. молодых ученых и специалистов. – Свердловск, 1975. – С. 49–50.
7. Зюзгина Е.А. Влияние рекреационных воздействий на структуру ассоциаций муравьев // Муравьи и защита леса. – М., 1998. – С. 159–160.
8. Клауснитцер В. Экология городской фауны. – М.: Мир, 1990. – 246 с.
9. Малоземова Л.А., Малоземов Ю.А. Муравьи урбанизированных территорий Среднего Урала // Фауна и экология насекомых Урала. – Пермь, 1993. – С. 100–108.
10. Малоземова Л.А., Малоземов Ю.А. Экологические особенности муравьев урбанизированных территорий // Экология. – 1999. – №4. – С. 313–316.

11. Скрыльков А.И. Рыжие лесные муравьи Челябинского бора // Вопросы зоологии. – Челябинск, 1973а. – Вып. 3. – С. 38–41.
12. Скрыльков А.И. Опыт расселения муравьев в Челябинском городском бору // Человек и биосфера: тез. докл. Урал. конф. молодых ученых. – Свердловск, 1973б. – С. 71–72.
13. Сорокина С.В. Действие рекреационной нагрузки на фауну муравьев соснового леса // Студент и научно-технический прогресс. Биология: мат-лы конф. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 1996. – С. 101–102.
14. Сорокина С.В. Антропогенное воздействие на мирмекофауну городских экосистем // Муравьи и защита леса. – М., 1998. – С. 157–158.



УДК 630.181

Ю.Е. Колосовская

### ИЗМЕНЧИВОСТЬ, ОТБОР КЛОНОВ И РАМЕТ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ

*В статье приведены результаты исследований изменчивости клонов и рамет сосны кедровой сибирской по биометрическим показателям и репродуктивному развитию.*

*Выделены раметы с наилучшими показателями, которые рекомендованы для дальнейшего размножения.*

**Ключевые слова:** клон, рамета, сосна кедровая сибирская, биометрические показатели, репродуктивное развитие, изменчивость.

Yu.E. Kolosovskaya

### VARIABILITY, SELECTION OF CLONES AND RAMETS OF SIBERIAN STONE PINE (PINUS SIBIRICA) PLUS TREES

*The research results of variability of Siberian stone pine (Pinus sibirica) clones and ramets on biometric parameters and reproductive development are given in the article.*

*Ramets with the best parameters are selected and recommended for further reproduction.*

**Key words:** clone, ramet, Siberian stone pine (Pinus sibirica), biometric parameters, reproductive development, variability.

---

**Введение.** Размножению сосны кедровой сибирской прививкой уделяется большое внимание в связи с тем, что этот метод позволяет ускорить начало семеношения, получить повышенные урожаи. Отмечается также, что репродуктивная активность привитых деревьев зависит от географического происхождения, генотипа привоя, возраста подвоя, климатических факторов и др. [Проказин, 1960; Храмова, 1964; Докучаева, 1967; Ирошников, 1971; Твеленев, 1975; Титов, 1977, 2006; Кузнецова, 2003; Матвеева и др., 2009, 2011 и другие].

**Цель исследований.** Изучение изменчивости показателей клонов и рамет от плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской, проведение отбора лучших экземпляров по целевому назначению: ускоренный рост, экологическая продуктивность, раннее репродуктивное развитие.

**Объекты исследований.** Исследования были проведены на гибридно-семенной плантации Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГТУ, где плюсовые деревья сосны кедровой сибирской, произрастающие в Колыванском лесхозе Новосибирской области, были размножены прививкой в 1988 году. В качестве подвоя были взяты сеянцы сосны кедровой сибирской местного (бирюсинского) происхождения.

**Методика исследований.** При проведении исследований определяли высоту, диаметр ствола, диаметр кроны в двух направлениях с определением среднего значения, длину хвои на текущем побеге боковой ветви. При оценке репродуктивного развития учитывали число шишек путем сплошного пересчета, микро-

стробилов, с определением среднего значения пыльниковых колосков на побеге и числа побегов, их имеющих, пользовались общепринятыми методикам.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Изменчивость клонов и рамет плюсовых деревьев новосибирского происхождения, произрастающих в идентичных условиях, проявлялась по таким биометрическим показателям, как высота, диаметр ствола и кроны, длина хвои (табл. 1).

Таблица 1

**Биометрические показатели клонов плюсовых деревьев новосибирского происхождения (2012 г.)**

Номер клона	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	$t_{\phi}$ при $t_{05}=2,04$
<i>Высота, м</i>						
100/64	7,8	0,48	1,84	23,6	6,1	0,19
1	2	3	4	5	6	7
91/55	7,9	0,20	0,79	10,1	2,5	-
94/58	7,4	0,40	0,99	13,4	5,5	1,12
<i>Диаметр ствола, см</i>						
100/64	18,3	1,54	5,95	32,6	8,4	1,46
91/55	20,8	0,85	3,38	16,3	4,1	0,35
94/58	21,4	1,47	3,59	16,8	6,9	-
<i>Диаметр кроны, м</i>						
100/64	4,2	0,23	0,87	20,8	5,4	1,43
91/55	4,4	0,15	0,59	13,3	3,3	0,91
94/58	4,6	0,16	0,39	8,5	3,5	-
<i>Длина хвои, см</i>						
100/64	11,4	0,28	1,07	9,4	2,4	-
91/55	11,0	0,63	2,52	22,9	5,7	0,58
94/58	11,4	0,49	1,20	10,6	4,3	0,00

Средняя высота деревьев варьировала от 7,4 до 7,9 м, диаметр ствола – от 18,3 до 21,4 см, диаметр кроны – от 4,2 до 4,6 м, длина хвои – от 11,0 до 11,4 см, без достоверных различий между вариантами. Уровень варьирования показателей – от низкого до высокого. Среди клонов были выделены отдельные раметы, отличающиеся наибольшими показателями по высоте и диаметру ствола (табл. 2).

Таблица 2

**Отселектированные раметы новосибирского происхождения по быстроте роста**

Номер клона	Номер раметы	Высота		Диаметр ствола	
		м	% к $\bar{x}_{ср.}$	см	% к $\bar{x}_{ср.}$
100/64	3-18	11,0	141,0	24,4	133,3
	8-18	10,3	132,1	27,0	147,5
1	2	3	4	5	6
100/64	13-17	9,1	116,7	29,4	160,7
	7-17	9,0	115,4	28,5	155,7
Среднее значение		7,8	100,0	18,3	100,0
91/55	13-15	9,2	116,5	25,3	121,6
	14-15	8,8	111,4	24,2	116,3
	8-16	8,7	110,1	25,7	123,6
Среднее значение		7,9	100,0	20,8	100,0
94/58	15-14	8,8	118,9	24,9	116,4
Среднее значение		7,4	100,0	21,4	100,0

Максимальную высоту имели раметы 3-18 и 8-18 клона 100/64, 13/15 клона 91/55. По диаметру ствола наибольшими показателями отличались раметы 13-17, 7-17, 8-18 клона 100/64. У клона 94/58 наилучшими показателями по скорости роста отличалась только рамета 15-14.

Также были отобраны лучшие раметы по развитию кроны (табл. 3).

Таблица 3

**Отселектированные раметы по диаметру кроны**

Номер клона	Номер раметы	Диаметр кроны	
		м	% к X <sub>ср</sub>
100/64	7-17	5,9	140,5
	8-18	5,7	135,7
	13-17	5,0	119,0
	3-18	4,9	116,7
Среднее значение		4,2	100,0
91/55	10-16	5,5	125,0
	13-15	5,4	122,7
Среднее значение		4,4	100,0
94/58	18-13	5,1	110,9
Среднее значение		4,6	100,0

Раметы 7-17, 8-18 клона 100/64 имели наибольший диаметр кроны, что превышало среднее значение более чем на 30 %. Среди клона 91/55 раметы 10-16 и 13-15 имели диаметр кроны, превышающий среднее значение на 25,0 и 22,7 %. Внутри клона 94/58 рамета 18-13 отличалась лучшим развитием кроны, диаметр которой был на 10,9 % больше среднего значения.

Среди изучаемых клонов сосны кедровой сибирской новосибирского происхождения были выделены раметы длиннохвойной формы (табл. 4).

Таблица 4

**Отселектированные раметы по длине хвои**

Номер клона	Номер раметы	Длина хвои	
		см	% к X <sub>ср</sub>
100/64	8-18	12,7	111,4
	6-17	12,5	109,6
Среднее значение		11,4	100,0
91/55	11-16	14,2	129,1
	12-16	13,7	124,5
	5-17	13,5	122,7
	3-15	13,3	120,9
	9-15	12,2	110,9
Среднее значение		11,0	100,0
94/58	19-13	13,2	115,8
Среднее значение		11,4	100,0

Максимальная длина хвои была отмечена у раметы 8-18 клона 100/64; 11-16 клона 91/55; 19-13 клона 94/58. Длина хвои составила соответственно 12,7; 14,2 и 13,2 см.

Были сопоставлены показатели клонов плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской по репродуктивному развитию (табл. 5).

Таблица 5

## Репродуктивное развитие клонов плюсовых деревьев

Номер клона	Количество, шт.			Процент к среднему значению	Деревья, имеющие шишки (микростробилы), %
	min	max	$X_{cp}$		
<i>Шишки на дереве</i>					
100/64	1	21	9,8	99,0	75,0
91/55	2	18	7,8	78,8	70,6
94/58	10	25	18,3	184,8	42,9
Среднее значение			9,9	100,0	
<i>Микростробилы на дереве</i>					
100/64	3	352	89,7	71,4	93,7
91/55	3	441	135,8	108,1	35,3
94/58	30	738	208,0	165,6	100,0
Среднее значение			125,6	100,0	

Максимальное количество шишек на дереве (25 шт.) в 2012 году отмечено у клона 94-58, но процент урожайных деревьев данного клона самый низкий (42,9 %). Наибольший процент деревьев, образовавших шишки, наблюдали у клона 100-64, что составило 75%. Все рамы клона 94/58 образовали мужские колоски. Деревья были распределены на группы по количеству шишек (рис. 1).

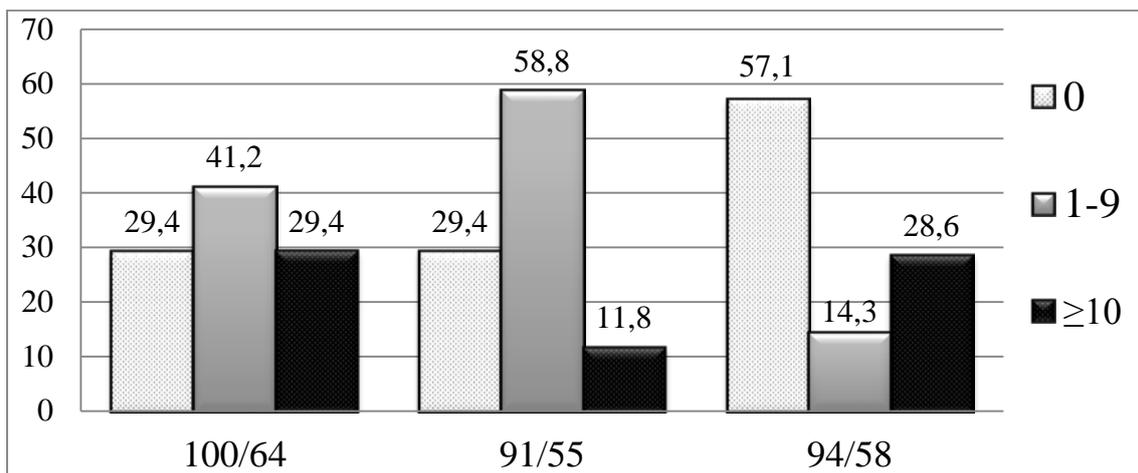


Рис. 1. Распределение деревьев по количеству шишек, %

Наибольший процент многошишечных деревьев отмечен у клонов 100/64 и 94/58.

Среди клонов были выделены рамы с наилучшими показателями по количеству шишек на дереве (табл. 6).

Таблица 6

## Отселектированные рамы по количеству шишек на дереве

Номер клона	Номер рамы	Количество шишек на дереве	
		шт.	% к $X_{cp}$
1	2	3	4
100/64	19-18	21,0	214,3
	7-18	21,0	214,3
	4-18	17,0	173,5
	6-17	16,0	163,3

1	2	3	4
	Среднее значение	9,8	100,0
91/55	3-16	18,0	230,8
	14-15	16,0	205,1
	9-15	9,0	115,4
	Среднее значение	7,8	100,0
94/58	15-14	25,0	136,6
	19-13	20,0	109,3
	Среднее значение	18,3	100,0

Самыми высокими показателями отличались раметы 19-18, 7-18 клона 100/64 и 3-16, 14-15 клона 91/55, с превышением среднего значения более чем в 2 раза. Рамета 15-14 клона 94/58 образовала максимальное количество шишек на дереве.

Также деревья были распределены и по образованию микростробиллов (рис. 2).

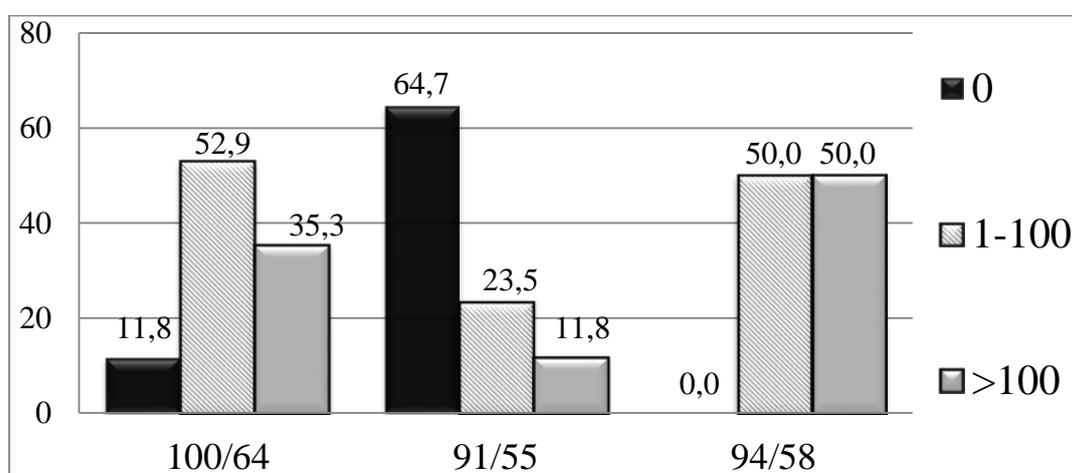


Рис 2. Распределение деревьев на группы по количеству микростробиллов, %

Наибольшее количество многоколосковых деревьев было у рамет клона 94/58. Внутри клона 91/55 больше половины (64,7%) деревьев не образовали пыльцевых колосков.

Среди клонов были отобраны раметы с наилучшими показателями пыльцевой продуктивности (табл. 7).

Таблица 7

**Отселектированные раметы по количеству микростробиллов на дереве**

Номер клона	Номер раметы	Количество микростробиллов на дереве	
		шт.	% к X <sub>ср</sub>
100/64	7-18	352,0	392,4
	19-18	255,0	284,3
100/64	6-17	180,0	200,7
	13-17	142,0	158,3
	22-17	104,0	115,9
	3-18	104,0	115,9
	Среднее значение	89,7	100,0
91/55	13-15	441,0	324,7
	14-16	325,0	239,3
	Среднее значение	1358	100,0
94/58	15-14	738,0	354,8
	Среднее значение	208,0	100,0

Максимальные значения показателя были отмечены у рамет 7-18 клона 100/64, 13-15 клона 91/55 и 15-14 клона 94/58, которые превышали средние показатели более чем в 3 раза. Раметы, образовавшие наибольшее количество шишек и микростробилов, показаны на рисунке 3.

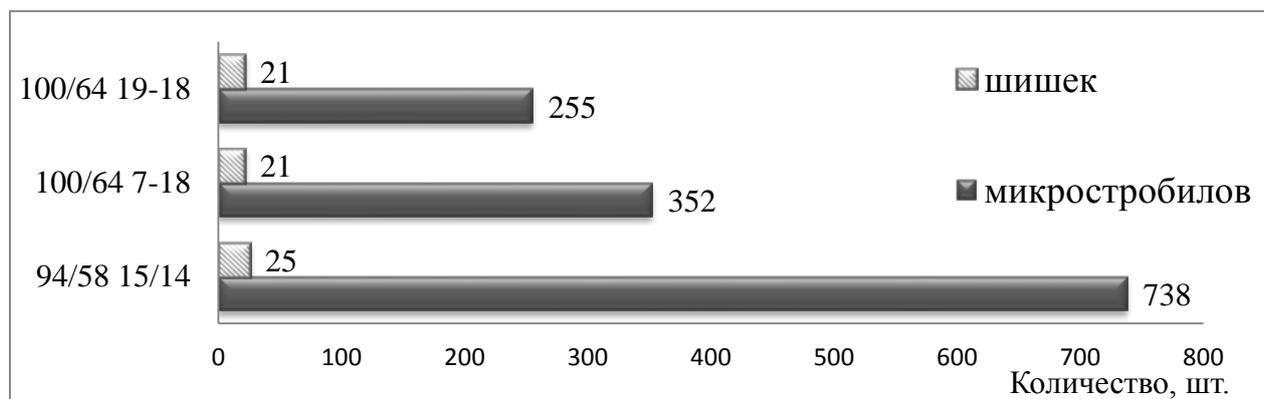


Рис. 3. Отселектированные раметы по репродуктивному развитию

**Заключение.** В результате проведенных исследований были отселектированы раметы для их размножения и выращивания селекционного посадочного материала, отличающегося быстротой роста, повышенной экологической эффективностью, ускоренным репродуктивным развитием.

#### Литература

1. Докучаева М.И. Вегетативное размножение. – М.: Лесн. пром-сть, 1967. – 103 с.
2. Ирошников А.И., Авров Ф.Д., Колегова Н.Ф. Географические семенные прививочные плантации хвойных пород в Сибири // Мат-лы 1-й Забайкальской конф. по лесному хозяйству. – Чита, 1971. – Вып. 54. – С. 84–97.
3. Кузнецова Г.В. Изменчивость формирования микростробилов у клонов кедров сибирского разного географического происхождения // Актуальные проблемы генетики. – 2003. – Т.1. – С. 116–117.
4. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Кичильдеев А.Г. Рост и семеношение кедров сибирского, привитого на сосну обыкновенную, в зеленой зоне г. Красноярск. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2009. – 186 с.
5. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Ревин А.В. Рост клонов кедров сибирского в условиях юга Средней Сибири. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2011. – 128 с.
6. Проказин Е.П. Новый метод прививки хвойных для создания семенных участков // Лесн. хоз-тво. – 1960. – №5. – С. 64–73.
7. Титов Е.В. Географические прививки как селекционный прием разведения кедровых сосен // Генетика, селекция, семеноводство и интродукция лесных пород. – Воронеж: Изд-во ЦНИИЛГиС, 1977. – С. 49–52.
8. Титов Е.В. Строение кроны и репродуктивная способность гетеропластичных прививок кедровых сосен в Воронежской области // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2006. – С. 91–95.
9. Храмова Н.Ф. Прививки как метод создания семенных участков кедров и кедровых садов в Новосибирской области // Возобновление и улучшение лесов. – Новосибирск: Наука, 1964. – Вып. 8. – С. 139–144.

## ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА СЕЯНЦЕВ НА РОСТ И РЕПРОДУКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ 41-ЛЕТНИХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ

*Проанализированы биометрические показатели 41-летних деревьев сосны кедровой сибирской в вариантах с использованием сеянцев, отличающихся диаметром стволика при посадке. Отселектированы деревья, отличающиеся ускоренным ростом, повышенной урожайностью и пыльцевой продуктивностью.*

**Ключевые слова:** сосна кедровая сибирская, рост, урожайность, пыльца, изменчивость, Сибирь.

*R.N. Matveeva, O.F. Butorova, A.G. Kichkildeev*

## THE INFLUENCE OF SEEDLING DIAMETER ON THE GROWTH AND REPRODUCTIVE DEVELOPMENT OF THE SIBERIAN STONE PINE 41-YEAR-OLD TREES

*The biometric indices of Siberian stone pine 41-year-old trees in variants with the use of seedlings with different diameters stalk during planting are analyzed. The trees that are notable by the accelerated growth, increased crop capacity and pollen productivity are selected.*

**Key words:** Siberian stone pine, growth, crop capacity, pollen, variability, Siberia.

**Введение.** Одной из основных задач лесовосстановления является повышение качества, устойчивости, продуктивности лесов, усиление их средообразующих функций. С целью сохранения генофонда популяций древесных видов требуется изучение их биоразнообразия, установление закономерностей роста и семеношения растений в искусственно созданных насаждениях, среди которых в условиях Сибири особо ценной является сосна кедровая сибирская. Известно, что использование отселектированного посадочного материала позволяет значительно повысить интенсивность роста и семенную продуктивность создаваемых насаждений [1, 10 и др.].

В опытах А.Е. Самосудова, Н.М. Ятмановой, О.В. Малюты [12] сортировка сеянцев сосны обыкновенной по размерам, соответствующим требованиям ГОСТ 56-98-93, показала почти двойное их преимущество перед несортированными сеянцами по приживаемости и росту в культурах.

При изучении интенсивности роста деревьев сосны кедровой сибирской Ю.В. Иванова [2] установила, что деревья с ранним началом семеношения характеризуются высокими темпами роста.

Многие авторы отмечают, что отбор сеянцев перед посадкой способствует увеличению прироста лесных культур по высоте и диаметру на 20–40 %. Отселектированные растения на ранних стадиях онтогенеза вступают в период интенсивного роста [3, 6, 7, 11 и др.].

**Цель исследований.** Изучение влияния отбора сеянцев по диаметру стволика на рост и репродуктивное развитие деревьев сосны кедровой сибирской, произрастающей на опытном участке в Караульном лесничестве Учебно-опытного лесхоза СибГТУ.

**Объекты исследований.** Деревья сосны кедровой сибирской 41-летнего биологического возраста в вариантах с посадкой сеянцев, сортированных по диаметру стволика. Опытный участок был заложен весной 1982 г., схема посадки 2 x 2 м.

**Методика исследований.** При изучении изменчивости деревьев сосны кедровой сибирской использовали общепринятые методики [8, 9 и др.]. У каждого дерева измеряли высоту, диаметр ствола, приросты в высоту за последние два года, определяли количество шишек, микростробилов. Полученные данные обрабатывали статистически. Уровень варьирования оценивали по шкале С.А. Мамаева [4]. Проведены селекционная оценка и отбор деревьев, отличающихся быстрым ростом и высокой репродуктивной способностью.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В 41-летнем биологическом возрасте деревья сосны кедровой сибирской в зависимости от диаметра сеянцев различались по биометрическим показателям (табл. 1).

Таблица 1

## Биометрические показатели сосны кедровой сибирской в опытных вариантах

Диаметр семян при посадке, мм	Хср	±m	V, %	t <sub>ф</sub> при t <sub>05</sub> = 1,98
<i>Высота, м</i>				
2,0–3,9	9,7	0,17	12,9	5,08
4,0–5,9	10,7	0,16	11,8	1,47
6,0 и более	11,1	0,22	17,8	-
<i>Диаметр ствола, см</i>				
2,0–3,9	14,3	0,53	27,6	6,73
4,0–5,9	14,9	0,44	22,0	6,55
6,0 и более	18,5	0,33	16,0	-
<i>Прирост в высоту в 40-летнем возрасте, см</i>				
2,0–3,9	16,7	0,95	40,1	6,01
4,0–5,9	23,4	0,64	20,4	0,43
6,0 и более	23,8	0,68	25,6	-
<i>Текущий прирост, см</i>				
2,0–3,9	19,6	0,89	31,7	3,62
4,0–5,9	21,5	0,61	21,3	2,32
6,0 и более	23,5	0,61	23,3	-

Исследования показали, что спустя 29 лет после посадки, произрастая на опытном участке, сосна кедровая сибирская имела лучшие показатели по высоте, диаметру ствола и приростам в высоту за последние два года в вариантах с использованием семян наибольшего диаметра стволика.

Различия между группами растений по высоте составили до 14,4 %. Достоверность различий (при 5 %-м уровне значимости) подтверждается между крайними вариантами (t<sub>ф</sub>=5,08). По диаметру ствола существенные различия наблюдаются между вариантом с наибольшим значением и остальными, что составляет 24,2–29,4 %. По приросту в высоту в 40–41-летнем возрасте значительное отставание (t<sub>ф</sub>=3,62–6,01) отмечено в группе с наименьшим диаметром семян при посадке (2,0–3,9 мм).

Выделены деревья, превышающие среднюю высоту на 15 %, диаметр ствола – на 20 % и более (табл. 2).

Таблица 2

## Отселектированные быстрорастущие деревья

Диаметр семян при посадке, мм	Номер дерева	Высота		Диаметр ствола	
		м	% к X ср	см	% к X ср
2,0–3,9	24–23	12,8	121,9	25,5	160,4
	23–10	12,3	117,1	22,3	140,3
	23–11	12,2	116,2	22,2	139,6
	23–20	12,1	115,2	22,0	138,4
4,0 и более	12–8	13,0	123,8	21,0	132,1
	12–11	12,7	120,9	23,1	145,3
	14–17	12,4	118,1	20,0	125,8
	18–22	12,4	118,1	20,0	125,8
	22–8	12,1	115,2	19,5	122,6
	12–20	12,1	115,2	22,0	138,4
Среднее значение		10,5	100,0	15,9	100,0

Как в группе с меньшим (2,0–3,9), так и большим диаметром (4,0 и более) имеются деревья высотой 12,1–13,0 м, что превышает среднее значение деревьев на опытном участке на 15,2–23,8 %. Диаметр отселектированных деревьев варьирует от 19,5 до 25,5 см. Превышения над средним значением составили до 22,6–60,4 %.

В 41-летнем возрасте 93,3 % деревьев сформировали шишки и только 50,4 % – микростробилы. Различия между вариантами по образованию шишек были незначительны: максимальное количество шишек на дереве составило 43 шт., минимальное – 5 шт. при среднем значении на участке, равным 16,4 шт.

Следует отметить, что в каждом варианте выделяются лидеры по количеству шишек на дереве (табл. 3).

Таблица 3

**Отселектированные деревья, сформировавшие в 2011 году 30 шишек и более**

Диаметр сеянцев при посадке, мм	Номер дерева	Количество шишек		
		на дереве		максимальное на побеге, шт.
		шт.	% к X ср.	
2,0–3,9	15–25	43	262,2	3
	15–24	31	189,0	3
	15–13	31	189,0	2
	24–16	31	189,0	3
	23–11	31	189,0	3
4,0 и более	12–21	40	243,9	3
	12–20	38	231,7	3
	20–17	36	219,5	3
	17–16	35	213,4	3
	17–23	34	207,3	3
	14–15	34	207,3	2
	11–13	34	207,3	3
	19–13	33	201,2	3
Среднее значение		16,4	100,0	

Наибольший процент деревьев с микростробилами был в вариантах с диаметром сеянцев при посадке, равным 4,0 мм и более, но превышение над деревьями в варианте 2,0–3,9 мм составило 6,6 %. Деревья, образовавшие пыльцу, имели значительное варьирование по количеству микростробилов, которое составило от 48 до 518 шт. при среднем значении 189,6 шт. На побеге пыльниковые колоски располагались по 4–14 шт., составляя в среднем 8,7 шт. Были отселектированы деревья, интенсивно развивающиеся по мужскому типу. Некоторые из них приведены в таблице 4.

Таблица 4

**Отселектированные деревья, сформировавшие в 2011 году более 300 пыльниковых колосков**

Диаметр сеянцев при посадке, мм	Номер дерева	Количество микростробилов			
		на дереве		максимальное на побеге	
		шт.	% к X ср	шт.	% к X ср
1	2	3	4	5	6
2,0–3,9	24–23	518	273,2	14	160,9
	15–14	442	233,1	13	149,4
	15–25	435	229,4	15	172,4
	23–11	396	208,9	12	137,9
	23–24	378	199,4	9	103,4

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6
4,0 и более	21–25	429	226,3	13	149,4
	14–10	372	196,2	12	137,9
	20–20	336	177,2	12	137,9
	17–15	336	177,2	14	160,9
	19–24	312	164,6	12	137,9
	12–20	312	164,6	12	137,9
	20–24	312	164,6	12	137,9
Среднее значение		189,6	100,0	8,7	100,0

Выделение особей с высокой пыльцевой продуктивностью необходимо при создании лесосеменных плантаций, где должны быть представлены экземпляры не только регулярного семеношения и обильной урожайности, но и образующие достаточное количество пыльцы [13].

По наибольшему количеству шишек и пыльниковых колосков были выделены на опытном участке следующие деревья (табл. 5).

Таблица 5

## Отселектированные деревья по наибольшему количеству шишек и микростробилов

Диаметр сеянцев при по- садке, мм	Номер дерева	Шишки, % к Хср	Пыльниковые колоски, % к Хср	
			на дереве	максимальное на побеге
2,0–3,9	15–25	262,2	229,4	172,4
	23–11	189,0	208,9	137,9
	23–24	164,6	199,4	103,4
4,0 и более	12–21	243,9	147,2	126,4
	12–20	231,7	164,6	137,9
	17–15	140,2	147,2	160,9

Отселектированные деревья раннего полового созревания представляют большую ценность для выращивания сортового посадочного материала, используемого при создании орехопродуктивных плантаций целевого назначения.

Следует отметить, что интенсивность роста сеянцев не оказала существенного влияния на урожайность и пыльцевую продуктивность 41-летних деревьев.

## Литература

1. Гиряев М.Д. О программе развития лесовосстановления на 2002–2010 гг. и мерах по ее реализации // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2003. – № 4–5. – С. 71–73.
2. Иванова Ю.В. Связь скорости роста ствола с началом генеративного развития деревьев кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) // Исследования компонентов лесных экосистем Сибири. – Красноярск, 1999. – С. 41–43.
3. Лесные плантации: Ускоренное выращивание ели и сосны / И.В. Шутов, Е.Л. Маслаков, И.А. Маркова [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 248 с.
4. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере *Pinaceae*) на Урале. – М.: Наука, 1972. – 282 с.
5. Маслаков Е.Л., Кузнецов А.Н., Шестакова Т.А. О генезисе и динамике социальной структуры древостоя (на примере культур ели) // Лесн. журн. – 1999. – № 4. – С. 7–16.

6. Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф. Использование отселектированных семян при создании быстрорастущих лесных культур // Современные проблемы создания молодых лесов в Среднем Поволжье. – Йошкар-Ола, 1999. – С. 107–109.
7. Матвеева Р.Н. Генетика, селекция, семеноводство кедрового сибирского. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2000. – 243 с.
8. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика определения прироста древесных растений. – М.: Наука, 1967. – 27 с.
9. Некрасова Т.П. К методике изучения динамики плодоношения хвойных // Известия Вост. филиала АН СССР. – 1957. – № 6. – С. 138–145.
10. Попов П.П. Изменчивость и отбор деревьев кедрового сибирского по семенной продуктивности // Лесн. хоз-во. – 1999. – № 6. – С. 27–28.
11. Попивший И.И., Яскин В.В. Опыт создания плантационных культур ели на генетико-селекционной основе в подзоне южной тайги // Современные методы выращивания древесных насаждений на селекционно-генетической основе. – М.: Изд-во МЛТИ, 1989. – С.31–35.
12. Самосудов А.Е., Ятманова Н.М., Малюта О.В. Влияние морфологических характеристик семян сосны на их приживаемость и рост в культурах // Экологические основы рационального лесопользования в Среднем Поволжье. – Йошкар-Ола, 2002. – С. 136–138.
13. Титов Е.В. Отбор многосемянных и крупносемянных форм кедрового сибирского // Отбор и его использование в улучшении лесных пород. – Воронеж: Изд-во НИИЛГиС, 1994. – С.33–41.



УДК 579.67

Е.А. Мельникова, Ю.А. Литовка, П.В. Миронов

#### МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЗИДИАЛЬНОГО ГРИБА *PLEUROTUS PULMONARIUS* В ПОВЕРХНОСТНОЙ И ГЛУБИННОЙ КУЛЬТУРЕ

В статье представлены результаты изучения биологических особенностей *Pleurotus pulmonarius* и оценки перспективы его глубинного культивирования в биотехнологических целях.

**Ключевые слова:** базидиомицеты, глубинное культивирование, мицелий, вешенка легочная.

E.A. Melnikova, Yu.A. Litovka, P.V. Mironov

#### MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF THE BASIDIOMYCETE FUNGI *PLEUROTUS PULMONARIUS* IN SURFACE AND SUBSURFACE CULTURE

The research results of the *Pleurotus pulmonarius* biological peculiarities and the prospect assessment of its subsurface cultivation for the biotechnological purposes are presented in the article.

**Key words:** basidiomycetes, subsurface cultivation, mycelium, oyster mushroom pulmonary (*Pleurotus pulmonarius*).

---

**Введение.** В настоящее время вопрос о возможности искусственного выращивания высших съедобных грибов становится все более актуальным. Исследования, проводимые в данной области, свидетельствуют, что многие виды макромицетов являются перспективными продуцентами пищевого белка и биологически активных веществ. Культивирование базидиомицетов, как правило, осуществляется твердофазным способом на грибоводческих фабриках, однако данный метод является не только энерго- и трудоемким, но и продолжительным по времени. Альтернативой, позволяющей решить проблемы твердофазного культивирования базидиальных грибов для получения качественного и безопасного грибного продукта, а также сырья для фармакологической промышленности, является глубинное культивирование продуцентов.

Среди множества групп базидиомицетов наиболее перспективными для глубинного культивирования считаются дереворазрушающие грибы, которые характеризуются быстрым накоплением биомассы и не требуют сложных питательных сред. Представителем этой группы грибов является лигнотрофный сапрофит *Pleurotus pulmonarius* (вешенка легочная), глубинная биомасса и плодовые тела которого обладают не только ценными пищевыми качествами, но и лечебными свойствами [1, 5, 7].

Для успешного проведения глубинного и поверхностного культивирования необходим строгий контроль морфологических признаков продуцента [6] и состава получаемого продукта на всех технологических стадиях. В связи с чем **целью данной работы** являлось комплексное изучение макро- и микроморфологических особенностей штамма *Pleurotus pulmonarius* *in* *superficialis* и *in* *depth* культивировании.

**Объекты и методы исследования.** Объектом настоящего исследования являлся штамм PP-3.2 базидиального гриба *Pleurotus pulmonarius*, чистая культура которого была выделена из коммерческих плодовых тел. Систематическое положение: класс *Basidiomycetes*; подкласс *Holobasidiomycetidae*; порядок *Agaricales*; семейство *Tricholomataceae*; род *Pleurotus*; вид *Pleurotus pulmonarius* [2].

Для изучения особенностей роста в различных биотехнологических системах и определения макро- и микроморфологических признаков *Pleurotus pulmonarius* проводили культивирование штамма в поверхностных и глубинных условиях. Поверхностное культивирование осуществляли на сусловом агаре в чашке Петри при температуре 26±1°C в течение 7 суток. С целью стандартизации посевов в качестве посевного материала для поверхностного культивирования использовали агаровые блоки воздушного мицелия, вырезанные пробойным сверлом диаметром 8 мм из краевой зоны роста семисуточной культуры, выращенной на чашке Петри.

Глубинное культивирование проводили в стационарном лабораторном биореакторе CeCa (Gallenkamp controlled environment culture apparatus Cx650, made in England BY) в течение 96 часов при температуре 26±1°C, значении pH 5,0 и непрерывном перемешивании путем барботирования стерильным воздухом (расход воздуха 100 л/ч на 1л среды). Среду предварительно стерилизовали в автоклаве в течение 30 мин при 0,5 кгс/см<sup>2</sup>. В качестве питательной среды для глубинного культивирования использовали крахмало-аммонийную среду с содержанием крахмала 2% [4].

Посевным материалом служила глубинная культура *Pleurotus pulmonarius*, выращенная на лабораторном шейкере в колбах объемом 250 мл; количество вносимого инокулята составило 5 % от расчетного выхода абсолютно сухой биомассы. Выход биомассы определяли гравиметрическим методом. Полученный мицелий использовали для определения химического состава и содержания в нем биологически активных веществ.

Глубинную мицелиальную массу применяли также в качестве посевного инокулюма для твердофазного культивирования с целью получения плодовых тел *Pleurotus pulmonarius*. Ростовым субстратом служила солома, предварительно измельченная и простерилизованная в автоклаве в течение 1 ч при 0,5 кгс/см<sup>2</sup>. Засев подготовленных субстратных блоков проводили в стерильных условиях, после чего осуществляли инкубирование при постоянной температуре 25±1°C и влажности воздуха 60–65% до полного обрастания субстрата мицелием. Продолжительность инкубации зависела от нормы внесения посевного материала. После полной колонизации субстрата «белые блоки» помещали в помещение с температурой 18–20 °C для формирования плодовых тел.

Выделение чистой культуры, получение спорового отпечатка и спор проводили с использованием общепринятых микологических методов [4, 6, 8]. Микроморфологические особенности изучали с помощью светового микроскопа Olympus SZX 41, а также с помощью электронно-растровой микроскопии (РЭМ-100У). Компьютерные изображения, полученные в процессе исследования, фиксировали с помощью цифровых камер Nikon PIX 4500 и Canon Power Shot A650IS.

**Результаты и их обсуждение.** Для точного определения систематической принадлежности исследуемого штамма базидиомицета необходимо совпадение морфологических признаков, присущих изучаемому плодovому телу или глубинному мицелию, с аналогичными признаками, описанными в литературе [2–5].

Плодовое тело *Pleurotus pulmonarius* состоит из шляпки и ножки. Шляпка неправильной полукруглой формы, у зрелого гриба приобретает ухообразную форму. Поверхность шляпки сухая, гладкая, окраска – белокремовая (рис.1, а). На нижней стороне шляпки находится гименофор пластинчатого строения. Пластинки редкие, толстые, белого цвета, нисходящие на ножку гриба. Тип пластинок: по строению края гименофора – гладкий; по

взаиморасположению на гименофоре – разветвленный, с различной длиной пластинок (рис. 1,б). Ножка боковая, эксцентрическая, цилиндрическая, сужающаяся к низу, короткая, белая, плотная (см. рис. 1, а).



СибГТУ\*Canon Power Shot A650IS\*

а

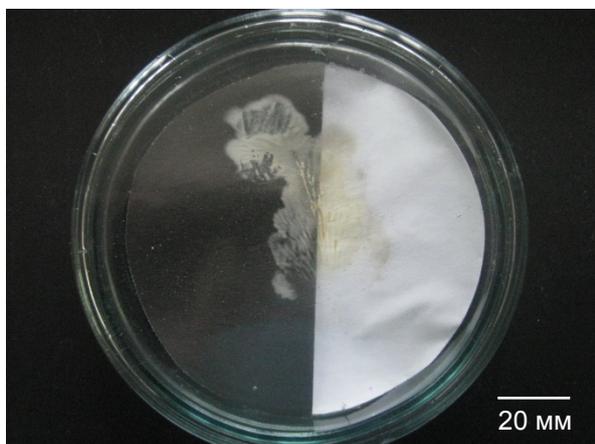


СибГТУ\*Canon Power Shot A650IS\*

б

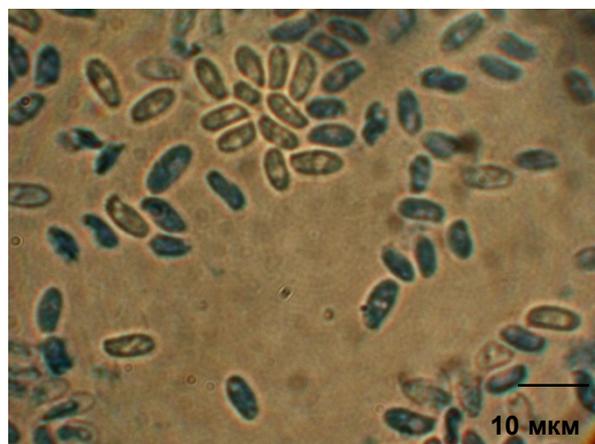
Рис. 1. Плодовое тело *Pleurotus pulmonarius*, полученное путем твердофазного культивирования на растительном субстрате в лабораторных условиях

Кроме строения плодового тела, служащего абсолютно надежным критерием для видовой идентификации гриба, важными диагностическими признаками являются строение, окраска и размер базидиоспор. С этой целью из сформировавшегося и высушенного плодового тела вешенки легочной в чашке Петри на контрастном черно-белом фоне был получен споровый отпечаток беловатого цвета (рис. 2, а). При дальнейшем микроскопическом исследовании было установлено, что поверхность спор гладкая, форма удлинено-яйцевидная, цвет белый, размер  $7(9) \times (3)4$  мкм, что сопоставимо с литературными данными [5] (рис. 2, б).



СибГТУ\*Canon Power Shot A650IS\*

а



СибГТУ\*OlimpusCX41\*

б

Рис. 2. Макро- и микроморфологические особенности спорового материала *Pleurotus pulmonarius*: а – споровый отпечаток; б – споры

Для изучения макроморфологических особенностей чистую культуру *Pleurotus pulmonarius*, выделенную из плодового тела, выращивали на агаризованной среде в чашке Петри (рис. 3). В ходе радиального роста штамм сформировал колонию, характеризующуюся следующими признаками: форма округлая, цвет мато-

во-белый, край ворсинчатый, профиль плоский, структура волокнистая, мицелий пушистый, с трудом отделяемый от субстрата, на поверхности колонии четко выражены радиальные кольца. Воздушный мицелий изучаемого штамма представляет собой систему разветвленных септированных гиф, на которых присутствуют одиночные пружки, что является одним из отличительных признаков базидиальных грибов (рис. 4).



СибГТУ\*Canon Power Shot A650IS\*

Рис. 3. Морфология штамма *Pleurotus pulmonarius* при культивировании на суловом агаре

На рисунке 4 приведены фотографии, отражающие микроморфологические особенности воздушного мицелия изучаемого штамма *Pleurotus pulmonarius*.

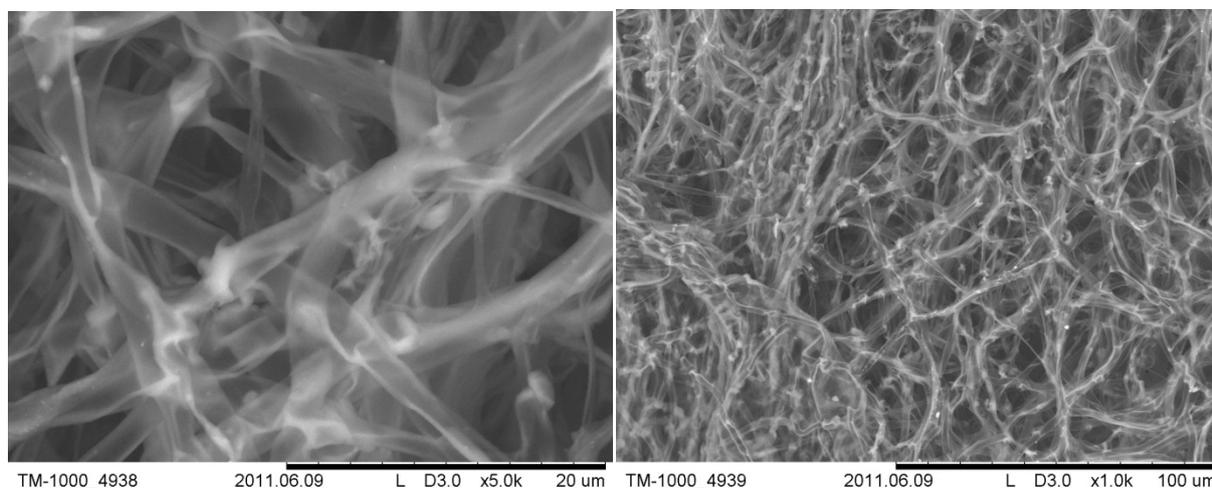
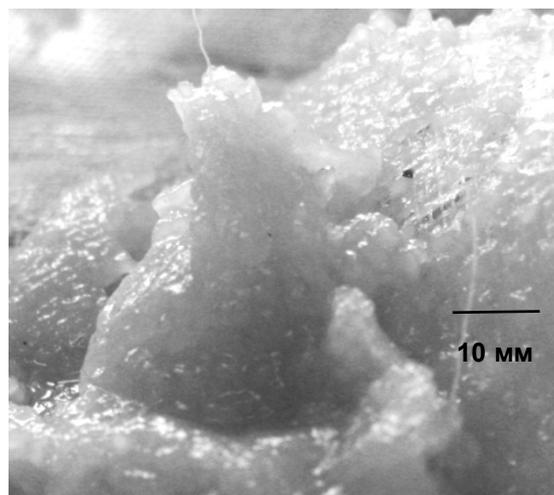


Рис. 4. Микроморфологические особенности воздушного мицелия штамма *Pleurotus pulmonarius*

Культуру, выращенную поверхностным способом, в дальнейшем использовали в качестве посевного материала для глубинного культивирования с предварительной стадией получения инокулята в колбах объемом 250 мл. В результате культивирования была получена биомасса молочно-белого цвета, состоящая из скопления многочисленных структур округлой формы, формирование которых зависело от степени и интенсивности перемешивания. Так, при мягком перемешивании путем барботирования образовывались сферические элементы с бахромчатым краем и плотным центром (рис. 5, а); при дополнительном механическом перемешивании отфильтрованная биомасса состояла из сферических элементов с гладкой поверхностью и плотным центром (рис. 5, б).



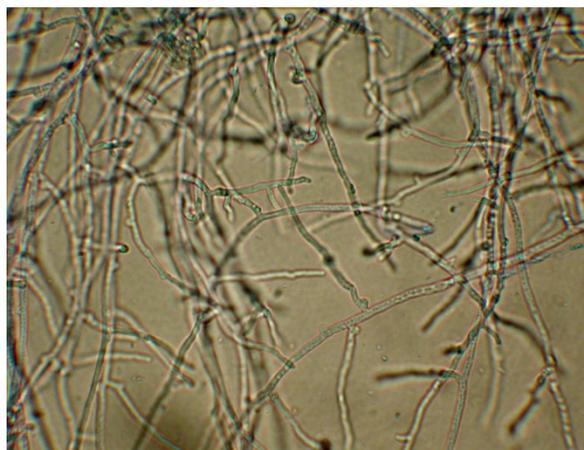
СибГТУ\*Canon Power Shot A650IS\*  
а



СибГТУ\*Canon Power Shot A650IS\*  
б

Рис. 5. Морфологические особенности *Pleurotus pulmonarius* при глубинном культивировании: а – с использованием барботирования; б – с использованием дополнительного механического перемешивания

Мицелий *Pleurotus pulmonarius*, полученный методом глубинного культивирования, характеризуется следующими микроморфологическими особенностями: гифы толщиной 3,0–5,0 мкм, бесцветные, разветвленные, септированные, с многочисленными одиночными пряжками (рис. 6).



100 мкм

СибГТУ\*OlimpusCX41\*

Рис.6. Микроморфологические особенности мицелия *Pleurotus pulmonarius* при глубинном культивировании

Биомассу, полученную методом глубинного культивирования, далее применяли в качестве посевного материала для получения плодовых тел на растительном субстрате. Сформировавшиеся плодовые тела, характерные для *Pleurotus pulmonarius* (см. рис.1), подтверждают систематическую принадлежность исследуемого базидиомицета.

Таким образом, были исследованы макро- и микроморфологические особенности плодовых тел, спор и мицелия штамма *Pleurotus pulmonarius* в различных биотехнологических системах. Показано, что воздушный и глубинный мицелий имеют разветвленное гифальное строение; гифы септированы с одиночными пряжками. Мицелий, полученный методом глубинного культивирования, может быть использован как посевной материал для получения плодовых тел *Pleurotus pulmonarius* путем твердофазной ферментации растительных субстратов.

## Литература

1. Основы биотехнологии высших грибов: учеб. пособие. / Н.А. Заикина, А.Е. Коваленко, В.А. Галынкин [и др.]. – СПб.: Проспект науки, 2007. – 336 с.
2. Жизнь растений: в 6 т. Т.2. Грибы / под. ред. проф. М.В. Горленко. – М.: Просвещение, 1976. – 479 с.
3. Кутафьева Н.П. Морфология грибов: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2003. – 215 с.
4. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук [и др.]. – М.: Академия, 2005. – 608 с.
5. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубоководной культуре / Н.А. Бисько, А.С. Бухало, С.П. Вассер [и др.]; под общ. ред. И.А. Дудки. – Киев: Наук. думка, 1983. – 312 с.
6. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. – Киев: Наук. думка, 1973. – 545 с.
7. Экспертиза грибов: учеб.-справ. пособие / И.Э. Цапалова, В.И. Бакайтис, Н.П. Кутафьева [и др.]. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 256 с.
8. Методы экспериментальной микологии: справ. / отв. ред. В.И. Билай; Академия наук Украинской ССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного. – Киев: Наук. думка, 1982. – 550 с.



УДК 581.34:582.475.2

Н.Е. Носкова, Л.И. Романова

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МУЖСКИХ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ  
У ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ И СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ  
КЛИМАТА В СИБИРИ**

*В статье рассмотрено влияние температуры воздуха на состояние мужских генеративных органов лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в осенне-зимний период. В ходе исследований установлено смещение сроков развития мужских генеративных органов у данных видов хвойных в аномальные годы с продолжительной и теплой осенью в г. Красноярске и его окрестностях, что ведет к формированию стерильной пыльцы и снижению продуктивности шишек и семян.*

**Ключевые слова:** лиственница сибирская, сосна обыкновенная, климатические изменения, микро-спорогенез, микро-спороциты, мейотические деления, генеративные органы.

N.E. Noskova, L.I. Romanova

**STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF THE MALE GENERATIVE ORGANS OF SIBERIAN  
LARCH AND SCOTCH PINE IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE IN SIBERIA**

*The influence of air temperature on the male generative organ state of Siberian larch and Scotch pine in the autumn-winter period is considered in the article. In the course of these studies the time offset of the male generative organ development of these conifer types in abnormal years with long and warm autumn in Krasnoyarsk city and its surroundings that leads to the sterile pollen formation and cone and seed productivity decrease is determined.*

**Key words:** Siberian larch, Scotch pine, climate change, micro-sporogenesis, micro-sporocytes, meiotic division, generative organs.

**Введение.** Глобальное потепление сопровождается постепенным изменением климата в разных регионах Земли [6]. Установлено, что климат территории России наиболее чувствителен к глобальному потеплению, чем климат других регионов земного шара [3]. При этом в Сибири часто наблюдается раннее наступление весны, на протяжении ряда лет стабильно прослеживается задержка наступления зимы на 1–2 недели, а в отдельные годы и на более продолжительный период [2].

Увеличение длительности весеннего и осеннего сезонов вызвало характерный ответ в поведении адаптированных к местным сезонным температурным условиям видов животных и растений, а также продвижение зональной растительности в северном направлении и выше в горы; увеличение массы зеленого покрова [7]. Хвойные неоднозначно ведут себя в новых условиях. Было выявлено положительное влияние климатических изменений на ростовые характеристики сосны обыкновенной и лиственницы сибирской [5], показана экспансия лесных сообществ лиственницы в тундровую зону за последние десятилетия [1]. В то же время отмечено ухудшение посевных качеств семян у лиственницы и сокращение доли лиственницы в лесах на границе южной тайги и лесостепи [4].

**Цель исследования.** Выявление возможных структурно-функциональных изменений, происходящих в мужских генеративных органах лиственницы сибирской и сосны обыкновенной, произрастающих в г. Красноярске и его окрестностях, в условиях изменившегося климата Сибири.

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования послужили деревья сосны обыкновенной и лиственницы сибирской, произрастающие в различных районах г. Красноярска и его окрестностях: сосна обыкновенная (пгт. Березовка, Академгородок, Погорельский ОЭП, платформа Бадаложный); лиственница сибирская (р-н Набережной р. Енисей, р-н Нефтебазы, Академгородок, Погорельский ОЭП).

В течение 1999–2010 гг. регулярно отбирались образцы мужских почек, микростробилов и пыльцы в осеннее-зимний период и весной во время формирования пыльцы и пыления. Образцы фиксировали спиртово-уксусной смесью [8]. Для окрашивания препаратов использовали кармин по Гренахеру [9], ацетогематоксилин [10] или сафранин [11] с разными модификациями. Полученные препараты просматривали и фотографировали на микроскопе МБИ-6 (СССР, ЛОМО). На препаратах определяли фазы микроспорогенеза и микрогаметофитогенеза, фиксировали отклонения от нормы; определяли морфометрические показатели пыльцевого зерна, проводили анализ аномалий пыльцевых зерен и их жизнеспособности: содержание крахмала в пыльце, прорастание в 15 %-м растворе сахарозы [12]. Семенная продуктивность макростробилов оценивалась по Е.Г. Мининой и И.Н. Третьяковой [13], вес 1000 семян и качество семян определяли рентгенографическим методом [14]. При оценке влияния температурного фактора на процессы репродукции сосны обыкновенной учитывали значения сумм эффективных температур с пороговым значением + 5 и 0 °С, а также продолжительность вегетационного периода по среднесуточным температурам. Статистический анализ проводили с использованием пакета компьютерных программ Microsoft excel.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Развитие генеративных органов у сибирских хвойных связано с видовыми свойствами. В июле, после остановки роста побегов, закладываются вегетативные и генеративные почки, в них идут активные процессы морфогенеза. Лиственница сибирская и сосна обыкновенная – основные лесобразующие виды бореальной зоны, прекрасно адаптированы к местным температурным условиям. Развитие микроспорофиллов в мужских генеративных почках у лиственницы происходит наиболее быстрыми темпами. Осенью в мужских генеративных почках лиственницы сибирской формируются микроспорофиллы с микроспорангиями, в которых развиваются клетки археспория. В начале октября клетки археспория дифференцируются в микроспороциты, вступают в профазу 1 мейоза и на стадии диплотены зимуют. Весной, в марте следующего года мейоз завершается, формируются зрелые пыльцевые зерна (конец апреля – начало мая).

У сосны обыкновенной формирование мужских генеративных почек идет медленнее. Осенью в мужских почках закладываются клетки археспория, а процессы микроспорогенеза, развитие мужского гаметофита и пыление проходят следующей весной, обычно в мае – начале июня. Развитие мужских генеративных органов у обоих видов тесно связано с температурой воздуха.

Исследования мужских генеративных побегов у лиственницы сибирской показали, что в окрестностях г. Красноярска в аномальные годы с продолжительной и теплой осенью микроспороциты уходили в зиму на стадии диакинеза, более продвинутой стадии профазы I (рис. 1). Зимой, при частых оттепелях от 0 до +4 °С, микростробилы лиственницы сибирской увеличивались в размерах и приобретали желтый цвет. Цитологический анализ показал наличие в них деградирующих диад и тетрад микроспор, а также редуцированных пыльцевых зерен, что свидетельствует о прошедших редуцированных делениях. Массовое образование деградирующих диад и тетрад в зимний период при оттепелях приводило к слабому пылению лиственницы весной.

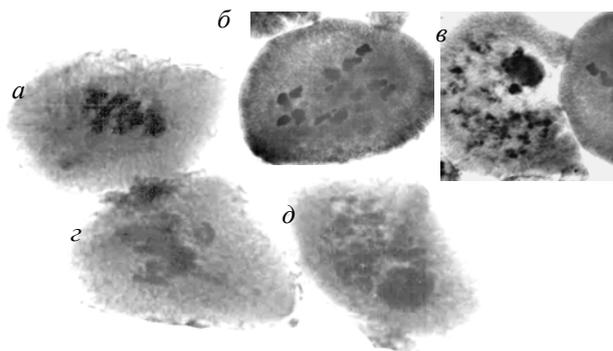


Рис. 1. Мейоз в микроспороцитах лиственницы сибирской: а – метафаза I; б – диакинез; в – диффузная стадия; г – поздняя профаза I; д – ранняя профаза I

При внесении веток лиственницы зимой в тепло и погружении их в воду в течение двух недель происходило появление брахибластов, достигающих длины в среднем 0,5–0,7 см. Далее происходило высypание одноклеточной пыльцы из микростробилов. При хранении веток лиственницы с мужскими генеративными почками на стадии профазы I в условиях холодильной камеры при температуре 0 +4 °С в течение двух недель мейоз завершался, наблюдалось формирование пыльцевых зерен. Таким образом, у лиственницы при низких положительных температурах *in vivo* и *in situ* возобновлялись мейотические деления и формировались одноклеточные пыльцевые зерна. Следовательно, в генеративных органах лиственницы сибирской отсутствует органический покой в осенне-зимний период, и при низких плюсовых температурах они способны продолжать свое развитие.

В результате исследований было выявлено, что возобновление мейотических делений *in vivo* у лиственницы происходит обычно весной в конце марта – начале апреля, в период низких положительных температур. Мейоз у лиственницы в г. Красноярске и его окрестностях проходил в конце марта – начале апреля при среднесуточных температурах воздуха, часто около нуля. Интересно отметить, что во всех условиях произрастания у лиственницы сибирской при прохождении редукционного деления наблюдалось большое число нарушений (рис. 2). При этом было установлено, что наиболее широкий спектр хромосомных нарушений был выявлен в микроспороцитах лиственницы сибирской, произрастающей в условиях промышленного загрязнения. Анализ аномальных мейоцитов показал, что наибольшее количество нарушений наблюдалось на стадии анафазы – телофазы II. Значительную долю нарушений составляло расщепление веретена деления с образованием триад, эта аномалия встречалась только в условиях загрязнения. Фрагменты в метафазах первого деления клеток лиственницы из загрязненного района встречались в два раза чаще, чем в мейоцитах из фоновых насаждений. Также выявлен выброс хромосом за пределы веретена в клетках изучаемого объекта в условиях загрязнения больший по сравнению с контролем. Все наблюдаемые нарушения в мейозе сказывались на качестве пыльцевых зерен у лиственницы. В начале мая у лиственницы в микроспорах проходили три-четыре деления с образованием зрелой пыльцы, состоящей из 2–3 клеток.



Рис. 2. Нарушения в мейозе у лиственницы сибирской: а – расщепление веретена при первом делении, с образованием триады; б – расщепление веретена при первом делении с образованием триады, разорванный хромосомный мост; в – выброс хромосом за пределы веретена деления, x500

Известно, что зрелые пыльцевые зерна лиственниц окружены очень толстой экзиной, которая предотвращает их от неблагоприятных воздействий природных факторов в период формирования и препятствует прорастанию пыльцы. Даже в условиях *in vitro* зрелые пыльцевые зерна лиственницы не прорастают на питательных средах. Однако в период редукционного деления и формирования микроспор мужские генеративные структуры лиственницы не имеют толстой оболочки и очень сильно подвержены негативному воздействию факторов внешней среды. Отсутствие у лиственницы органического покоя и нормальных покровов в осенне-зимний период привело к тому, что при низких отрицательных температурах происходила массовая гибель микроспор и, как следствие, гаметогенез выпадал из цикла развития, что в свою очередь оказывает негативное влияние на процесс опыления семян и формирование урожая у лиственниц.

На основании проведенных исследований можно заключить, что редкие семенные годы у лиственниц обусловлены погодными условиями в период формирования пыльцы. При отрицательной температуре воздуха зимой микростробилы лиственницы находятся в вынужденном покое и при теплой продолжительной осени и мягкой зиме могут продолжать свое развитие, что имеет негативные последствия при наступлении морозного периода. Более того, заморозки, наблюдаемые в отдельные годы в период формирования мужского гаметофита, нарушают нормальный ход формирования спородермы. В результате экзина формировалась тонкой и при легком нажиме на пыльцевое зерно разрывалась (рис. 3). Вследствие этого феномена пыльцевые зерна лиственницы прорастали на искусственных средах без всякой химической предобработки. Завершение мейоза у микроспороцитов ранней весной при положительных температурах воздуха (даже около 0 °C) приводит к формированию полноценных пыльцевых зерен, окруженных толстой оболочкой, которая защищает содержимое пыльцевого зерна от внешних воздействий.

У сосны обыкновенной в условиях Сибири процессы микроспорогенеза в почках идут весной следующего после заложения почек года. Однако в годы с продолжительной и теплой осенью развитие мужских генеративных органов у сосны оказалось более продвинутым. В условиях достаточно высоких осенних температур в течение продолжительного периода клетки археспория сосны успевали пройти митотические деления, дифференцировались микроспороциты, которые вступали в первую фазу мейотического деления, и относительно короткий покой в диплоте у сосны растягивался на долгие зимние месяцы. Микроспороциты у сосны обыкновенной, как и у видов *Larix*, зимовали в состоянии профазы I, однако при оттепелях зимой мейоз не завершали.

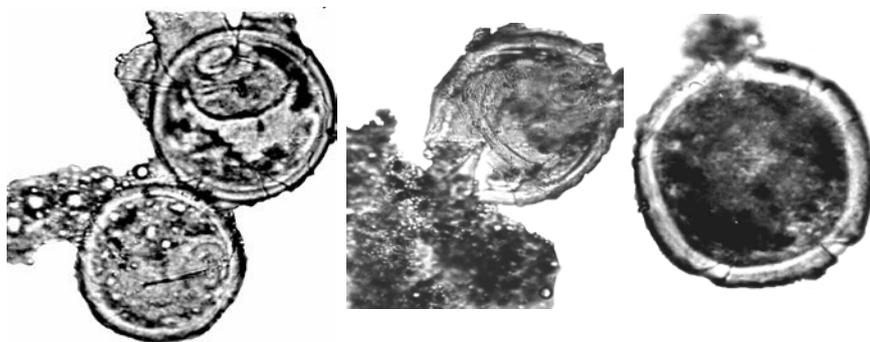


Рис. 3. Слабая, чувствительная к механическому воздействию экзина у пыльцы лиственницы сибирской

Редукционное деление в микроспороцитах сосны обыкновенной, при смещении сроков запуска микроспорогенеза, возобновлялось в начале мая следующего года развития, с минимальным накоплением эффективных температур (49–55 градусо-дней) и при пороговом значении среднесуточной температуры в пределах 10–12 °C завершалось. Для запуска второго деления мейоза также необходимо пороговое значение температуры. При похолодании в период микроспорогенеза эквационное деление задерживалось до наступления благоприятных температур. Оба деления микроспорогенеза проходили с высоким уровнем аномалий (до 40 %, табл.). В ходе дальнейшего развития примерно 29–32 % мейоцитов с нарушениями в ходе мейоза деградировали. Неутилизированные мейоциты в процессе дальнейшего развития формировали аномальные пыльцевые зерна (30–80 %).

## Частота встречаемости мейоцитов с нарушениями деления

Нарушение	Процент
Хромосомные и хроматидные мосты	7
Отстающие хромосомы и фрагменты	1,5
Параллельное расположение веретена деления (может привести к слиянию полюсов деления)	36
Нарушение функций ахроматинового веретена	3–4
Неравное распределение генетического материала между дочерними клетками	0,5
Выброс хромосом за пределы веретена деления	1–2
Ранний цитокинез (после первого деления)	3–5

Формирование пыльцы у сосны обыкновенной шло асинхронно у разных деревьев и в пределах одного микростробила. Сроки и длительность этапов развития пыльцы варьировали в зависимости от температуры. В ходе гаметофитогенеза шло развитие пыльцевых оболочек, стремительный рост размеров пыльцевых зерен, которые достигли максимальных размеров за два-три дня до начала пыления и составили 106–116 % от размеров зрелого пыльцевого зерна. В последующие дни размеры пыльцевых зерен уменьшались в связи с подготовительными процессами, предшествующими пылению. Первые проталлиальные деления при формировании пыльцы у сосны обыкновенной зарегистрированы за неделю до начала пыления. За три дня до начала пыления в образцах встречались пыльцевые зерна с 1 и 2 проталлиальными клетками. Перед началом пыления наблюдалось истончение интины и заполнение воздухом мешков пыльцевого зерна. Влажная погода задерживала процессы подготовки и начала пыления. При установлении же сухой и теплой погоды наступало дружное массовое пыление, которое завершалось за несколько дней.

Цитологические исследования показали, что в образцах зрелой пыльцы доля характерных для сосен двухклеточных гаметофитов составила только 24–32 %. Остальную массу составила пыльца на стадии проталлиальных делений (18–20 %), одноклеточная (37–41 %) и деградирующая (10 %) пыльца. Доля тератологических форм превысила 40 %. Таким образом, 50–60 % зрелых пыльцевых зерен на момент вылета из спорангия не завершили гаметофитогенез. Тест на крахмал показал слабое накопление углевода в зрелых пыльцевых зернах (20–50 %). Такая пыльца слабо прорастала на питательных средах, а в отдельные годы была полностью стерильной. У прораставших гаметофитов пыльцевые трубки часто были «забиты» каллозными пробками, что препятствовало перемещению ядра вегетативной клетки и генеративной клетки в трубку. Такие пыльцевые трубки не превышали в длину 1–1,5 диаметра тела пыльцевого зерна и быстро лизировали. Низкое качество пыльцы обусловило низкую семенную продуктивность у сосны обыкновенной в исследуемые годы.

Техногенное загрязнение оказало еще более негативное влияние на формирование мужского гаметофита у сосны обыкновенной. В техногенных районах переход к осеннему запуску процессов мейоза произошел, как и у лиственницы сибирской, несколько раньше, чем в районах, менее загрязненных. Наблюдалось усиление нарушений под воздействием поллютантов в период мейоза и значительное снижение качества пыльцы.

Таким образом, формирование пыльцы у лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в условиях изменившегося в последние годы климата имело свои особенности: мейоз в микроспороцитах начинался осенью и заканчивался весной следующего года (у лиственницы в начале апреля, у сосны в начале мая). Мейотические деления проходили с многочисленными нарушениями, во многих случаях в микроспорах отсутствовали проталлиальные деления. В результате наблюдалось большое количество аномальной пыльцы, в том числе одноядерной, не способной формировать пыльцевые трубки. Ранний мейоз, большое количество нарушений в процессе мейотических делений и формирования гаметофитов привели к образованию стерильной пыльцы, слабому пылению и, как следствие, к слабому (или полному отсутствию) урожаю шишек и семян. Стерильность пыльцы возрастала в районах с высокой техногенной нагрузкой.

## Литература

1. Абаимов А.П., Бондарев А.П. Эколого-географические особенности притундровых лесов Средней Сибири и организация хозяйства в них // Проблемы притундрового лесоводства. – Архангельск, 1995. – С. 42–55.

2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2010 год». – Красноярск, 2011. – 280 с.
3. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации (общее резюме) / под ред. Т.В. Лешкевич. – М., 2008. – 28 с.
4. Павлов И.Н., Миронов А.Г. Динамика посевных качеств семян *Larix sibirica Ledeb.* в насаждениях юга Сибири с 1936 по 2000 г. // Хвойные бореальной зоны. – 2003. – Вып. 1. – С. 14–21.
5. Gerald Assessing population responses to climate in *Pinus sylvestris* and *Larix* spp. of Eurasia with climate-transfer models / E. Rehfeldt [et al.] // Eurasian J. For. Res. – 2003. – 6-2: 83-98.
6. Recent Climate Observations Compared to Projections / S. Rahmstorf [et al.] // Science. – 2007. – V. 316. – P. 709.
7. Чебакова Н.М., Парфенова Е.И., Монсеруд Р.А. Прогноз изменения фитомассы лесов в широтных и высотных зонах при потеплении климата // Лесные экосистемы Енисейского меридиана. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – С. 252–264.
8. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
9. Фрайштат Д.М. Реактивы и препараты для микроскопии. – М.: Химия, 1980. – 480 с.
10. Смирнов Ю.А. Ускоренный метод исследования соматических хромосом // Цитология. – 1968. – № 2.
11. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
12. Третьякова И.Н. Эмбриология хвойных. – Новосибирск: Наука, 1990. – 157 с.
13. Минина, Е.Г. Геотропизм и пол у хвойных. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1983. – 199 с.
14. Семена древесных пород. Методы рентгенографического анализа. ОСТ 56-94-87. – 1988. – 23 с.



УДК 597.2 (075.8)

С.Ю. Отева, Д.Е. Полонская

#### ВСТРЕЧАЕМОСТЬ НЕТУБЕРКУЛЕЗНЫХ МИКОБАКТЕРИЙ У НАСЕЛЕНИЯ г. КРАСНОЯРСКА

*В статье представлены результаты исследования штаммов нетуберкулезных микобактерий от больных, проживающих в неблагоприятных природно-климатических условиях.*

*Установлена тенденция роста частоты встречаемости нетуберкулезных микобактерий у впервые выявленных больных туберкулезом легких, проживающих в экологически неблагоприятных условия г. Красноярск.*

**Ключевые слова:** население, нетуберкулезные микобактерии, микобактериоз, окружающая среда, г. Красноярск.

S.Yu. Oteva, D.E. Polonskaya

#### THE OCCURRENCE OF NON-TUBERCULOSIS MYCOBACTERIA AMONG KRASNOYARSK CITY POPULATION

*The research results of non-tuberculous mycobacteria strains from patients living in unfavorable climatic conditions are presented in the article.*

*The growth tendency of non-tuberculous mycobacteria occurrence frequency of newly diagnosed pulmonary tuberculosis patients living in Krasnoyarsk city ecologically unfavorable conditions is determined.*

**Key words:** population, non-tuberculous mycobacteria, mycobacteriosis, environment, Krasnoyarsk city.

---

**Введение.** Род микобактерий, по определителю Берджи (1997 г.), насчитывает более 50 видов и подвидов микобактерий и по способности вызывать заболевания человека и животных микобактерии их условно делят на три группы. В первую из них входят патогенные для человека и животных виды *Mycobacterium tuberculosis*, *M.bovis*, *M.africanum*, *M.microti* и *M.canettii*, вызывающие туберкулез человека и крупного рогатого скота, *M. leprae* – возбудитель заболевания проказы. Во вторую группу входят сапрофитные микобактерии, которые распространены в окружающей среде и, как правило, не опасны для человека. Промежуточное по-

ложение занимает третья группа условно патогенных микобактерий, которые при определенных условиях могут вызывать заболевания человека, именуемого микобактериозом.

Несмотря на широкое распространение в окружающей среде (обнаруживаются повсеместно – в почве, естественных водоемах, аэрозолях, образующихся над ними, водопроводной воде и т.д., вплоть до хирургических растворов), нетуберкулезные микобактерии (НТМБ) далеко не всегда могут быть этиологическими факторами патологии у человека и животных. Еще в начале восьмидесятых годов XX столетия микобактериоз называли «болезнью будущего» и рассматривали его как новый вид патологии человека, который распространяется во всех странах мира вопреки эффективным усилиям, направленным на борьбу с туберкулезом [8, 13].

Считается, что большинство пациентов заражаются нетуберкулезными микобактериями из окружающей среды, но механизм их поступления в организм точно неизвестен. При этом НТМБ, содержащиеся в аэрозолях, образующихся над водой и почвой, могут играть важную роль в возникновении респираторных заболеваний [4, 9, 14]. Чаще всего НТМБ выделяют из воды в областях с теплым климатом, где ее температура относительно высока [3, 4, 10]. Немаловажную роль в увеличении микобактериоза играет ухудшение экологической обстановки в отдельных регионах.

Микобактериоз, как правило, развивается только в ослабленном организме, подверженном каким-либо неблагоприятным воздействиям. Большую роль в развитии данного заболевания у людей играет запыление атмосферы, поэтому оно встречается у лиц, профессии которых связаны с работой в помещениях с повышенным содержанием пыли (шахтеры, литейщики, углекопы). Среди рабочих этих специальностей наблюдаются пневмокозиоз, силикоз и другие заболевания, ослабляющие легочную ткань. Именно на таком фоне легко развиваются заболевания, вызванные хотя и менее вирулентными, но потенциально патогенными микобактериями [5, 6]. Кроме того, крупный рогатый скот и свиньи являются носителями НТМБ, которые выделяются в окружающую среду с продуктами животноводства и в экскрементах, обеспечивая цепочку взаимодействия НТМБ с окружающей средой, животными и человеком [4].

НТМБ, которые имеют наибольшее значение в клинической практике, в первую очередь микобактерии *avium*-комплекса (МАС), *M. kansasii*, *M. fortuitum*, *M. abscessus* и *M. chelonae*, часто находящиеся в природных водных источниках и почве, структурно и биохимически имеющие большое сходство с *M. tuberculosis* [12].

Заболевания, вызываемые НТМБ, до эпидемии ВИЧ-инфекции встречались редко и чаще всего были представлены поражениями легких, кожи и цервикальных лимфатических узлов. С развитием эпидемии ВИЧ-инфекции ситуация изменилась. В Европе и США от 25 до 50 % больных СПИДом инфицированы НТМБ, в основном у таких больных развиваются диссеминированные заболевания с неблагоприятным прогнозом. В ряде случаев имеет место «смешанная» микобактериальная инфекция: *M. tuberculosis* и какой-либо один из видов НТМБ, два вида НТМБ (реже) или один вид микобактериальной инфекции сменяется другой [4, 7, 11].

В странах Северной Америки и Европы частота патологии, вызываемой НТМБ, колеблется от 1 до 15 на 100 000 жителей, в Японии – 2,3 на 100 000 населения; большинство заболеваний было вызвано микобактериями комплекса *M. avium-intracellulare* [4]. Частота выделения НТМБ, по данным Н.М. Макаревич с соавторами [2], в различных регионах бывшего СССР колебалась от 1 до 3,9 % от общего числа выделенных культур. Всего за 10 лет на пяти территориях страны было выделено 1347 культур НТМБ, но только 1 % культур ассоциировался с заболеванием человека. За период с 1981 по 2001 год в Северо-Западном регионе РФ выявлено 214 таких больных, у большинства из них (65 %), так же как и в других странах, патология была вызвана МАС [2, 4].

**Цель работы.** Исследовать частоту выделения НТМБ от больных, проживающих в неблагоприятных природно-климатических условиях, на примере г. Красноярск.

**Материал и методы исследования.** Микробиологические исследования выполнены в лаборатории Красноярского противотуберкулезного диспансера № 2. Объектами исследований явились штаммы нетуберкулезных микобактерий, выделенные из патологического материала от впервые выявленных больных туберкулезом легких. Исследованию подвергали культуры микроорганизмов, выросшие на классической селективной среде Левенштейна-Йенсена с салициловым натрием, поскольку они все относятся к нетуберкулезным микобактериям. Первичную идентификацию НТМБ до вида осуществляли на основе таких признаков, как скорость роста, способность образовывать пигмент, способность роста при различных температурах (22, 28 и 37°C соответственно) [1] (Приказ МЗ РФ от 21.03.2003, приложение №8 к Приказу МЗ РФ от 22.11.95 г. №324).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Показатель частоты выделения НТМБ от общего числа выделенных микобактерий варьировал от 0,07 до 0,64 % (табл.).

**Встречаемость нетуберкулезных микобактерий (НТМБ) в выделениях впервые выявленных больных туберкулезом легких**

Год исследования	Общее число выделенных микобактерий	НТМБ	
		Абс.ч.	Процент
2004	2614	3	0,11
2005	2744	2	0,07
2006	2795	3	0,11
2007	3089	4	0,13
2008	3123	20	0,64
Всего за 5 лет	14365	32	0,22

Всего за период исследования нами выделено 32 культуры НТМБ. Семь из них были отнесены к комплексу *M. avium*, пять – идентифицированы как *M. fortuitum*. Остальные двадцать культур идентифицированы до рода микобактерий. На основании полученных результатов следует отметить, что до 2008 года выявление НТМБ из патологического материала от больных носило спорадический характер. Тогда как в 2008 году у двух больных было выявлено по два положительных посева с НТМБ, а у третьего – за 6 месяцев лечения было выявлено семь положительных посевов НТМБ, идентифицированных как *M. avium*.

**Выводы.** Таким образом, становится очевидным, что НТМБ являются возбудителями заболевания не только в условиях теплого климата, но и выделяются от больных, проживающих в условиях резко континентального климата. Несмотря на то что удельный вес НТМБ по сравнению с классическими МБТ невелик, клиническое значение этих микобактерий и вызываемых ими заболеваний в мире возрастает, особенно в связи с распространением ВИЧ-инфекции. Аналогичная тенденция установлена в условиях г. Красноярск в период проведения исследований.

Микобактериоз протекает крайне тяжело, а лечение таких больных представляет значительные трудности, которые связаны с отсутствием как простых, чувствительных методов идентификации НТМБ, так и разработанных селективных питательных сред для их выделения.

### Литература

1. Культуральные методы диагностики туберкулеза / под ред. В.В. Ерохина. – М.; Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2008. – 208 с.
2. Распространение нетуберкулезных микобактерий в отдельных регионах Советского Союза и их роль в заболевании человека / Н.М. Макаревич, Н. Рудой, Т.Б. Ильина [и др.] // Сб. науч. тр. Кирг.НИИТ. – Фрунзе, 1985. – С.73–79.
3. Видовая принадлежность микобактерий, выделяемых от крупного рогатого скота и из объектов внешней среды / Н.П. Овдиенко, В.И. Косенко, А.Х. Найманов [и др.] // Проблемы туберкулеза. – 1990. – № 2. – С.46–48.
4. Оттен Т.Ф., Васильев А.В. Микобактериоз. – СПб., 2005. – 224 с.
5. Влияние антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на туберкулез / В.А. Соколов, Д.Н. Голубев, Б.И. Никонов [и др.] // Тез. докл. 4-го съезда науч.-мед. ассоц. фтизиатров. – Йошкар-Ола, 1999. – С. 41,130.
6. Стрельцова Е.Н. Влияние неблагоприятных экологических факторов на органы дыхания // Проблемы туберкулеза – 2007. – № 3. – С. 3–7.
7. Nontuberculous mycobacterial diseases / H. Adle-Biassette, M. Huerre, G. Breton [et al.] // Am. Pathol. – 2003. – Vol. 23. – P. 216–235.
8. Debrune J., Tacquet A., Gernez-Rieux C. Микобактериозы человека, клинические формы и лечение // Мат-лы 21-й Междунар. конф. по туберкулезу. – М., 1971. – С. 31–34.
9. Falkinham J. Mycobacterial aerosols and respiratory diseases // Emerg. Infect. Dis. – 2003. – Vol. 9. – P. 763–767.
10. Falkinham J. Nontuberculous mycobacteria in the environment // Clin. Chost. Med. – 2002. – Vol. 23. – P. 529–551.
11. Heifets L. Mycobacterial infections caused by nontuberculous mycobacteria // Semin. Respir. Crit. Care Med. – 2004. – Vol. 25. – P. 283–295.

12. Holland S. Nontuberculous mycobacteria // Am. J. Med. Sci. – 2001. – Vol. 321. – P. 49–55.
13. Jenkins P.A. Nontuberculous mycobacteria and disease // Europ. J. resp. Dis. – 1981. – Vol. 62. – P. 69–71.
14. Marros T., Dally C. Epidemiology of human pulmonary infection with nontuberculous mycobacteria // Clin. Chost. Med. – 2002. – Vol. 23. – P. 553–567.



УДК 556:574.583

Ю.А. Пономарева

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ И СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА В НИЖНЕМ БЬЕФЕ КРАСНОЯРСКОЙ ГЭС

*На основе многолетних наблюдений рассмотрена межгодовая динамика фитопланктона и химического состава воды р. Енисей в нижнем бьефе Красноярской ГЭС.*

**Ключевые слова:** р. Енисей, нижний бьеф, состав воды, фитопланктон, химический состав.

Yu.A. Ponomareva

### WATER CHEMICAL COMPOSITION AND PHYTOPLANKTON STRUCTURE IN THE TAIL-WATER OF KRASNOYARSK HYDROPOWER STATION

*The inter-annual dynamics of the phytoplankton and the chemical composition of the Yenisey River tail-water of Krasnoyarsk hydropower station are considered on the basis of long-term observations.*

**Key words:** the Yenisey River, tail-water, phytoplankton, chemical composition.

**Введение.** Енисей – главная река Сибири, образующаяся слиянием рек Большого и Малого Енисея в Республике Тыва у города Кызыла. Территория бассейна Енисея расположена внутри огромного Евразийского материка в большом удалении от морских и океанических влияний. Детальное изучение фитопланктона и химического состава Енисея после зарегулирования в 1967 году русла в верхнем течении реки проводилось разными авторами [1–7].

**Целью настоящей работы** было дополнение имеющихся на сегодняшний день сведений и характеристика современного состояния р. Енисей в нижнем бьефе Красноярской ГЭС.

**Материалы и методы.** Несмотря на то что река является динамичной средой и при транзите по территории города под влиянием многокомпонентного воздействия в ней происходят изменения состава воды, для изучения межгодовой динамики гидрохимических и гидробиологических параметров воды решено выбрать стационарный участок Енисея. Так, в период с 2008 по 2011 год исследования р. Енисей проводили в 40 км ниже плотины Красноярской ГЭС в точке с координатами 55°98' с.ш., 92°78' в.д.

Сбор и обработку проб фитопланктона осуществляли стандартными методами [8–11]. Концентрирование речной воды, отбираемой ежедневно, осуществляли фильтрационным методом на мембранных фильтрах марки Владипор типа МФАС-ОС-3 (диаметр пор 0,80 мкм). Биомассу определяли счетно-объемным методом в камере Горяева объемом 0,0009 см<sup>3</sup> при общем увеличении  $\times 400$ , а для мелких форм –  $\times 1000$ . Для оценки видового разнообразия использовали индекс Шеннона  $H_b$ , рассчитанный по биомассе фитопланктона. Сопоставление видового состава в различные годы производилось по экологическому коэффициенту флористического сходства Серенсена [10, 11]. Индексы сапробности рассчитывали по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека [12–14]. Степень загрязнения, классы качества воды и уровень трофности реки определяли в соответствии с [15, 16].

Наряду с исследованием водорослей проводили химические наблюдения согласно общепринятым в гидрохимии методам [17, 18]. Мутность, цветность, рН, температура воды, аммонийный азот определялись ежедневно; минерализация, общая жесткость, перманганатная окисляемость, растворенный кислород,

нефтепродукты, железо, хлориды – ежемесячно, остальные химические показатели – ежеквартально. В качестве критериев при оценке качества воды использовали предельно допустимые концентрации (ПДК), нормируемые для вод как хозяйственно-бытового [19], так и рыбохозяйственного значения [20].

**Результаты исследований.** До зарегулирования верхний участок Енисея (от истока р. Большой Енисей до устья р. Ангары) относился к олиготрофному водотоку, где закономерности формирования гидрохимического режима определялись климатическими условиями бассейна и режимов водного стока. Содержание биогенных элементов было низким, минерализация воды в течение года колебалась в пределах от 65 до 270 мг/л [21, 22]. Численность и биомасса фитопланктона эпизодически увеличивались до 0,16 млн кл/л и 63 мг/м<sup>3</sup> соответственно [2].

**Химический состав воды.** В первые годы функционирования Красноярского водохранилища диапазон колебания минерализации воды в верхнем и нижнем бьефах стал меньше и составил 81–140 мг/л и 101–137 мг/л соответственно [3]. В настоящее время в нижнем бьефе амплитуда колебаний минерализации воды составляет 59,4–117,0 мг/л (в среднем 84,7±1,4 мг/л) (табл. 1). Сглаженные внутригодовые ее изменения в течение года обусловлены влиянием вышерасположенного по течению водохранилища, где аккумулируются маломинерализованные снеговые воды.

Таблица 1

**Основные гидрохимические характеристики р. Енисей в нижнем бьефе Красноярской ГЭС (2008–2011 гг.)**

Показатель	2008	2009	2010	2011
1	2	3	4	5
<i>мг/л</i>				
Минерализация	<u>59,40–91,80</u>	<u>75,20–117,00</u>	<u>72,00–100,00</u>	<u>70,40–99,60</u>
	82,58±2,51	89,03±3,42	82,37±2,43	84,77±2,22
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<u>5,83–10,20</u>	<u>5,38–9,81</u>	<u>6,93–16,10</u>	<u>4,79–5,42</u>
	7,73±0,91	7,47±0,93	13,51±2,20	5,08±0,13
Cl	-	<u>2,07–2,25</u>	<u>0,99–2,33</u>	<u>0,52–2,74</u>
	-	2,16±0,09	1,66±0,67	0,86±0,20
Ca <sup>2+</sup>	<u>16,80–20,10</u>	<u>15,70–20,50</u>	<u>15,80–24,60</u>	<u>16,60–20,50</u>
	18,45±0,68	18,18±0,38	19,72±0,75	18,96±0,36
Mg <sup>2+</sup>	-	<u>2,40–2,80</u>	<u>2,30–2,70</u>	<u>2,20–3,70</u>
	-	2,70±0,10	2,58±0,09	2,75±0,33
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<u>0,75–0,98</u>	<u>0,78–0,89</u>	<u>0,74–0,87</u>	<u>0,55–0,72</u>
	0,86±0,05	0,84±0,03	0,82±0,03	0,66±0,04
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<u>0,09–0,16</u>	<u>0,02–0,14</u>	<u>0,02–0,05</u>	<u>0,03–0,06</u>
	0,13±0,01	0,08±0,01	0,04±0,002	0,04±0,003
Кремний	<u>1,49–2,40</u>	<u>2,03–3,24</u>	<u>2,35–3,02</u>	<u>1,94–2,44</u>
	2,04±0,19	2,60±0,27	2,63±0,14	2,17±0,12
Фториды	<u>0,076–0,130</u>	<u>0,073–0,100</u>	<u>0,067–0,120</u>	<u>0,072–0,094</u>
	0,094±0,012	0,088±0,006	0,099±0,016	0,081±0,006
Нефтепродукты	<u>0,006–0,020</u>	<u>0,006–0,020</u>	<u>0,006–0,017</u>	<u>0,006–0,010</u>
	0,009±0,002	0,013±0,002	0,010±0,002	0,007±0,0004
Мутность	<u>0,81–1,12</u>	<u>0,75–1,54</u>	<u>0,78–1,96</u>	<u>0,74–1,33</u>
	0,98±0,03	1,07±0,08	1,13±0,10	1,00±0,01
Цветность, град	<u>6,80–11,74</u>	<u>6,96–10,26</u>	<u>9,24–13,33</u>	<u>7,61–9,74</u>
	9,02±0,52	8,81±0,33	10,36±0,35	8,88±0,18
Общая жесткость, °Ж	<u>1,18–1,40</u>	<u>1,15–1,31</u>	<u>0,94–1,75</u>	<u>1,04–1,29</u>
	1,23±0,02	1,22±0,02	1,29±0,07	1,17±0,03

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
Температура, °С	<u>1,86–14,00</u>	<u>2,81–13,50</u>	<u>2,30–11,00</u>	<u>2,05–13,00</u>
	6,56±1,07	6,76±0,91	5,41±0,83	6,17±0,97
рН	<u>7,22–8,40</u>	<u>7,00–8,35</u>	<u>6,98–7,95</u>	<u>7,22–7,88</u>
	7,70±0,07	7,61±0,06	7,59±0,04	7,70±0,04
<i>мг О<sub>2</sub>/л</i>				
Растворенный кислород	<u>10,00–13,36</u>	<u>9,30–14,00</u>	<u>9,80–12,80</u>	<u>9,30–13,40</u>
	12,29±0,28	11,52±0,47	11,53±0,27	11,54±0,38
БПК <sub>5</sub>	<u>0,90–3,00</u>	<u>0,70–0,90</u>	<u>0,90–1,40</u>	<u>0,90–1,20</u>
	1,53±0,50	0,78±0,05	1,20±0,11	1,05±0,06
<i>мг О/л</i>				
Перманганатная окисляемость	<u>1,95–3,08</u>	<u>2,28–3,59</u>	<u>2,30–5,29</u>	<u>2,39–3,96</u>
	2,52±0,11	2,66±0,10	3,52±0,23	2,95±0,15
ХПК	<u>5,90–7,90</u>	<u>5,20–7,90</u>	<u>5,30–8,50</u>	<u>5,80–10,60</u>
	6,48±0,48	6,15±0,60	7,40±0,73	8,33±1,07

Примечание: «-» – данные отсутствуют; над чертой – предельные, под чертой – средние значения концентраций.

Из основных ионов, определяющих степень насыщения воды неорганическими (минеральными) веществами, преобладали ионы кальция (см. табл. 1). В 2011 году концентрация сульфатов и хлоридов была наименьшей, что, возможно, связано с уменьшением концентраций главных ионов в водохранилище и основных притоках. Вода р. Енисей в нижнем бьефе характеризуется нейтральной и слабощелочной реакцией среды (рН=6,98–8,40), по классификации [18] жесткость воды соответствует категории «мягкая». Максимальный прогрев воды в реке в период наблюдений зарегистрирован в августе (14,0 °С), до зарегулирования – в июле (16,6 °С) [21, 23]. В течение 2008–2011 гг. концентрации биогенных элементов низкие (см. табл. 1). За период наблюдений N-NO<sub>2</sub> аналитически не обнаруживался. Концентрации фосфатов (PO<sub>4</sub>) и фосфора общего (P<sub>общ</sub>) на исследуемом участке реки составляли 11–20 и 4–32 мкг/л соответственно.

Кислородный режим водотока характеризуется как благополучный. Межгодовое распределение растворенного кислорода в воде стабильное. Содержание органических веществ по бихроматной окисляемости (ХПК) в течение четырех лет изменялось от 5,20 до 10,60 мг О/л с увеличением данного показателя к 2011 году в 1,3 раза, что может быть отражением усилившейся антропогенной нагрузки. В межгодовом аспекте с 2008 по 2011 г. концентрация нефтепродуктов остается в пределах ПДК, при этом отмечается увеличение концентрации нефтепродуктов в 2009 году. В этом же году значительно снизился показатель БПК<sub>5</sub> (см. табл. 1).

Из общей выборки результатов исследований по металлам следует отметить железо, медь, цинк и марганец, поскольку данные показатели имели значения близкие либо выше ПДК рыбохозяйственных водоемов (табл. 2). Содержание железа, марганца не выходило за пределы ПДК. Концентрации остальных металлов превышали ПДК для воды рыбохозяйственного значения (особенно медь).

Таблица 2

## Межгодовая динамика концентраций металлов в воде р. Енисей, мкг/л

Элемент	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	ПДК	
					ХБ	РХ
Железо	<u>20,0–61,0</u>	<u>25,0–87,0</u>	<u>21,0–84,0</u>	<u>30,0–92,0</u>	300	100
	48,0±9,5	61,4±12,9	57,6±11,7	44,1±4,9		
Медь	-	<u>1,2–2,4</u>	<u>1,1–2,9</u>	<u>1,6–3,1</u>	1000	1
	-	1,7±0,3	1,8±0,6	2,1±0,4		
Цинк	<u>1,8–16,0</u>	<u>10,0–18,0</u>	<u>3,6–5,1</u>	<u>2,7–15,0</u>	5000	10
	6,8±4,6	13,0±2,5	4,5±0,5	6,6±2,9		
Марганец	<u>2,2–7,4</u>	<u>5,7–7,9</u>	<u>4,2–6,0</u>	<u>4,2–6,1</u>	100	10
	5,4±1,2	7,2±0,6	4,9±0,6	4,9±0,6		

Примечание: «-» – данные отсутствуют; над чертой – предельные, под чертой – средние значения концентраций элементов; ХБ – хозяйственно-бытовое; РХ – рыбохозяйственное значение.

**Динамика фитопланктона.** В фитопланктоне р. Енисей обнаружено 99 таксонов водорослей ниже рода, относящихся к 6 отделам, 8 классам, 15 порядкам, 28 семействам и 47 родам. Особую роль в формировании фитоценоза исследуемого участка реки на протяжении четырех лет наблюдений играли диатомовые и зеленые водоросли (88% от общего числа видов). Основу видового богатства диатомовых водорослей при высокой скорости течения составляли донные формы: род *Navicula* включал 14 таксонов, *Gomphonema* и *Cymbella* по 7 и 5 таксонов соответственно. В отделе зеленых наиболее представлен порядок *Chlorococcales*, на долю которого приходится 64% от числа видов отдела. Отделы синезеленые, динофитовые, золотистые и криптофитовые немногочисленны и характеризовались небольшим видовым разнообразием. В сумме они составляли 12% (12 видов).

Проанализировав таксономический состав альгофлоры планктона за четыре года наблюдений, установили, что межгодовые изменения таксономического состава фитопланктона незначительны. Это подтверждается высокими коэффициентами флористического сходства, которые изменялись от 60 (для 2008–2009 гг.) до 87% (для 2009–2010 гг.). Доминирующими видами, в независимости от сезона, из диатомей являлись *Diatoma vulgare* Bory, *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Melosira varians* Ag., *Nitzschia dissipata* (Kutz.) Grun.; из синезеленых – *Chamaesiphon curvatus* (Borzi) Nordst. По частоте встречаемости (более 50%) на исследуемом участке выделяются: в 2008 году *F. crotonensis* Kitt. (50%), в 2009 году – *Asterionella formosa* Hass. (83%), в 2010 и 2011 годах – *Cyclotella radiosa* (comta) (Grun.) (83 и 69% соответственно).

Степень сложности альгоценозов по индексу Шеннона варьировала от  $2,40 \pm 0,18$  (2008 г.) до  $3,10 \pm 0,10$  (2011 г.) (табл. 3). Высокие значения  $H_b$  зарегистрированы в весенне-летний период ( $2,94 \pm 0,13$ ), а более низкие характерны для сообществ зимнего планктона ( $2,01 \pm 0,24$ ). В этот период в биомассе альгоценоза доминировали 1–2 таксона.

Проведенный эколого-географический анализ альгофлоры планктона показал, что в зависимости от места обитания основная часть водорослей – это планктонно-бентосные формы (38%). В равном количестве представлены типично планктонные (27%) и бентосные формы (26%). Подавляющее большинство зарегистрированных водорослей (90%) имеют широкое географическое распространение (относятся к видам-космополитам). Виды-индифференты по отношению к проточности преобладали (70%) над всеми остальными. Среди показателей температурных условий также преобладали индифференты (76%). По отношению к активной реакции среды (pH) основная часть водорослей, для которых известна эта характеристика, представлена или видами-индифферентами, или обитателями щелочных вод (алкалифилами) [12].

Таблица 3

**Межгодовая динамика численности (N, млн кл/л), биомассы (B, мг/л), индексов сапробности (S) и видового разнообразия ( $H_b$ ) фитопланктона в нижнем бьефе Красноярской ГЭС (2008–2011 гг.)**

Показатель	2008	2009	2010	2011
N	$\frac{0,07-5,53}{1,12 \pm 0,19}$	$\frac{0,19-12,25}{0,94 \pm 0,27}$	$\frac{0,21-9,89}{1,23 \pm 0,27}$	$\frac{0,42-10,34}{1,25 \pm 0,26}$
B	$\frac{0,11-9,90}{1,67 \pm 0,27}$	$\frac{0,13-23,00}{1,57 \pm 0,52}$	$\frac{0,07-9,17}{1,18 \pm 0,25}$	$\frac{0,11-10,88}{1,46 \pm 0,28}$
S	$\frac{1,49-1,90}{1,74 \pm 0,06}$	$\frac{1,23-2,33}{1,68 \pm 0,03}$	$\frac{1,33-2,80}{1,86 \pm 0,05}$	$\frac{1,42-2,45}{1,95 \pm 0,03}$
$H_b$	$\frac{1,77-2,83}{2,40 \pm 0,18}$	$\frac{2,33-3,40}{2,75 \pm 0,15}$	$\frac{1,84-3,09}{2,69 \pm 0,18}$	$\frac{2,36-3,52}{3,10 \pm 0,10}$

Примечание: над чертой – предельные, под чертой – среднегодовые значения показателей.

Численность фитопланктона за период с 2008 по 2011 год изменялась от 0,07 (январь 2008 г.) до 12,25 (июнь 2009 г.) млн кл/л при среднем значении  $1,14 \pm 0,26$  млн кл/л. Биомасса варьировала от 0,7 (январь 2010 г.) до 23,00 (июнь 2009 г.) мг/л, в среднем составляя  $1,46 \pm 0,28$  мг/л (см. табл. 3). В межгодовой динамике численности планктона отмечается незначительное увеличение данного показателя от 1,12 (2008 г.) до 1,26 млн кл/л (2011 г.). Максимальное значение биомассы фитопланктона, наоборот, зарегистрировано в 2008 году ( $1,55 \pm 0,27$  мг/л) с последующим его понижением к 2011 году ( $1,44 \pm 0,28$  мг/л). Увеличение численности водорослей на фоне более медленного роста их биомассы свидетельствует о преобладании в фитопланктоне мелкоклеточных видов, что в свою очередь наблюдается при увеличении антропогенной нагрузки [9]. Трофический статус р. Енисей на исследуемом участке по биомассе фитопланктона [15] в 2008–2011 годах соответствует мезотрофному типу.

От общего количества видов индикаторы сапробности составляли 79%. Среди них преобладали виды мезосапробионты (58%). На долю водорослей –показателей низкой степени органического загрязнения (от ксено-олиго- до олиго-бетамезосапробионтов) приходилось 28%. Вдвое меньше отмечено видов альфамезосапробионтов и полисапробов (14%), толерантных к значительному органическому загрязнению. Доминирование в видовом составе водорослей группы  $\beta$ -мезосапробионтов определяет и качество воды р. Енисей. Так, за период исследований индексы сапробности (ИС) колебались в пределах от 1,23 (март 2009 г.) до 2,80 (апрель 2010 г.). Среднее значение ИС за период исследования, соответствующее  $\beta$ -мезосапробной зоне [15, 16], составляло  $1,84 \pm 0,02$  (см. табл. 3). Итоговая ранговая оценка показала, что в целом качество воды р. Енисей в нижнем бьефе, с учетом индекса сапробности и биомассы фитопланктона, определяется  $\beta$ -мезосапробной зоной, 3-м классом качества – удовлетворительно чистая, достаточно чистая.

**Заключение.** В настоящее время в нижнем бьефе Красноярской ГЭС наблюдается низкая внутригодовая вариабельность значений минерализации воды. В многолетней динамике сульфатов и хлоридов отмечена тенденция уменьшения их концентрации, что, возможно, связано со снижением концентраций главных ионов в водохранилище и основных притоках. Качество воды р. Енисей по всем химическим показателям удовлетворяет требованиям для воды водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования, но при этом по ряду показателей (цинку и меди) не соответствует требованиям для воды водных объектов рыбохозяйственного значения. В фитопланктоне на сегодняшний момент обнаружено 99 видов водорослей. По биомассе фитопланктона трофический статус р. Енисей на исследуемом участке соответствует мезотрофному типу. Качество воды, с учетом индекса сапробности и биомассы фитопланктона, определяется  $\beta$ -мезосапробной зоной, 3-м классом качества – удовлетворительно чистая, достаточно чистая.

### Литература

1. Кузьмина А.Е. Основные черты фитопланктона нижнего бьефа Красноярского водохранилища // Круговорот вещества и энергии в водоемах: тез. докл. на IV Всесоюз. совещ. – Лиственничное на Байкале, 1977. – С. 91–95.
2. Чайковская Т.С. Фитопланктон реки Енисей и Красноярского водохранилища // Природные комплексы низших растений Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 2–22.
3. Сороковицова Л.М. Трансформация главных ионов и минерализация воды р. Енисей в условиях зарегулированного стока // Водные ресурсы. – 1993. – Т. 20, №3. – С. 320–325.
4. Санитарно-экологическое и трофическое состояние средней части реки Енисей и ее притоков / Л.А. Щур, А.Д. Апонасенко, В.Н. Лопатин [и др.] // Гидробиол. журн. – 1998. – Т. 34, № 2. – С. 46–54.
5. Сороковицова Л.М., Башенхаева Н.В. Евтрофирование и качество воды Енисея // Водные ресурсы. – 2000. – Т. 27, №4. – С. 498–503.
6. Изменение структурно-функциональных показателей фитоперифитона на участках р. Енисей с различным состоянием антропогенно-экологического напряжения / Н.А. Гаевский, Т.Н. Ануфриева, Е.А. Иванов [и др.] // Вестник КрасГУ. – 2006. – № 5. – С. 93–98.
7. О воздействии притоков на экологическое состояние реки Енисей / А.Д. Апонасенко, В.В. Дрюккер, Л.М. Сороковицова [и др.] // Водные ресурсы. – 2010. – Т. 37, №6. – С. 692–699.
8. Вельдре С.Р. Статистическая проверка счетного метода количественного анализа планктонных проб // Применение математических методов в биологии. – Л.: Наука, 1963. – Т.2. – С. 10–31.
9. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. – Л.: Наука, 1969. – Т. 1. – 657 с.
10. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
11. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 184 с.
12. Баринова С.С, Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. WEB. – URL: <http://herba.msu.ru/algae/>.
13. Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol, 1973. Beih. 7: Ergeb. Limnol. H.7. – 218 p.
14. Wegl R. Index fur die Limnosaprobität // Beitrage zur Gewässerforschung – 1883. – XIII, Bd 26. – S. 127–173.

15. Жукинский В.Н., Оксуюк О.Н., Олейник Г.Н. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. – 1981. – Т. 17, № 2. – С. 38–49.
16. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О.Н. Оксуюк, В.Н. Жукинский, Л.П. Брагинский [и др.] // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.
17. Методы химических исследований океана / под ред. О.К. Бордовского, В.Н. Иваненкова. – М.: Наука, 1978. – 270 с.
18. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справ. мат-лы / Т.В. Гусева, Я.П. Молчанова, Е.Н. Заика [и др.]. – М.: Эколайн, 2000. – 61 с.
19. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Изд-во Минздрава РФ, 2007. – 223 с.
20. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно-допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ федерального агентства по рыболовству № 20 от 18.01.2010 г. – М.: Изд-во ВНИРО, 2010. – 153 с.
21. Грезе В.Н. Кормовые ресурсы рыб реки Енисея и их использование // Изв. ВНИИОРРХ. – М.: Пищепромиздат, 1957. – Т.41. – 226 с.
22. Емельянова Л.М., Башенхаева Н.В. // Круговорот вещества и энергии в водоемах: тез. докл. V Всесоюз. лимнол. совещ. – Иркутск, 1977. – С. 99.
23. Продукционно-гидробиологические исследования Енисея. – Новосибирск: Наука, 1993. – 195 с.



УДК 630\*561.24

В.В. Симанько, А.В. Бенькова, А.В. Шашкин

#### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА «СКОЛЬЗЯЩИХ ФУНКЦИЙ ОТКЛИКА» ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАДИАЛЬНЫЙ РОСТ ДЕРЕВЬЕВ

*Предложен метод расчета и анализа «скользящих функций отклика» для выявления влияния климатических факторов на радиальный рост деревьев на основе расчета средних скользящих коэффициентов корреляции. Определен оптимальный временной период («окно») длительностью в 20 дней, при котором скользящие функции отклика показали более тесную корреляцию индексов радиального прироста с климатическими переменными (температурой и осадками).*

**Ключевые слова:** функции отклика, «скользящие функции отклика», «скользящие средние», индексы радиального прироста, климатические факторы.

V.V. Simanko, A.V. Benkova, A.V. Shashkin

#### THE APPLICATION OF “SLIDING RESPOND FUNCTION” METHOD FOR REVEALING CLIMATIC FACTOR INFLUENCE ON TREE RADIAL GROWTH

*The calculation and analysis method of “sliding respond functions” for revealing the climatic factor influence on tree radial growth based on calculation of correlation average “sliding” coefficients is proposed. The optimal time period (“window”) with the length of 20 days where “sliding respond functions” showed the closest correlation of radial growth indices with climatic variables (temperature and precipitation) is determined.*

**Key words:** respond functions, “sliding respond functions”, “sliding average”, radial growth indices, climatic factors.

---

**Введение.** Степень изменчивости годовичного прироста, обусловленную климатическими изменениями, принято оценивать, используя эмпирический подход, а именно построение и анализ стандартных функций отклика нормированной ширины годовичных колец (индексов) на влияние климатических факторов. Это орто-

гональные уравнения множественной регрессии, в которых индексы годовых колец являются зависимыми, а климатические переменные – независимыми [10, 12, 14].

Обычно в качестве климатических переменных используются стандартные метеорологические данные, такие как среднемесячные температуры и месячные осадки. Однако решение дендрозкологических и физиологических задач требует другого подхода, не привязанного к разбиению вегетационного периода на календарные месяцы. При решении такого рода задач в литературе появились варианты поиска статистических связей индексов прироста со среднедекадными и средними за пять дней климатическими переменными [5, 15, 18].

Между тем динамика сезонного радиального роста деревьев в большинстве случаев не установлена, и в связи с этим трудно судить о длительности и положении в пределах вегетационного периода реального временного интервала, когда климатические условия оказывают наиболее сильное влияние на размеры годовичного кольца. Поэтому использование усредненных за заданный промежуток времени климатических переменных не всегда дает положительный результат [2]. В данной работе предлагается не только способ поиска и определение длительности временного интервала в пределах вегетационного сезона, когда влияние климатических условий на размеры годовичного кольца наибольшее, но и выявление преимущества метода «скользящих функций отклика».

**Материалы и методы исследований.** В разных климатических условиях начало, окончание и продолжительность вегетационного сезона различны, а фенологические наблюдения, по которым определяются эти характеристики, зачастую отсутствуют. Поэтому нами был взят в рассмотрение временной период с 1 апреля по 30 октября текущего года, охватывающий сезоны вегетации на территории Сибири [3]. В качестве климатических переменных использованы данные по среднесуточным температурам воздуха и суточным осадкам, измеренным в течение ряда лет. Расчет «скользящих средних» климатических переменных проводился за разные промежутки времени (в пределах так называемых «окон»). В работе использованы «окна» продолжительностью 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 и 40 дней для того, чтобы на основе анализа результатов выбрать оптимальное окно. «Окно» любой продолжительности начиналось с 1 апреля, и после расчета средних значений температуры воздуха и осадков в «окне» последнее сдвигалось на 5 дней вперед (проводился «сдвиг окна с «шагом» в 5 дней»), и вновь рассчитывались средние, и так до 30 октября. Оказалось, что «скользящие средние» климатических переменных лучше, чем среднемесячные, отражают внутрисезонную изменчивость погодных условий. Это наглядно представлено на рисунке 1 на примере сравнения внутрисезонной динамики «скользящей средней» температуры воздуха, рассчитанной с окном в 20 дней и шагом в 5 дней, с динамикой суточной и среднемесячной температуры соответствующего сезона.

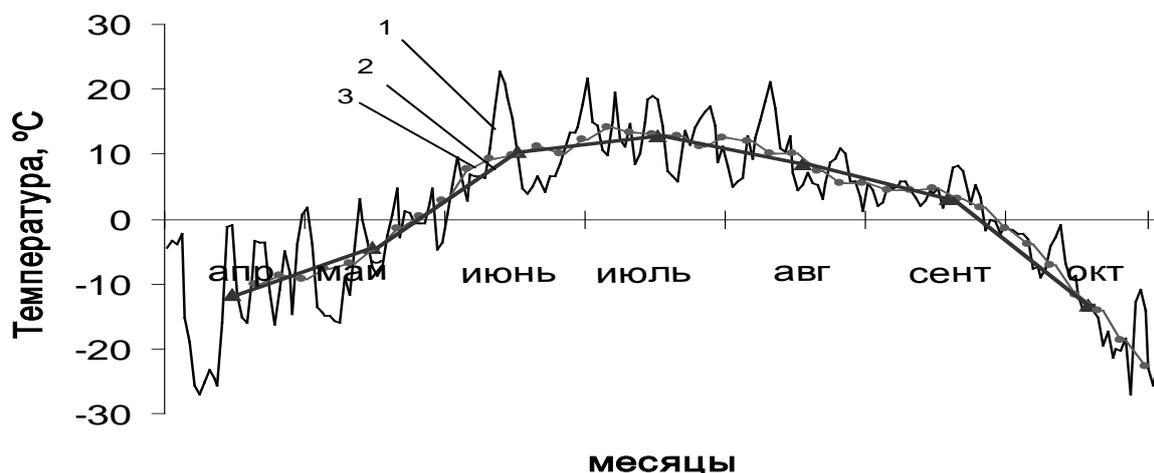


Рис. 1. Температура воздуха в апреле – октябре 1990 года по метеостанции Хатанга:  
1 – среднесуточные данные; 2 – среднемесячные данные; 3 – «скользящие средние» с «окном»  
в 20 дней и шагом в 5 дней

Корреляционная связь между индексами радиального прироста и значениями температуры воздуха и осадков отдельных месяцев за длительный период времени (в календарных годах) называется «стандарт-

ной функцией отклика индексов прироста». Корреляционную связь, рассчитанную между индексами радиального прироста и «скользящими средними» упомянутых климатических переменных, мы назвали «скользящей функцией отклика».

Преимущество «скользящих средних» перед стандартными, построенными с использованием среднемесячных значений температуры воздуха и осадков, продемонстрировано на нескольких примерах. Для исследования были выбраны очень холодные и очень засушливые местообитания на территории Сибири, то есть где, как было установлено ранее дендрохронологическими исследованиями, преимущественно один климатический фактор лимитировал радиальный рост [4, 5, 7, 11].

**Объекты и места исследований.** Места выбраны вблизи метеостанций Хатанга, Чокурдах, Тура, Улан-Удэ. Условные обозначения мест: KOT, COKU, TURA, ULAN.

I. KOT. Долина р. Котуй (п-ов Таймыр, 70°52' с.ш., 102°58' в.д.). Субарктический термический режим, сплошное распространение многолетней мерзлоты, средняя температура января минус 29,6°С, июля – плюс 12,5°С, среднегодовая температура минус 13°С, очень низкие значения годовых осадков (247 мм/год), сравнительно высокая влажность воздуха в первой половине сезона. Вегетационный сезон длится около 60–65 дней, с середины июня до середины августа. Преобладает лиственница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.).

II. COKU. Долина р. Индигирка (Северо-Восточная Якутия, 70°62' с.ш., 147°88' в.д.). Климат суровый, резко континентальный, обусловлен тем, что район располагается преимущественно в пределах арктического и субарктического климатических поясов. Сплошное распространение многолетней мерзлоты. Среднегодовая температура – минус 13,4°С, средние температуры января – минус 33,9°С, июля – плюс 10,6°С. Годовая норма осадков около 200 мм. В течение летних месяцев выпадает основная сумма осадков (65–75% годовой суммы). Вегетационный сезон длится около 60–65 дней. Преобладает лиственничное редколесье, образованное лиственницей Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr.)

III. TURA. Нижнее течение р. Кулингдакан (база Эвенкийского опорного экспедиционного пункта ИЛ СО РАН вблизи пос. Тура, 64° 27' с.ш., 100°23' в.д.). Климат семигумидный, резко континентальный. По данным метеостанции Тура за период 1936–2009 гг., средняя температура января составляет минус 36,0°С, июля плюс 16,5°С, среднегодовая температура – минус 9,0°С, среднегодовое количество осадков 366 мм, длительность безморозного периода – 100 дней. Вегетационный период длится в среднем 69–80 дней. Объектом исследования явились лиственничники кустарничково-зеленомошные, образованные лиственницей Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.).

IV. ULAN. Находится вблизи г. Улан-Удэ (51°83' с.ш., 107°60' в.д.). Климат резко континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры воздуха и с неравномерным распределением атмосферных осадков по сезонам года. Лето короткое, в первой половине засушливое с отдельными суховеями. Число дней с осадками составляет 155 дней в году. В среднем выпадает 265 мм осадков в год, основное их количество приходится на лето; на июль и август приходится 60–70 % годовой нормы. Средняя годовая температура воздуха – минус 0,1 °С. Средняя температура июля плюс 15–20 °С, января – минус 20–30 °С. Объект исследования – лиственничники *Larix sibirica* Ledeb. Вегетационный период длится в среднем 120 дней.

Суточные климатические данные для метеостанций Хатанга (с 1950 по 2008 г.), Чокурдах (с 1950 по 1989 г.), Тура (с 1936 по 2009 г.), Улан-Удэ (с 1935 по 1989 г.) взяты с сайта <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/ghcn/daily/>.

**Результаты и обсуждения.** Корреляция R индексов радиального прироста деревьев со «скользящими средними» температурами и осадками за указанные выше периоды представлены в виде контурных диаграмм (рис. 2) для каждого местообитания. Более темные оттенки соответствуют более высоким коэффициентам корреляции. Области с «точками» соответствуют отрицательным значениям. Каждое значение на диаграмме соответствует усреднению климатических данных за N дней вперед, начиная с указанного дня года.

Установлено, что для всех участков при длительности временного «окна» от 15 дней связь индексов радиального прироста с температурой воздуха (рис. 2, а) становится сильнее ( $R > 0,40$ – $0,50$ , при  $P < 0,05$ ) по сравнению с менее продолжительными промежутками времени (5 или 10 дней), хотя есть и исключения. Например, на участке II, где главным образом температура двух летних месяцев июня–июля определяет изменение радиального прироста [1] независимо, какова длительность «окна», выявлена сильная связь радиального прироста с температурой воздуха 155–185 дня ( $R > 0,50$ ). Ширина годового кольца оказалась очень чувствительной к изменению температуры в этот период времени и в значительной степени определила рост годового кольца.

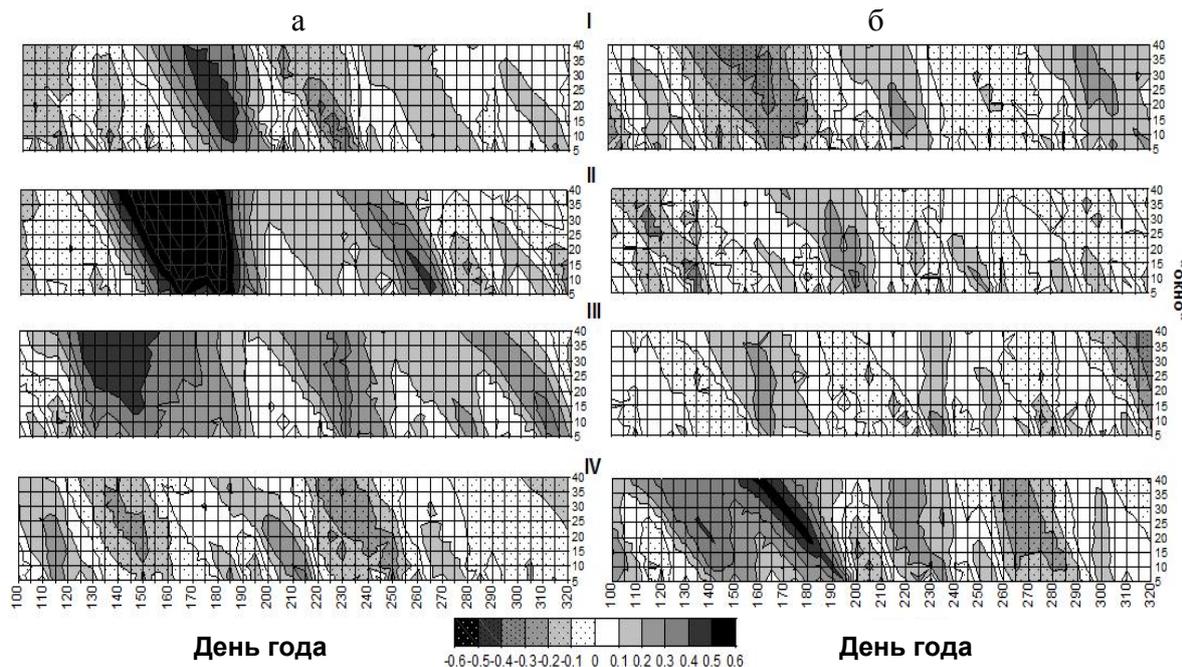


Рис. 2. Контурная диаграмма скользящих 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 и 40-дневных функций отклика индексов радиального прироста деревьев на температуру (а) и осадки (б) (со сдвигом на 5 дней):

I – КОТ (*Larix gmelinii*, II – СОКУ (*Larix cajanderi*), III – ТУРА (*Larix gmelinii*, IV – УЛАН (*Larix sibirica*).

Значимые коэффициенты корреляции ( $R=0,23\div 0,31$ )

При рассмотрении более длительных временных интервалов (25–40 дней) может отмечаться снижение достоверных значений коэффициента корреляции, например на участке I в середине августа или на участке II в начале сентября. Достаточно высокие достоверные коэффициенты корреляции ( $R > -0,30$  –  $-0,40$ , при  $P < 0,05$ ) индексов прироста для деревьев с участка I с осадками появляются только с «окном» длительностью 20 дней (рис. 2, б). При увеличении «окна» область становится шире по временной шкале, из-за чего возникает ложный эффект климатического сигнала, содержащегося в хронологии. Так, для участка IV (рис. 2, б) при увеличении «окна» от 30 до 40 дней область сигналов сливается и становится шире. Это связано с тем, что при выборе слишком продолжительного временного «окна» в его пределы попадают периоды, наиболее значимые для роста деревьев. В связи с чем связь индексов радиального прироста с климатическими факторами будет сильной на протяжении длительного периода времени.

Таким образом, 20-дневные скользящие функции отклика показали более тесную корреляцию индексов прироста с климатическими переменными и отличались лучшим разрешением по сравнению со стандартными функциями отклика. Кроме того, 20 дней – это достаточно длительный временной интервал в процессе формирования годичного прироста, так что климатический сигнал в этих пределах вполне могут регистрировать древесно-кольцевые хронологии. При дальнейшем сравнительном анализе мы использовали только 20-дневные скользящие функции отклика. Тем не менее этот период не универсален, он зависит от района исследования, а также от поставленной задачи.

*Функции отклика индексов радиального прироста на изменение климатических факторов (рис.3)*

На северных широтах июнь-июльские температуры всегда считались эффективными для роста деревьев [8, 9, 11, 13, 17], это подтверждают функции отклика среднемесячных данных температуры на радиальный прирост (см рис. 3, а, кривая 1). По стандартным функциям отклика (рис. 3, а) выявлена достоверная прямая связь радиального прироста у деревьев, произрастающих на участках I с июльской температурой ( $R=0,37$ ), на II – с температурой июня-июля ( $R=0,70$ ,  $R=0,62$ ), а на участке III – со среднемесячной температурой июня ( $R=0,41$ ). У деревьев на участке IV достоверной связи с температурой летних месяцев не обнаружено.

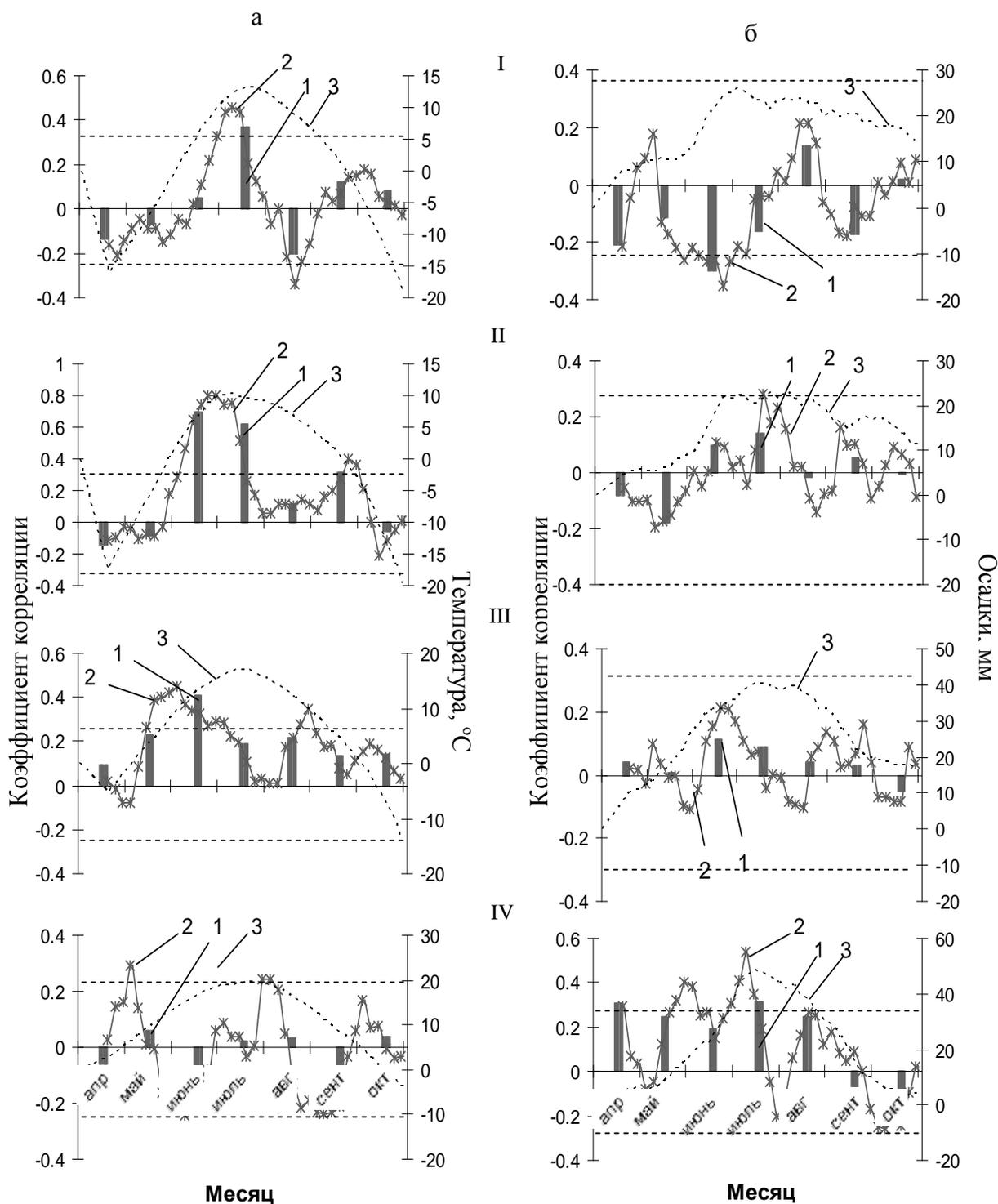


Рис. 3. Функции отклика индексов радиального прироста деревьев, произрастающих на участках I – КОТ, II – СОКУ, III – ТУРА, IV – УЛАН, на температуру воздуха (а) и осадки (б): 1 – «стандартные», с использованием среднемесячных данных; 2 – «скользящие» 20-дневные функции отклика; 3 – среднемноголетние значения температуры (а) и осадков (б); пунктирной линией на графиках отмечена граница значимости коэффициентов корреляции

Радиальный прирост на участке I связан с осадками июня (связь довольно слабая  $R=-0,30$ ), а на участке IV, где осадки являются лимитирующим фактором, прирост оказался чувствителен к осадкам апреля, июля ( $R=0,31$ ,  $R=0,32$ ) (рис. 3, б).

Преимущество же 20-дневных скользящих функций отклика (см рис. 3, кривая 2) перед стандартными функциями отклика (см рис. 3, кривая 1) очевидно: границы области со значимыми коэффициентами корреляции сдвигаются и становятся шире, демонстрируют более тесную связь индексов радиального прироста с температурой воздуха и осадков. Так, для участка I посредством скользящих функций отклика выявлено положительное влияние температуры воздуха на ширину годичных колец в период с середины июня по начало июля (см. рис. 3, а, I, кривая 2); для участка III радиальный прирост деревьев достоверно и положительно коррелирует с температурой мая-июня и середины августа (рис. 3, а, III, кривая 2), а для участка IV – начало мая, конец июля, первая декада августа (рис. 3а, IV, кривая 2).

С использованием «скользящих средних» было выявлено положительное влияние осадков в конце мая ( $R=0,40$ ) и в начале июля ( $R=0,54$ ) на радиальный прирост деревьев с участка IV и отрицательное влияние осадков в период с 4 по 19 июня ( $R=-0,35$ ) на ширину годичных колец деревьев с участка I [2], хотя стандартные функции отклика эту связь не выявили.

Таким образом, достоинство «скользящих функций отклика» заключается в том, что, во-первых, можно более точно определять период наибольшего влияния климатических факторов и, во-вторых, выявить различный отклик радиального прироста на климатические переменные в тех местах, в которых сроки начала вегетации разные. Так, авторами статьи [2] было показано, что важно учитывать значение именно микроэкологических условий для роста деревьев, произрастающих в экотоне верхней границы леса. Авторы статьи показали, что если взять участки вдоль топоэкологического профиля, находящиеся в разных микроусловиях, но расположенные близко к друг другу, вдоль склона: в верхней части, в средней и нижней (около воды), – то выявить разницу в реакции у деревьев на температуру и осадки возможно только используя метод «скользящих функций отклика». Тогда как «стандартные функции отклика» заметной разницы в реакции у деревьев выявить не смогли [2].

Необходимо отметить, что, используя метод «скользящих функций отклика», можно сделать вывод о том, что в большинстве случаев радиальный прирост начинает коррелировать с температурой воздуха в начале вегетации. Опираясь на результаты фенологических наблюдений Т.В. Карбаиновой [6] и Прислана [16], именно температура воздуха в начале вегетационного сезона и, соответственно, в начале сезона радиального роста, включающего в себя предсезонную реактивацию камбия, создает условия для будущего роста и определяет ширину годичного кольца. В холодных и засушливых местах даже незначительное изменение климатических факторов в течение сезона роста может отразиться на радиальном приросте деревьев.

Метод «скользящих функций отклика» оказался наиболее эффективным для выявления разницы реакции роста деревьев на изменение температуры или осадков: 1) в местах, где лимитирующие факторы сменяют друг друга в течение одного и разных сезонов роста; 2) в местах с разными микроклиматическими условиями в пределах одного экотопа и/или экотона.

**Заключение.** Предложен метод расчета и анализа «скользящих функций отклика» для выявления влияния климатических факторов на радиальный рост деревьев на основе расчета средних скользящих коэффициентов корреляции. В местах обитания, где лимитирует радиальный рост один климатический фактор, определен оптимальный временной период («окно») длительностью в 20 дней, при котором скользящие функции отклика показали более тесную корреляцию индексов радиального прироста с климатическими переменными (температурой и осадками) и отличались лучшим разрешением по сравнению со стандартными функциями отклика. Выявлено, что 20 дней – это достаточно длительный временной интервал в процессе формирования годичного прироста, так что климатический сигнал в этих пределах вполне могут регистрировать древесно-кольцевые хронологии. С помощью использования «скользящих функций отклика» можно более точно определять период наибольшего влияния климатических факторов. Метод «скользящих функций отклика» оказался наиболее эффективным для выявления разницы реакции роста деревьев на изменение температуры или осадков: 1) в местах, где лимитирующие факторы сменяют друг друга в течение одного и разных сезонов роста; 2) в местах с разными микроклиматическими условиями в пределах одного экотопа и/или экотона.

## Литература

1. Бенькова А.В. Моделирование динамики нетто-продуктивности хвойных в пределах циркумполярного кольца и средней тайги: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.28. – Красноярск, 2003. – 19 с.
2. Значение микроэкологических условий для роста лиственницы Гмелина в экотоне верхней границы леса на полуострове Таймыр / В.Е. Бенькова, А.В. Шашкин, М.М. Наурзбаев [и др.] // Лесоведение. – 2012. – № 4. – С. 73–84.
3. Буторина Т. Н. Биоклиматическое районирование Красноярского края. – Новосибирск: Наука, 1979. – 231 с.
4. Ваганов Е.А., Шиятов В.С., Мазепа С.В. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. – Новосибирск: Наука, 1996. – 244 с.
5. Ваганов Е. А., Шашкин А.В. Рост и структура годичных колец хвойных. – Новосибирск: Наука, 2000. – 232 с.
6. Карбаинова Т.В. Сезоны года в Таймырском заповеднике. Исследование природы Таймыра. – Красноярск: Изд-во ИЛ СО РАН, 2006. – Вып. 2. – С. 157–168.
7. Хантемиров Р.М., Сурков А.Ю., Горланова Л.А. Изменения климата и формирование возрастных поколений лиственницы на полярной границе леса на Ямале // Экология. – 2008. – № 5. – С. 323–328.
8. Лиственничники лесотундры и климатические тренды / В.И. Харук, К.Дж. Рэнсон, С.Т. Им [и др.] // Экология. – 2006. – № 5. – С. 323–331.
9. Шиятов С.Г. Методы дендрохронологии. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: учеб.-метод. пособие. – Красноярск: Изд-во КрасГУ, 2000. – Ч. 1. – 80 с.
10. Шиятов С.Г. Колебания климата и возрастная структура древостоев лиственничных редколесий в горах Полярного Урала. Растительность тундр и пути ее освоения. – Л., 1967. – С. 271–278.
11. Trends in recent temperature and radial tree growth spanning 2000 years across northwest Eurasia / K.R. Briffa, V.V. Shishov, T.M. Melvin [et. al.] // Physiological Transactions of Royal Soc. B. – 2008. – Vol. 363. – № 1501. – Suppl. 12. – P. 2271–2284.
12. Cook E., L.A. Kairiukstis. Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences / eds. E.R. Cook. – IASA. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Acad. Pub, 1990. – 394 p.
13. Douglass A.E. Climatic cycles and tree-growth. A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity – Washington: Carnegie Inst., 1919. – Vol.1. – 127 p.
14. Fritts H.C. Tree-rings and climate. – London; New York; San Francisco: Acad. Press, 1976. – 576 p.
15. The importance of early summer temperature and data of snow melt for tree growth in the Siberian Subarctic / A. Kidryanov, M. Huges, E. Vaganov [et al.] // Trees. – 2003. – № 17. – P. 61–69.
16. Seasonal ultrastructural changes in the cambial zone of beech (*Fagus sylvatica*) grown at two different altitudes / U. Schmitt, G. Koch, J. Gričar [et. al.] // IAWA J. – 2011. – Vol. 32. – № 4. – P. 443–459.
17. Schweingruber F.H. Tree Rings and Environment. Dendroecology. – Birmensdorf, WSL/FNP, Bern, Stuttgart, Vienna Haupt Publ., 1996. – 609 p.
18. Influence of snowfall and melt timing on tree growth in subarctic Eurasia / E.A. Vaganov, M.K. Hughes, A.V. Kirdeyanov [et al.] // Nature. – 1999. – V. 400. – № 8. – P. 149–15.



**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ МЫШЬЯКА В СИСТЕМЕ ТЕХНОЗЕМ – ТОПОЛЬ ДУШИСТЫЙ (*POPULUS SUAVEOLENS FISCHER*) В АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ ШЕРЛОВОГОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)**

*В статье рассматриваются биогеохимические особенности поведения мышьяка в системе технозем – растение.*

*Установлено его высокое содержание (до 1700 мг/кг) в техноземах. *P. suaveolens* содержит в своих органах до 17,2 мг/кг As.*

**Ключевые слова:** мышьяк, технозем, органы растения, карьер, хвостохранилище, коэффициент биологического поглощения (КБП).

М.А. Solodukhina

**ARSENIC BEHAVIOR BIOGEOCHEMICAL PECULIARITIES IN THE SYSTEM "TECHICAL SOIL– POPLAR" (*POPULUS SUAVEOLENS FISCHER*) IN ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF THE TRANSBAIKALIA TERRITORY SHERLOVOGORSKIY ORE REGION**

*The biogeochemical peculiarities of arsenic (As) behavior in the system "technical soil-plant" are considered in the article.*

*Its high content (up to 1700 mg/kg) in technical soils is determined. *P. suaveolens* contains in its organs up to 17,2 mg/kg of As.*

**Key words:** arsenic, technological soil, plant organs, open pit, tailing storehouse, biological absorption coefficient (BAC).

**Введение.** Мышьяк (As) – канцерогенный химический элемент, при длительном употреблении которого могут возникнуть опасные заболевания (кератоз, арсеникоз, онкологические, кожные и др.) [10]. Он поражает все органы и ткани человека, что приводит к необратимым изменениям в организме, инвалидности и смерти [11].

Несмотря на длительное изучение As и его соединений, биогеохимия этого элемента изучена недостаточно.

В Забайкальском крае массы извлеченных из недр горных пород (не менее 340 млн т) с высоким содержанием токсичных элементов (мышьяка, свинца, цинка, кадмия, меди и др.) занимают более 4 тыс. га земель [2]. Они сосредоточены в центральной и юго-восточной частях. Из них 4,5 тыс. т As складировано в отходах горнодобывающих предприятий [2].

**Цель исследования.** Изучение биогеохимического поведения мышьяка в системе технозем – растение.

**Объект, материал и методы исследования.** В течение полевых сезонов 2002–2010 гг. на территории Шерловогорского рудного района были отобраны пробы техноземов и растений. В данной работе приведены результаты исследования поглощения мышьяка растениями на примере тополя душистого (*P. suaveolens*), поскольку он является одним из пионерных видов растений, заселяющих техногенные массивы.

Шерловогорский рудный район находится на юго-востоке Забайкальского края, в Борзинском административном районе. Здесь около 300 лет функционировал горно-промышленный комплекс, в результате деятельности которого образовались техногенные массивы с высоким содержанием токсичных элементов, в том числе мышьяка [7].

Участки отбора проб представляют собой антропогенные ландшафты. Основным типом этих ландшафтов, согласно классификации Ф.Н. Милькова (1973), на изучаемой территории является карьерно-отвальный комплекс, который образовался в результате деятельности Шерловогорского горно-обогатительного комбината. Он включает в себя карьер, хвостохранилище, склады и отвалы пустой, забалансовой и подготовленной к переработке горной породы (техногенные массивы). Общая площадь, занятая

карьерно-отвальным комплексом ландшафтов, на территории всего района составляет более 380 га. Из них площадь карьера сопки Большая около 150 га, хвостохранилища – 80 га, площадь земель, занятых отвалами и складами руды, – более 150 га [4]. Объем переотложенного каменного материала на территории карьерно-отвального комплекса приведен в таблице 1.

Таблица 1

**Объем переотложенного техническими средствами каменного материала и занимаемые им площади в Шерловогорском рудном районе [4]**

Наименование	Виды техногенного каменного материала				
	Хвостохранилище обогатительной фабрики	Горные породы вскрыши	Отвалы бедных оловянных руд	Отвалы бедных оловянно-цинковых руд	Отвалы свинцово-цинковых руд
Площадь, га	80	210	Общая площадь 53		
Объем каменного материала, тыс. т	17617,3	133587	1430	3243	2434

Карьер, образовавшийся в результате добычи олово-полиметаллических руд, представляет собой воронку, на дне которой образовалось техногенное озеро. Тип местности – карьерно-отвальная пустошь. В карьере максимально залужен его западный фланг, здесь распространены древесно-кустарниковые заросли естественного происхождения. Это является следствием благоприятного географического положения (достаточная освещенность, защищенность от ветра) и процессов геотехногенеза.

Горные породы вскрыши карьера складированы в трех отвалах: Южном, Восточном и Северном. Они представляют собой высокие плато (от 17 до 46 м в высоту), сложенные щебнисто-глыбовым материалом – обнаженный карьерно-отвальный тип местности.

Наиболее распространенными видами растений, заселяющими поверхность отвалов, являются тополь душистый, береза повислая и мак голостебельный. Реже встречается осина, таран узколистый и полынь Гмелина. Проективное покрытие составляет менее 5 %. Это связано с тем, что технозем отвалов представляет собой горные породы разной крупности, от глыб более 3 м в диаметре до мелкозема, в состав которого входят рудные минералы и продукты их разрушения. Химические элементы, в том числе и токсичные, образуют ореолы рассеяния, в пределах которых распространение растительности затруднено.

Кроме этого, указанные техногенные массивы располагаются на высотах от 842 до 950 м над уровнем моря, что в силу природно-климатических особенностей территории существенно замедляет процесс почвообразования. В итоге зарастание поверхности происходит очень медленно.

В результате полевых работ установлено, что Северный отвал зарастает более интенсивно, чем другие отвалы, поэтому в данной работе представлены результаты исследования именно этого техногенного массива.

Хвостохранилище Шерловогорского ГОКа представляет собой обезвоженное озеро, озерно-холмистый обнажено-пустошный тип местности. Технозем состоит из горных пород разной крупности, но преобладает зернисто-илистый материал класса – 0,2 мм, который является продуктом переработки руд. Руда состояла из рудных и нерудных минералов: пирит, арсенопирит, халькопирит, касситерит, сфалерит, галенит, турмалин, сидерит, флюорит [4]. После закрытия ГОКа в 1993 году хвостохранилище было обезвожено, и лишь в 2004–2005 гг. его частично засыпали неравномерным слоем каменного материала с отвалов и складов бедных руд. В северной и северо-восточной его частях лежат глыбы липаритов, привезенные сюда для засыпки его пылящей поверхности.

В хвостохранилище растительность распространяется неширокой полосой около 20–30 м, простираясь с юго-запада на северо-восток вдоль временного водоема (во влажный период года) и на дамбе. Поскольку поверхность хвостохранилища более увлажнена, чем другие техногенные массивы, то и его зарастание проходит более интенсивно. Растительное сообщество представлено тополем душистым, березой повислой, пятилистниками (кустарниковым и мелколистным), полынью Гмелина, тараном узколистым, дендрантемой Завадского, иван-чаем, маком голостебельным, злаками. На хвостохранилище периодически пасется крупный рогатый скот жителей пгт. Шерловая Гора.

Отбор проб технозема проводили в соответствии с ГОСТ 17.4.4. 02-84. Растение отбирали и делили на органы. Корни и наиболее запыленные части промывали сначала струей проточной воды, а после дистиллированной, и высушивали до воздушно-сухого состояния. Во избежание потерь As пробы растений не озоляли, а непосредственно переводили в раствор. Химический анализ растений выполняли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на спектрофотометре ICP-MS Elan DRC II PerkinElmer в Хабаровском инновационно-аналитическом центре Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН аналитики: В.Е. Зазулина, А.Ю. Лушникова, Е.М. Голубева и Д.В. Авдеев. Анализ химического состава технозема выполнен рентгеновским флуоресцентным анализом (РФА) в аналитической лаборатории ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ) на спектрометре VRA-30 канд. техн. наук Б.Ж. Жалсараевым, В.А. Ивановой, И.В. Боржоновой, И.В. Бардамовой и Ж.Ш. Ринчиновой.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Полученные данные свидетельствуют о том, в техноземах антропогенных ландшафтов валовое содержание As значительно превышает ПДК и кларк (табл. 2). Такая его концентрация закономерна и обусловлена тем, что он присутствует во всех месторождениях и рудопроявлениях олова, вольфрама, цветных металлов и самоцветов. Его максимальное содержание в горных породах геологического субстрата составляет 1,47 % [5].

Таблица 2

**Содержание мышьяка в техноземах Шерловогоского рудного района, мг/кг**

Место отбора проб	x	$\sigma$	min	max	x/ПДК	x/кларк*	n
Карьер	172	152	3	790	86	34	40
Северный отвал	578	412	250	1427	289	116	7
Хвостохранилище	529	426	44	1700	265	106	40

Примечание: x – среднее содержание;  $\sigma$  – стандартное отклонение; min – минимум; max – максимум; \* кларк по [1]; n – число проб.

В результате деятельности Шерловогоского ГОКа горные породы с высоким содержанием As и отходы их переработки переместили в техногенные массивы. Поскольку рекультивацию не проводили, а мышьяк не был предметом извлечения, то и его содержание осталось на прежнем уровне.

Несмотря на столь высокую концентрацию As в техноземах, *P. suaveolens* поглощает малую долю от его валового содержания (табл. 3).

Таблица 3

**Среднее содержание As в органах *P. suaveolens* (в числителе – среднее содержание, в знаменателе размах содержаний), мг/кг**

Орган растения	Место отбора проб (число экземпляров в выборке)		
	Карьер (45)	Северный отвал (30)	Хвостохранилище (135)
Листья	0,8	2,9	4,6
	0,3–1,5	0,8–5,1	0,2–17,2
Ветви	2,3	1,6	1,7
	2–2,5	1,3–2	0,2–4,2
Корни	0,4	4,0	4,0
	0,08–0,87	1,3–6,7	0,5–14,2

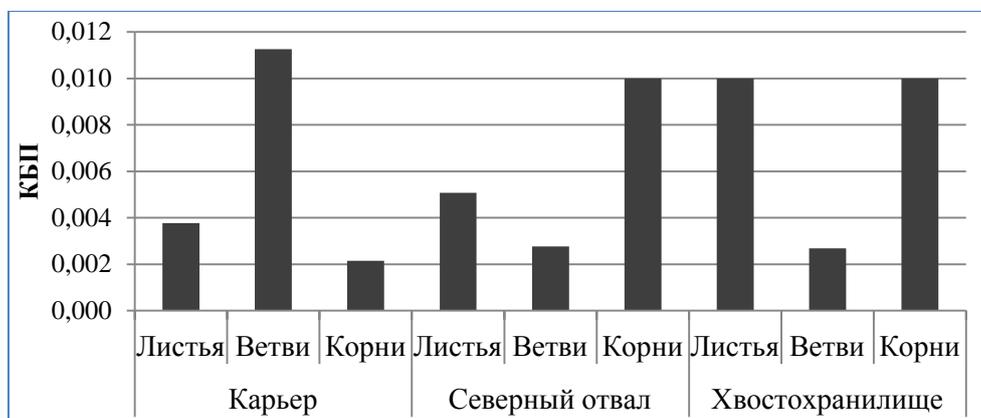
Из таблицы следует, что среднее содержание As в органах *P. suaveolens* не превышает мировой фоновой концентрации, которая, по данным [3], составляет 1,5–5 мг/кг, но оно значительно выше растительного кларка (см. табл. 3). На разных участках опробования, в разных органах оно неодинаковое. Это связано с тем, что As в техноземах присутствует в различных формах. Известно, что в хвостохранилище около 40% от валового содержания составляет его подвижная форма [8]. По карьере и Северному отвалу опубликованных дан-

ных пока нет. Тем не менее для других древесных растений Шерловогорского рудного района установлены аналогичные особенности биологического захвата As [6]. Опыт показывает, что древесные растения менее интенсивно, чем травянистые, вовлекают As в биологический круговорот, они обладают барьерностью по отношению к его высокой концентрации в питающей среде [5]. Группой иностранных ученых была обнаружена устойчивость некоторых сельскохозяйственных растений к высокому содержанию мышьяка в почве [9], что указывает на наличие у растений фильтров-барьеров.

Установлено, что в подавляющем большинстве случаев (в 165 из 210) накопление мышьяка происходит в корнях и листьях *P. suaveolens*. При этом в стеблях содержание As существенно меньше (в 2 и более раз), чем в других органах. Длительное накопление As происходит в корнях, поскольку лист – орган временный.

Интенсивность биологического поглощения As разными органами *P. suaveolens*, выраженная через КБП, представлена на рисунке. Исходя из приведенных данных, следует, что на Северном отвале и в хвостохранилище КБП As корнями и листьями больше, чем ветвями, а в карьере наоборот.

КБП As изученными растениями не превышает 0,12, поэтому рационально использовать это растение для биологической рекультивации техногенных массивов с высоким содержанием As в условиях юго-востока Забайкальского края. Это позволит решить две задачи: 1) уменьшить механическую миграцию мышьяка в составе пылеватых частиц в результате пыления поверхности отвалов и хвостохранилища за счет закрепление грунта; 2) исключить попадание As в продукты питания животноводства местного населения, поскольку *P. suaveolens* домашние животные не едят.



КБП As *P. suaveolens*

### Выводы

1. Установлено высокое содержание мышьяка в техноземах техногенных массивов Шерловогорского рудного района Забайкальского края.
2. Среднее содержание As в *P. suaveolens* не превышает мировую фоновую концентрацию в растениях, но существенно выше кларка.
3. Длительное накопление As происходит в корнях *P. suaveolens*. КБП As органами растения не превышает 0,12.
4. Учитывая установленные биогеохимические особенности, рационально использовать это растение для биологической рекультивации техногенных массивов изученного района.

### Литература

1. Брукс Р.Р. Биологические методы поисков полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 311 с.
2. Геологические исследования и горно-промышленный комплекс Забайкалья: История, современное состояние, проблемы, перспективы развития. К 300-летию основания Приказа рудокопных дел / Г.А. Юргенсон [и др.] – Новосибирск: Наука, 1999. – 574 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

4. Кадастр техногенных скоплений горнорудных предприятий Читинской области / Ю.Ф. Харитонов [и др.]. – Чита: Изд-во ЗабНИ, 1998. – 960 с.
5. Солодухина М.А. Мышьяк в компонентах ландшафтов Шерловогорского рудного района: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Томск, 2012. – 19 с.
6. Солодухина М.А. О содержании мышьяка в некоторых лекарственных растениях Забайкальского края // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №6.
7. Юргенсон Г.А., Солодухина М.А., Гудкова О.В. К основам биогеохимического мониторинга в геотехногенных ландшафтах горнорудных территорий // Вестн. МАНЭБ. – Т. 11, № 5. – 2006. – С. 119–123.
8. Юргенсон Г.А., Корешкова Ю.В. Формы нахождения мышьяка в почвогрунтах Шерловогорского горнорудного района Забайкальского края // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2010. – С. 19–22.
9. Arsenic contamination of soils and agricultural plants through irrigation water in Nepal / B.M. Dahal, M. Fuerhacker, A. Mentler [et al.] // Environmental Pollution. – 2008. – №155. – P. 157–163.
10. Yan ZHENG Mobilization of natural arsenic in groundwater: targeting low arsenic aquifers in high arsenic occurrence areas // Geology in China. – 2010. – Vol. 37, № 3. – P. 723–728.
11. Smandrasekharam D. Scinario of arsenic pollution in groundwater: West Bengal // Geology in China. – 2012. – Vol. 37, № 3. – P. 712–722.



УДК 630\*181.351

В.И. Уфимцев

#### ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГА КУЗБАССА НА ПРОИЗРАСТАНИЕ КУЛЬТУР КЕДРА СИБИРСКОГО

*Статья посвящена исследованию комплекса экологических условий отвалов, под влиянием которых протекает ход роста, формируются морфометрические показатели и жизненное состояние древостоев кедра сибирского.*

**Ключевые слова:** кедр сибирский, отвалы вскрышных пород, эмбриоземы, классы бонитета, твердость почвы, густота древостоя.

V.I. Ufimtsev

#### COAL FIELD ECOLOGICAL CONDITION INFLUENCE ON SIBERIAN CEDAR CULTURE GROWTH IN THE SOUTH KUZNETSK BASIN

*The article is devoted to the research of the dump ecological condition complex that influences growth process, morphometric indicator formation and the forest stand vital condition of Siberian cedar.*

**Key words:** Siberian cedar, overburden dumps, embryo soils, quality of locality classes, soil hardness, forest stand density.

---

**Введение.** Формирование растительного покрова является одним из важнейших факторов оптимизации природной среды на территориях разработки месторождений полезных ископаемых. В Кузбассе, где в результате добычи каменного угля природные ландшафты испытывают колоссальный экологический прессинг, вопросы адаптации растительности к изменяющимся условиям окружающей среды приобретают глубокий научный смысл.

Угольные месторождения Юга Кузбасса (Междуреченский район, южная часть Новокузнецкого района), по лесорастительному районированию Г.В. Крылова [5], расположены в подпопсе среднегорной черной тайги Кузнецкого черного округа на границе Кузнецко-Алатауского горно-таежного и Горношорского

таежного осиново-пихтового районов. Здесь преобладают пихтовые леса, имеющие состав 8П1Б1Ос+ед. К., III–V класс бонитета и полноту 0,4–0,5 [3].

Черневая тайга, окружающая новообразованные техногенные ландшафты, оказывает существенное влияние на их зарастание. Одним из первых древесных видов, поселяющихся на отвалах, является кедр сибирский, или сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour). В составе древостоев черневой тайги кедр не образует сомкнутых одновидовых древостоев и выступает в роли второстепенного эдификатора лесных сообществ. Однако условия произрастания древесной растительности, складывающиеся на отвалах, отличаются от условий окружающих ландшафтов. Поэтому кедр, обладающий зоохорной способностью к распространению семян, активно поселяется на отвалах, распространяясь далеко от маточных деревьев, и по обилию подроста занимает второе место, уступая среди деревьев первой величины лишь березе повислой, под покровом которой сеянцы кедра хорошо развиваются [4, 12]. В дальнейшем, по мере развития на отвалах лесных фитоценозов, кедр сибирский, вероятно, может стать доминирующей древесной породой техногенных ландшафтов таежной подзоны.

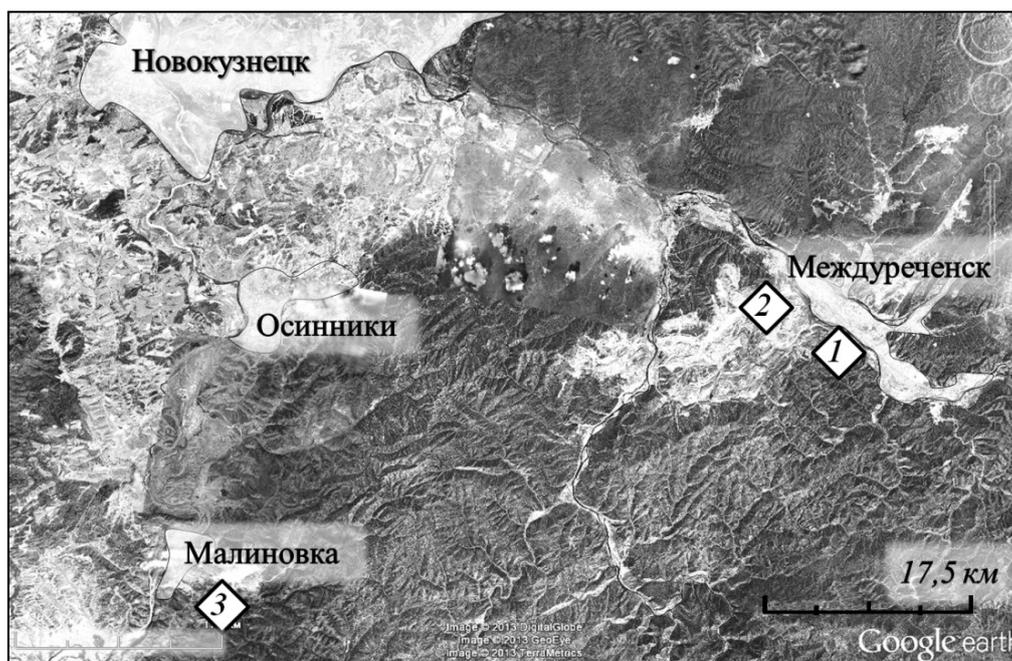
Однако естественное зарастание и протекание сукцессий по естественному пути будут происходить в течение неопределенно долгого времени. Природные механизмы зарастания отвалов должны быть воспроизведены при облесении отвалов. Поселение кедра сибирского на отвалах свидетельствует, что данная древесная порода может с успехом применяться в лесной рекультивации.

Вопросы произрастания кедра на участках рекультивации освещены в работах ряда кузбасских исследователей [6, 8]. Многосторонняя хозяйственная ценность и положительный опыт интродукции кедра сибирского позволяют считать его перспективным видом для создания насаждений защитного, орехоплодового и декоративно-рекреационного назначения. К настоящему времени культуры кедра сибирского на участках рекультивации представлены экспериментальными площадками и мелкоконтурными производственными участками, значительно уступая насаждениям сосны обыкновенной, которая является безусловным лидером по занимаемой площади на отвалах Кузбасса.

В связи с этим возникает необходимость более детального изучения условий произрастания кедра сибирского на отвалах и их сопоставления с особенностями роста и продуктивности.

**Целью настоящей работы** является оценка влияния условий произрастания на состояние насаждений кедра сибирского на отвалах угольных месторождений.

**Объекты и методика исследований.** Исследуемые участки расположены на отвалах Красногорского (пробная площадь (ПП) 1), Томусинского (ПП 2) и Осинниковского (ПП 3) разрезов (рис.).



Расположение насаждений с участием кедра сибирского на отвалах Южного Кузбасса

Объектами исследования выбраны насаждения с участием кедра сибирского, достигшие II класса возраста (20 лет). Закладка пробных площадей проведена с учетом наличия не менее 200 экземпляров кедра. Поскольку кедр сибирский на отвалах Кузбасса не является повсеместно распространенной древесной породой, целесообразно приведение его показателей роста с сосной обыкновенной, которая успешно произрастает в различных экологических условиях отвалов [11]. Поэтому в качестве контроля были изучены древостои сосны обыкновенной, произрастающие в тех же почвенно-экологических условиях в пределах заложённых пробных площадей.

На каждой ПП для проведения агрохимического анализа, определения содержания мелкозема и гранулометрического состава был проведен отбор почвенных образцов [7]. Твердость субстрата эмбриоземов в слое 0-30 см установлена при помощи плотномера Горячкина в 10-кратной повторности. Для определения хода роста (линейный прирост), средней высоты и диаметра произведен таксационный анализ древостоев методом средней модели [2]. Так как сравнительный анализ продуктивности по абсолютным показателям не дает объективной оценки результатов, для этой цели должны быть использованы универсальные шкалы. Так, общее жизненное состояние (ОЖС) оценено по шкале В.А Алексеева [1], а показатели продуктивности – по шкале бонитетов, принятых для основных лесообразующих пород Северной Евразии [10].

**Результаты и обсуждение.** Исследуемые насаждения произрастают на отвалах, сформированных автомобильным способом. На горнотехническом этапе рекультивации участки ПП 1 и ПП 3 подвергались полной планировке поверхности. На участке ПП 2 планировка не проводилась, а мезорельеф участка представляет собой бугристую поверхность, не подвергнутую воздействию большегрузной техники. Таким образом, верхний слой горной массы выполняет роль экрана мощностью 1–2 м, нанесенного на уплотненный субстрат. В связи с этим твердость субстрата на ПП 2 вдвое меньше (рыхловатая), чем на ПП 1 (твердая), и втрое меньше, чем на ПП 3 (весьма твердая) (табл. 1).

Таблица 1

## Литологические и физико-механические свойства эмбриоземов

Номер ПП	Твердость субстрата, кгс/см <sup>2</sup>	Литологический состав*	Камни и гравий, %	Содержание мелкозема, %	Кол-во фракций физической глины, %
1	24,3±0,9	П <sub>Fe</sub> , П <sub>Si</sub> , Ал <sub>у</sub> , У	68,2	31,8	22,2
2	11±1,5	Ар <sub>у</sub> , Ал <sub>м</sub>	86,5	13,5	26,8
3	36,4±1,6	П <sub>Si</sub>	83,3	16,7	25,9

\* П<sub>Fe</sub> – песчаник железистый; П<sub>Si</sub> – песчаник силикатный; Ал<sub>у</sub> – алевролит углистый; У – уголь; Ар<sub>у</sub> – аргиллит углистый; Ал<sub>м</sub> – алевролит мелкозернистый.

Субстрат эмбриозема на ПП 1 состоит из хаотичной смеси метаморфизированных осадочных пород с небольшими включениями частиц угля. Присутствие песчаников на железистом цементе и углистых аргиллитов, в сильной степени подверженных дезинтеграции, обеспечивает относительно высокое содержание мелкозема. Каменистость обусловлена высокой долей песчаников на силикатном цементе, слабо поддающихся физическому выветриванию. На ПП 2 аргиллиты и алевролиты хорошо выветрелые, однако доля мелкоземных фракций здесь минимальна. Вероятно, это связано с миграцией мелкоземных частиц вследствие рыхлой структуры профиля до глубоких уплотненных горизонтов. Породный состав эмбриоземов на ПП 3 представлен лишь силикатными песчаниками, которые обуславливают каменистость, низкое содержание мелкозема и высокую твердость субстрата.

Содержание физической глины в составе мелкозема во всех случаях соответствует легким суглинкам, однако значительное содержание камней и гравия придает эмбриоземам свойства более легкого гранулометрического состава.

Благоприятным для растений свойством следует считать нейтральную и слабокислую реакцию почвенного раствора, что обусловлено наличием в элювии вскрышных пород карбонатсодержащих включений (табл. 2).

## Агрохимические свойства эмбриоземов

Номер ПП	рН	Содержание основных макроэлементов					
		N общий, %	Обеспеченность	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> подв., г/кг	Обеспеченность	K <sub>2</sub> O обмен., г/кг	Обеспеченность
1	7,2	0,26	Низкая	22	Очень низкая	10,0	Очень низкая
2	6,8	0,16	Низкая	195	Высокая	14,4	Очень низкая
3	7,3	0,25	Низкая	10	Очень низкая	13,8	Очень низкая

Обеспеченность растений основными элементами минерального питания низкая и очень низкая. Исключением является высокое содержание подвижного фосфора на ПП 2, которое, возможно, может быть связано с образованием ортофосфорной кислоты в ходе выветривания алевролитов и аргиллитов.

В составе исследуемых насаждений по количеству деревьев преобладает кедр сибирский, вторую позицию занимает сосна обыкновенная (контроль) (табл. 3).

Таблица 3

## Общая характеристика насаждений

Номер ПП	Состав древостоя	Возраст	Размеры ПП, га	Густота древостоя, в т.ч., шт/га			
				Кедр	Сосна	Прочие	Всего
1	5К4С1Л+ед.Б	20	0,24	966	770	35	1771
2	6К4С+ед.Б,Ос	22	0,96	265	177	20	462
3	7К2С1Б+ед.Ос	18	0,12	1945	591	52	2588

На ПП 3, где наблюдается наибольшая густота древостоя, количество экземпляров кедра составляет 75 %, на ПП 1 – 55 %, а на ПП 2 при наименьшей густоте кедр составляет 57 %.

Поскольку средние морфометрические показатели кедра (высота, диаметр) существенно ниже, чем сосны обыкновенной (табл. 4), общее проективное покрытие кедра также значительно меньше, чем процентное соотношение количества деревьев. Это может стать фактором угнетения кедра на ПП 1, где высокая густота древостоя, но не может быть таковым на ПП 2, где древостой разреженный.

Таблица 4

## Таксационные показатели насаждений

Номер ПП	Кедр сибирский					Сосна обыкновенная				
	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Средний линейный прирост*, см	Класс бонитета	ОЖС	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Средний линейный прирост*, см	Класс бонитета	ОЖС
1	4,1±2,3	3,2±0,4	24,5±2,4	II	I	7,5±0,2	10,8±0,2	48,4±3,7	I	I
2	4,4±2,4	5,3±0,3	29,4±2,4	II	I	8,3±0,3	14,8±0,3	46,5±2,3	I	I
3	2,3±1,3	2,3±0,8	17,5±1,3	IV	II	5,1±0,6	8,7±1,1	40,1±5,0	III	I

\*за последние 15 лет.

Таксационный анализ древостоя показывает, что кедр сибирский по абсолютным показателям роста уступает сосне обыкновенной: по средней высоте – в 2 раза, по среднему диаметру – в 2,5–3 раза. По относительной оценке ход роста кедра протекает на один класс бонитета ниже, чем сосны. Подобная тенденция прослеживается на всех пробных площадях.

На ПП 1 и 2 средняя высота кедра, так же, как и сосны, с учетом 2-летней разницы в возрасте между насаждениями, различий не имеет, хотя средний линейный прирост кедра на ПП 2 несколько выше. Средний диаметр, как кедра, так и сосны, на ПП 2 существенно выше, чем на ПП 1, что обусловлено, в первую очередь, разреженностью древостоя.

Резко выделяется по показателям роста среди всех участков ПП 3. Морфометрические отличия роста кедра от сосны здесь такие же, как на ПП 1 и 2, однако ход роста кедра протекает по IV классу бонитета, сосны – по III. Общее жизненное состояние сосны, тем не менее, оценивается I категорией, как и на прочих ПП, а ОЖС кедра – снижено до II категории, и характеризуется поражением грибковыми заболеваниями, укороченным приростом, следами повреждения вредителями.

Таким образом, на ПП 3 налицо признаки угнетения древостоя кедра. Среди факторов, которыми может быть вызвано угнетение, здесь выделяются высокая твердость и уплотненность субстрата и высокая густота древостоя кедра. Твердость субстрата, сложенного каменистыми и песчаными частицами, имеет существенное экологическое значение. По данным А.Я. Орлова [9], например, при некоторой уплотненности песков, корни хвойных пород неспособны раздвинуть тесно соприкасающиеся друг с другом частицы. Это создает большие трудности в освоении субстрата отвалов корнями, снижает объем ризосферы, сокращает возможности минерального питания и, в конечном итоге, способствует угнетению и гибели деревьев. Различная плотность почвенных горизонтов сильно влияет на строение корневых систем также посредством соответствующей гидрологии почвы. Высокая густота и сомкнутость культур, особенно при резком дефиците элементов питания, также приводит к торможению хода роста и благоприятствует распространению различных заболеваний и расселению вредителей, что снижает общее жизненное состояние.

На ПП 1 эти процессы проходят более сглаженно: несколько меньшая твердость субстрата позволяет корням деревьев осваивать пространство между камнями, заполненное достаточным содержанием мелкозема, а состав древостоя, при котором деревья кедра сибирского и сосны обыкновенной, имея на данном временном этапе различные морфометрические характеристики, формируют сообщество с выраженной вертикальной и горизонтальной дифференциацией, способствующей более рациональному расходованию ресурсов. Теневыносливый кедр хорошо развивается под покровом светолюбивой сосны, которая занимает верхний ярус, получая достаточное количество солнечной радиации.

Наиболее благоприятные условия для произрастания кедра складываются на ПП 2. Определенное положительное влияние может оказывать разреженная густота древостоя, но следует иметь в виду, что в его составе более 40 % сопутствующих древесных пород, под покровом которых на начальном этапе создается необходимый кедровому эффект отенения.

Несмотря на высокую каменистость и низкое содержание мелкозема, который должен обеспечивать водоудерживающую способность, рыхлое сложение субстрата, его низкая твердость также способствуют росту кедра сибирского. Очевидно, провальный водный режим нивелируется достаточным количеством осадков горно-таежной подзоны. Кедр сибирский – горная древесная порода, она и в естественных условиях хорошо растет на каменистых субстратах, в расщелинах скал, при полном отсутствии водоудерживающих частиц, получая лишь влагу атмосферных осадков и конденсационную влагу. В связи с этим почвенная архитектура, проявляющаяся в виде отсутствия ее монолитности при высокой каменистости субстрата, имеет непосредственное значение для формирования корневой системы кедра сибирского.

## Выводы

1. Литологические и агрохимические свойства эмбриоземов на отвалах горно-таежной подзоны благоприятны для произрастания кедра сибирского.
2. Ход роста кедра сибирского на отвалах угольных месторождений Юга Кузбасса протекает на один класс бонитета ниже, чем сосны обыкновенной.

3. Оптимальными эдафическими условиями для роста кедра сибирского являются отвалы с рыхлым сложением горных элювиев, при этом содержание фракций мелкозема и физической глины имеет второстепенное значение.

4. Наиболее благоприятные фитоценоотические условия для произрастания кедра сибирского создаются в древостоях с умеренной густотой и наличием до 50% экземпляров древесных пород, создающих эффект отенения.

5. Факторами угнетения кедра сибирского на отвалах являются высокая уплотненность субстрата и высокая густота одновидовых древостоев.

### Литература

1. *Алексеев В.А.* Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
2. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 512 с.
3. *Баранник Л.П., Кандрашин Е.Р.* Лесовозобновление на породных отвалах угольных разрезов Южного Кузбасса // Почвообразование в техногенных условиях. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 172–179.
4. *Баранник Л.П., Уфимцев В.И.* Естественное лесовозобновление на породных отвалах угольных разрезов Кузбасса // Эколого-географические аспекты лесообразовательного процесса: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск: Изд-во Ин-та леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2009. – С. 31–34.
5. *Крылов Г.В.* Леса Западной Сибири. – М., 1961. – 256 с.
6. *Воронина Л.А.* Мелиоративная роль древесных пород при лесной рекультивации отвалов Южного Кузбасса: автореф. ... канд. экол. наук. – Барнаул, 2009. – 19 с.
7. *Гаджиев И.М., Курачев В.М., Рагим-заде Ф.К.* Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск: Наука, 1992. – 305 с.
8. *Ермак Н.Б., Русин Е.В.* Оценка жизненного состояния лесных насаждений рекультивированных участков отвалов предприятий угледобычи // Вестн. Кемеров. гос. ун-та, 2010. – № 1 (41). – С. 38–41.
9. *Орлов А.Я., Кошельков С.П.* Почвенная экология сосны. – М., 1977. – 323 с.
10. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии: нормат.-справ. мат-лы. – Изд. 2. – М., 2008. – 886 с.
11. *Уфимцев В.И., Куприянов А.Н.* Рост сосновых насаждений на рекультивированных отвалах Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. – Кемерово, 2009. – Вып. 4. – С. 11–16.
12. URL: [www.ineca.ru](http://www.ineca.ru).



**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕННОГО МАЗУТОМ  
ГРУНТА В ПОСЕЛКЕ КЕДРОВЫЙ**

Изучена связь между остаточной фитотоксичностью грунта и его микробиологическими характеристиками после рекультивации. Опытами установлено, что механическая рекультивация загрязнённой мазутом территории в посёлке Кедровый не привела к снятию фитотоксичности грунта. Множественный регрессионный анализ на основе логарифмов численности микроорганизмов продемонстрировал высокую корреляцию между фитотоксичностью и комплексом микробиологических характеристик загрязнённого грунта.

**Ключевые слова:** мазут, фитотоксичность, микроорганизмы, грунт, регрессионный анализ.

S.V. Khizhnyak, G.A. Demidenko,  
T.V. Eliseeva, A.G. Kuchkin, M.E. Baranov

**THE MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND PHYTOTOXICITY OF MAZUT CONTAMINATED SOIL  
IN KEDROVIY VILLAGE**

The relationship between the soil residual phytotoxicity and its microbiological characteristics after recultivation is studied. It is experimentally established that the mechanical recultivation of mazut contaminated territory of the Kedroviy village did not lead to the soil phytotoxicity removal. Multiple regression analysis based on the logarithms of microorganism number showed high correlation between the phytotoxicity and the contaminated soil microbiological characteristics complex.

**Key words:** mazut, phytotoxicity, microorganisms, soil, regression analysis.

**Введение.** Посёлок Кедровый Емельяновского района Красноярского края является бывшим местом дислокации воинской части, расформированной в 2002 году в рамках межправительственной Программы совместного уменьшения угрозы между Российской Федерацией и Соединёнными Штатами Америки, а также в соответствии с Договором о сокращении и ограничении стратегических наступательных вооружений. В 2007 году на прилегающей к посёлку территории произошёл разлив мазута из мазутных хранилищ, ранее принадлежавших воинской части. В 2011 году под руководством администрации п. Кедровый проведена механическая рекультивация загрязнённых мазутом земель.

**Целью** настоящей работы является изучение связей между остаточной фитотоксичностью грунта и его микробиологическими характеристиками после рекультивации.

**Объекты и методы.** Отбор образцов проводили в сентябре 2011 года, через месяц после завершения рекультивации с горизонта 0-20 см в девяти точках, равномерно расположенных на территории участка (рис. 1). В каждой точке отбирали по 5 образцов грунта с площади 1 м<sup>2</sup> методом конверта, из которых формировали объединённую пробу. Фитотоксичность определяли по снижению энергии прорастания и всхожести кресс-салата (*Lepidium sativum*) в сравнении с контролем согласно ГОСТ 12038-84 [1]. Контролем служил грунт, отобранный из незагрязнённого участка. Численность бактерий определяли высевом на следующие питательные среды: для учёта бактерий, использующих органические формы азота, – ПД-агар (пептон – 9,0 г/л, гидролизат казеина – 8,0 г/л, дрожжевой экстракт – 3,0 г/л, NaCl – 5,0 г/л, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 2,0 г/л, агар – 20 г/л); для учёта бактерий, использующих минеральные формы азота, – модифицированную среду Чапека (глюкоза – 20,0 г/л, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 2,0 г/л, KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1,0 г/л, MgSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O – 0,5 г/л, KCl – 0,5 г/л, FeSO<sub>4</sub> – следы, агар – 20 г/л); для учёта олиготрофных бактерий – олиготрофную среду (по 25 мл ПД-агара и модифицированной среды Чапека на 1 л среды, агар – 20 г/л).

Численность микроскопических грибов учитывали на тех же средах с добавлением антибактериального антибиотика ципрофлоксацина в количестве 2 мг/л. Численность микроорганизмов выражали в колониеобразующих единицах (КОЕ) на 1 г сухого грунта. Математическую обработку результатов проводили методами корреляционного и регрессионного анализа с использованием пакета анализа MS Excel [2, 3].

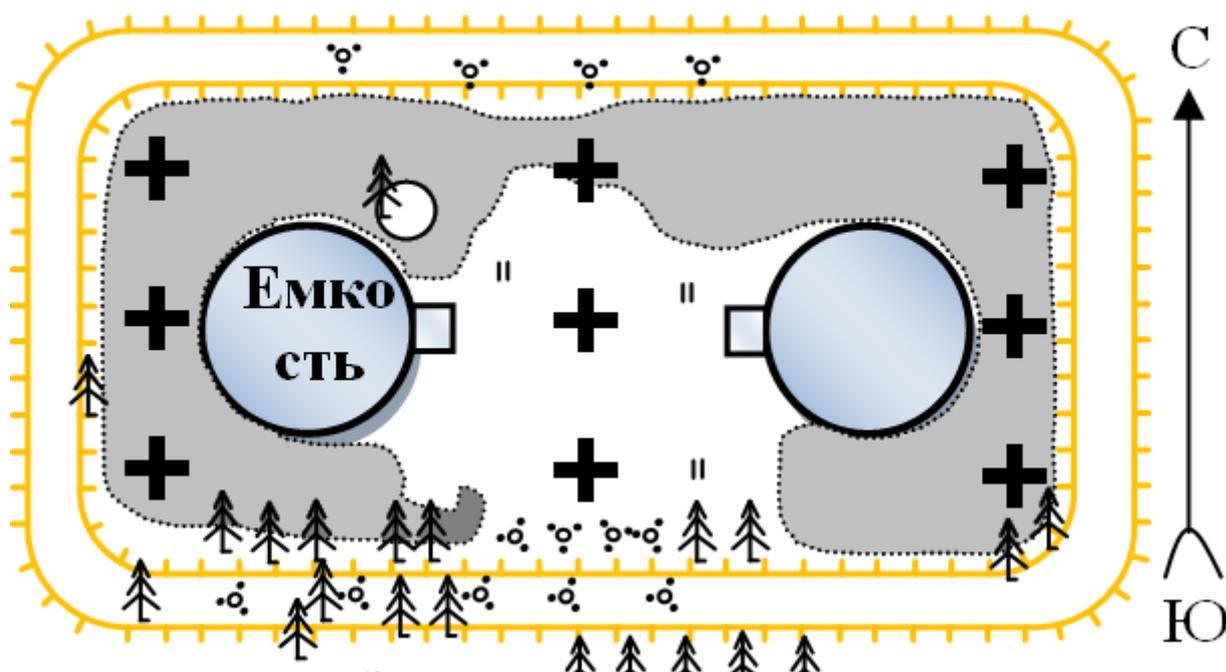


Рис. 1. Схема изучаемого участка до проведения механической рекультивации; серым цветом показаны места расположения мазутных озер, знаком "+" – точки отбора проб после рекультивации

**Результаты и их обсуждение.** Несмотря на проведённую механическую рекультивацию, на изучаемом участке сохранилась достаточно высокая фитотоксичность грунта. Во всех образцах грунта отмечено статистически значимое (от  $p=0,05$  до  $p<0,001$ ) снижение всхожести и энергии прорастания тест-культуры относительно контроля. Отмечена статистически значимая ( $p<0,001$ ) географическая неравномерность в распределении фитотоксичности. Максимальный уровень фитотоксичности (снижение всхожести и энергии прорастания тест-культуры на 40–50% в сравнении с контролем) отмечен на восточной оконечности участка, минимальный (снижение всхожести и энергии прорастания на 6–12%) – на западной оконечности участка.

Между образцами отмечены статистически значимые ( $p<0,001$ ) различия по численности и соотношению различных групп микроорганизмов. Численность бактерий, учитываемых на ПД-агаре, варьирует от  $4 \times 10^6$  до  $77 \times 10^6$  КОЕ/г. Численность бактерий, учитываемых на модифицированной среде Чапека, варьирует от  $1 \times 10^6$  до  $90 \times 10^6$  КОЕ/г, численность бактерий, учитываемых на олиготрофной среде, варьирует от  $25 \times 10^6$  до  $143 \times 10^6$  КОЕ/г. Численность микроскопических грибов варьирует от менее чем  $1 \times 10^6$  до  $16 \times 10^6$  КОЕ/г.

В целом, можно отметить увеличение числа олиготрофных бактерий и снижение числа микроскопических грибов по мере увеличения фитотоксичности пробы. Отмечены статистически значимые ( $p<0,05$ ) положительные корреляции между фитотоксичностью и долей олиготрофных бактерий в сообществе ( $r = 0,878$ ), фитотоксичностью и общей численностью олиготрофных бактерий ( $r = 0,713$ ). Кроме этого, в пробах с высокой и средней фитотоксичностью отмечена пониженная численность бактерий, учитываемых на ПД-агаре (табл. 1).

Таблица 1

Матрица корреляций между изучаемыми показателями (подчеркиванием выделены коэффициенты корреляции, статистически значимые на уровне  $p<0,05$ )\*

Показатель	Фитотоксичность	Чап	ПД	Олг	Грибы	ПД: Олг	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8
Чап	-0,294	1,000	–	–	–	–	–
ПД	-0,453	-0,204	1,000	–	–	–	–
Олг	<u>0,713</u>	0,098	-0,347	1,000	–	–	–

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Грибы	-0,721	0,164	0,641	-0,486	1,000	-	-
ПД:Олг	-0,546	-0,173	0,972	-0,482	0,759	1,000	
Сумма	0,154	0,593	0,129	0,689	0,052	0,022	1,000
Доля Олг	0,878	-0,437	-0,639	0,580	-0,838	-0,723	-0,143

\*Фитотоксичность – снижение энергии прорастания в сравнении с контролем (%); Чап – численность бактерий, учитываемых на среде Чапека; ПД – численность бактерий, учитываемых на ПД-агаре; Олг – численность бактерий, учитываемых на олиготрофной среде; сумма – суммарная численность бактерий, учитываемых на среде Чапека, ПД-агаре и олиготрофной среде; ПД:Олг – отношение численности бактерий, учитываемых на ПД-агаре, к численности бактерий, учитываемых на олиготрофной среде; доля Олг – отношение численности олиготрофов к суммарной численности бактерий, учитываемых на всех использованных средах.

Несмотря на достаточно высокие коэффициенты корреляции между отдельными микробными показателями и фитотоксичностью, использование абсолютных значений численностей микроорганизмов в пробах не позволило построить уравнения регрессии, которые адекватно описывали бы связь между фитотоксичностью изучаемого грунта и комплексом его микробиологических характеристик. При построении парных уравнений регрессии наблюдались значительные расхождения между теоретическими и реальными значениями (рис. 2). При этом коэффициенты детерминации при использовании в уравнениях наиболее коррелирующих с фитотоксичностью микробных показателей (численность олиготрофов, численность микроскопических грибов и доля олиготрофов в сообществе) были относительно невелики и составили 0,508; 0,520 и 0,771 соответственно.

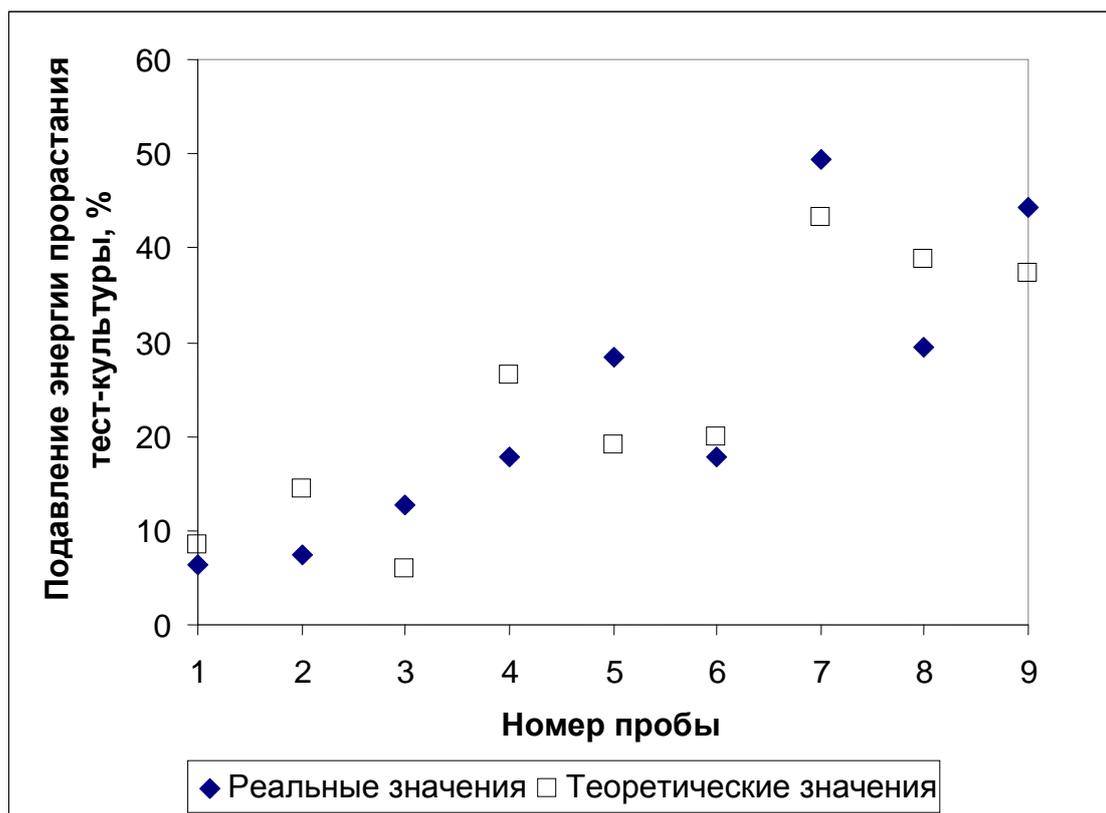


Рис. 2. Реальные и теоретические значения фитотоксичности при использовании уравнения регрессии, связывающего фитотоксичность и долю олиготрофов в сообществе

При построении уравнений множественной регрессии коэффициенты в уравнениях оказывались статистически незначимыми.

В этой связи вместо абсолютных показателей численностей микроорганизмов были использованы логарифмы этих численностей по основанию 2. Поскольку рассматриваемое микробное сообщество является молодым, использование логарифмов позволяет оперировать числом клеточных поколений, прошедшим в сообществе с момента начала его формирования. Этот показатель, на наш взгляд, более адекватно отражает текущее состояние микробного сообщества, чем абсолютные значения численностей микроорганизмов.

Коэффициенты результирующего уравнения, полученного пошаговым исключением незначимых коэффициентов, представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Регрессионный анализ связи между фитотоксичностью и комплексом микробных показателей при использовании двоичных логарифмов численностей после исключения незначимых коэффициентов**

Показатель	Коэффициенты в уравнении	Beta-коэффициенты	t-статистика	Значимость коэффициентов (P)
Y-пересечение	174,9852		1,705	-
Log <sub>2</sub> (Чап)	-9,87648	-1,47421	4,706	<0,01
Log <sub>2</sub> (ПД)	-8,9654	-0,89131	3,588	<0,05
Log <sub>2</sub> (Олг)	13,08149	0,62214	5,135	<0,01
Доля Олг	-75,5423	-1,11124	2,644	0,05

\* обозначения см. табл. 1.

Полученное уравнение регрессии является статистически значимым на уровне  $P < 0,01$  и адекватно описывает связь между комплексом микробных показателей и фитотоксичностью изучаемого грунта (коэффициент множественной корреляции  $R = 0,988$ , коэффициент детерминации  $R^2 = 0,976$ ). Значения фитотоксичности, рассчитанные по уравнению, хорошо согласуются с экспериментальными данными (рис. 2).

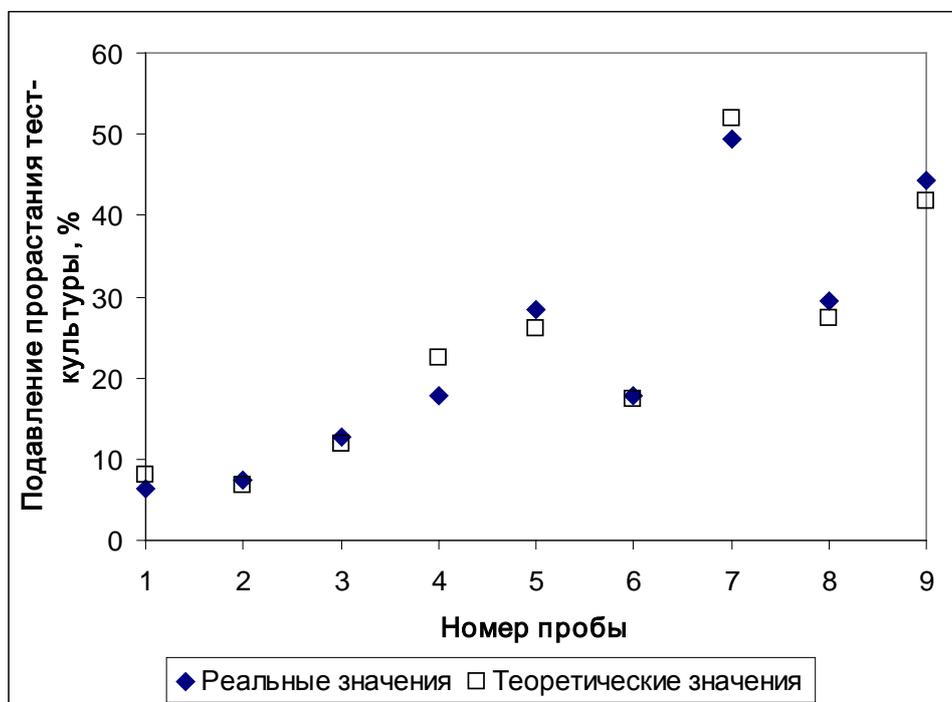


Рис. 3. Реальные и теоретические значения фитотоксичности при использовании уравнения множественной регрессии, построенного по логарифмированным данным после исключения незначимых коэффициентов

Таким образом, связь уровня мазутного загрязнения грунта с комплексом почвенной микробиоты на исследуемом участке в пос. Кедровый адекватно описывается уравнением

$$Y = 174,99 - 9,88 \log_2(X_1) - 8,97 \log_2(X_2) + 13,08 \log_2(X_3) - 75,54 X_4,$$

где  $X_1$  – численность бактерий, учитываемых на среде Чапека;  $X_2$  – численность бактерий, учитываемых на ПД-агаре;  $X_3$  – численность бактерий, учитываемых на олиготрофной среде;  $X_4$  – доля олиготрофов в сообществе;  $Y$  – уровень мазутного загрязнения, оцениваемый по фитотоксичности.

Анализ распределения остатков также подтверждает адекватность построенной регрессионной модели, поскольку распределение отклонений теоретических значений фитотоксичности от экспериментальных данных носит равномерный характер (рис. 4).

Анализ beta-коэффициентов (см. табл. 2), получаемых при использовании нормированных данных, позволяет сделать вывод, что вклад отдельных микробиологических показателей в уравнение достаточно близок – максимальное различие между коэффициентами составляет 2,37 раза (beta-коэффициенты при  $\log_2(\text{Чап})$  и  $\log_2(\text{Олг})$ ).

Таким образом, можно констатировать тенденцию к олиготрофизации рассматриваемого сообщества по мере увеличения уровня остаточной фитотоксичности. В качестве возможной причины этого феномена можно предположить нарушение процессов биологической деструкции органических веществ в сообществе.

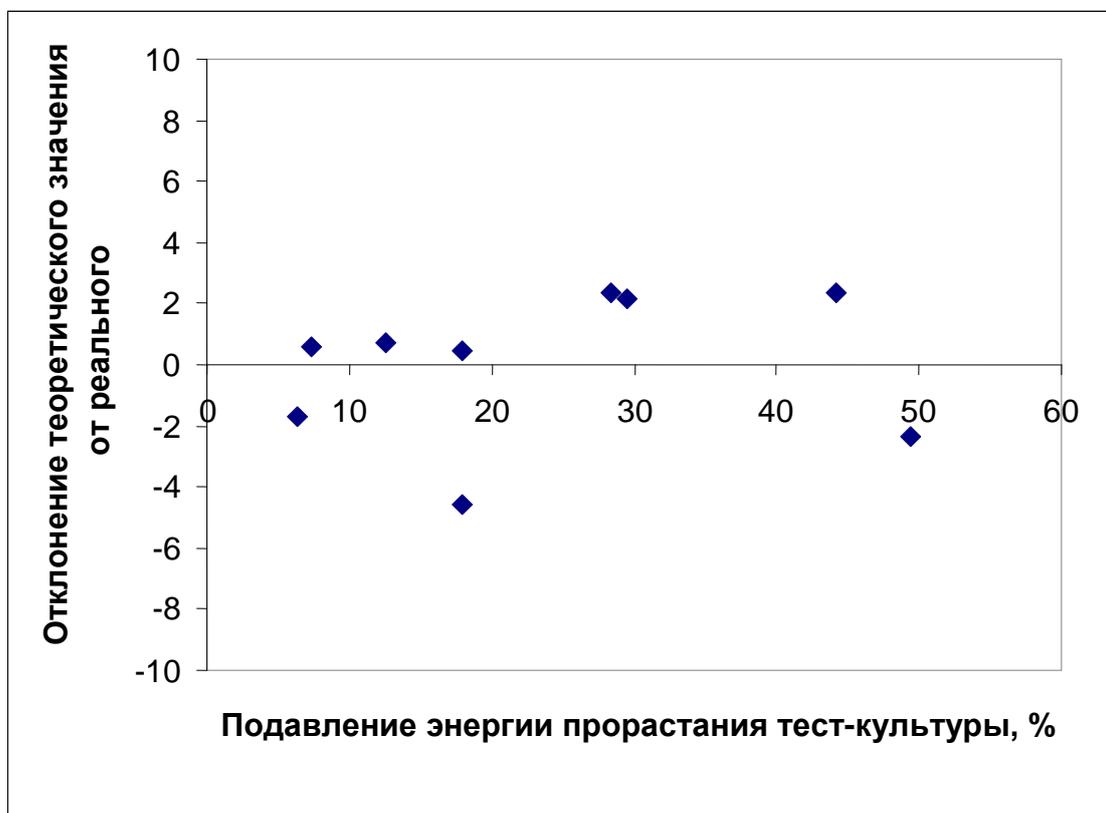


Рис. 4. Отклонения теоретических значений фитотоксичности от реальных в зависимости от общего уровня фитотоксичности образца

### Выводы

1. Механическая рекультивация не привела к полному устранению фитотоксичности грунта на загрязненном мазутом участке в пос. Кедровый Емельяновского района.
2. Наблюдается статистически значимая положительная корреляция между фитотоксичностью грунта и численностью олиготрофных бактерий, и отрицательная – между фитотоксичностью грунта и численностью микроскопических грибов.

3. При изучении регрессионных связей между фитотоксичностью грунта и численностью различных групп микроорганизмов для подобных объектов можно рекомендовать использование не абсолютных значений, а логарифмов численностей.

#### **Литература**

1. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: Изд-во стандартов, 1984.
2. *Плохинский Н.А.* Биометрия. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 360 с.
3. *Поллард Д.* Справочник по вычислительным методам статистики. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 344 с.





УДК 631.3.004.67

С.Ю. Журавлев

### МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

*В статье обоснована возможность использования генетических алгоритмов с целью нахождения оптимальных характеристик работы трактора и его двигателя в условиях воздействия переменных внешних факторов на мобильный МТА.*

*Представлены основные положения методики оптимизации характеристик двигателя и трактора с применением генетических алгоритмов, а также с учетом особенностей целевых функций для расчета средних значений параметров трактора и его двигателя.*

**Ключевые слова:** машинно-тракторный агрегат, методика, оценка, целевая функция, эффективность функционирования, математическое ожидание, энергетические показатели, генетические алгоритмы.

S.Yu. Zuravlyov

### OPTIMIZATION TECHNIQUE OF MTA PARAMETERS AND OPERATING MODES WITH THE GENETIC ALGORITHM USE

*The possibility of the genetic algorithm use for the purpose of finding optimum characteristics of tractor work and its engine in the conditions of variable external factor impact on mobile MTA is substantiated in the article.*

*Basic provisions of the optimization technique of the engine and tractor characteristics with the genetic algorithm application, also taking into account target function peculiarities for calculating the average values of tractor and its engine parameters are presented.*

**Key words:** machine-tractor aggregate, technique, assessment, target function, functioning efficiency, mathematical expectation, power indices, genetic algorithms.

**Введение.** В процессе решения определенных технических задач функционирования сложных систем обычно возникает проблема установления функциональной зависимости выходных параметров системы от входных воздействий. Задача описания данной зависимости с помощью классических аналитических методов также сложна. Все это значительно затрудняет и ставит под сомнение применение классических методов оптимизации работы сложных технических систем, так как большинство из них основываются на использовании противоречивой информации о характере поведения целевой функции. Таким образом, встает вопрос о применении более адекватных или менее требовательных методов оптимизации и в то же время более эффективных. В качестве подобных методов могут быть использованы так называемые эволюционные методы, или генетические алгоритмы (ГА), в рамках которых применяется моделирование процессов на основе природной эволюции [1].

**Целью исследований** является совершенствование методики оптимизации параметров и режимов работы мобильных машинно-тракторных агрегатов (МТА) с использованием метода генетического программирования.

**Для этого необходимо решить следующие задачи:**

1. Обосновать возможность использования эволюционных методов для оптимизации энергетических показателей функционирования МТА.
2. Рассмотреть основные положения методики оптимизации характеристик двигателя и трактора с применением ГА.

**Методы и результаты исследований.** ГА наиболее эффективны при оптимизации многопараметрических, многоэкстремальных функций. Оптимизация функционирования сложных механических систем – это

прежде всего поиск оптимума, зависящего от ряда входных параметров или от значения определенного параметра, при котором достигается наиболее приемлемый результат оптимизации. Преимущество ГА заключается в его способности манипулировать многими параметрами или переменными одновременно, находя при этом наиболее рациональное решение задачи.

Рассмотрим общую задачу условной оптимизации

$$\max (\min) f(x), x = (x_1, x_2, \dots, x_N) \text{ и } x_i \in [a, b] \quad i=\{1, 2, \dots, N\}, \quad (1)$$

где  $f(x)$  – максимизируемая (минимизируемая) целевая функция, имеющая один глобальный экстремум либо ограниченное число экстремумов. Предполагается, что о функции  $f(x)$  известно то, что на переменные  $x$  налагаются ограничения в виде некоторой области определения. Прочая дополнительная информация о характере функции и ее свойствах (дифференцируемость, непрерывность, свойства Липшица и т.д.) предполагается неизвестной и не учитывается в процессе поиска.

Под решением задачи (1) будем понимать вектор  $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ . Оптимальным решением задачи (1) будем считать вектор  $x^*$ , при котором целевая функция  $f(x)$  принимает максимальное (минимальное) значение [6].

Практически всегда оптимизируемая функция обладает каким-либо свойством (свойствами): многоэкстремальность, алгоритмическое задание, сложная конфигурация допустимой области, наличие нескольких типов переменных. Это приводит к необходимости применения специализированных методов, к которым и относятся эволюционные и генетические алгоритмы, хорошо зарекомендовавшие себя в ситуациях, когда применение стандартных методов оптимизации крайне затруднено.

Данную методику можно применить к задаче определения оптимальных значений параметров работы МТА с целью минимизации энергозатрат. Под целевыми функциями здесь рассматриваются зависимости для расчета средних значений важнейших энергетических показателей двигателя и трактора, входящего в состав мобильного МТА, который выполняет технологические операции по возделыванию сельскохозяйственных культур [1]. Использование ГА позволяет найти «наилучшие» значения переменных оптимизационной задачи, использование которых дает возможность установления оптимальных характеристик двигателя, трактора и МТА в целом.

Средние значения мощности дизельного двигателя трактора с учетом переменных внешних воздействий на МТА находим с помощью выражения [2,3]

$$\bar{N}_e = c \left[ 0,5(a^* \bar{M}_K + b^* \bar{M}_K^2 + b^* \sigma_M^2) - (a_1^* M_K + b_1^* \bar{M}_K^2 + b_1^* \sigma_M^2) \Phi(t_H) + b_1^* \phi(t_H) \bar{M}_K \sigma_M \right], \quad (2)$$

где  $a^* = A_1^* + A_2^*$ ,  $a_1^* = A_2^* - A_1^*$ ,  $b^* = B_1^* + B_2^*$ ,  $b_1^* = B_2^* - B_1^*$ ,  $c = 9550^{-1}$ ;

$$A_1^* = n_x; A_2^* = n_H + \frac{(n_H - n_{min})}{(k-1)}; B_1^* = \frac{(n_H - n_x)}{M_H}; B_2^* = \frac{(n_{min} - n_H)}{(M_{max} - M_H)}.$$

$n_x$ ,  $n_H$ ,  $n_{min}$ ,  $M_H$  и  $M_{max}$  – переменные, подлежащие вводу в определенных границах, причем  $M_{max} = M_H \times (1,15 \dots 1,20)$ ;

$$k = \frac{M_{max}}{M_H}, \text{ данный коэффициент меняется в зависимости от значений } M_{max};$$

$$\Phi(t_H) = (2\pi)^{-1/2} \int_0^{t_H} e^{-t^2/2} dt \text{ – функция Лапласа;}$$

$$\phi(t_H) = (2\pi)^{-1/2} e^{-0,5t_H^2} \text{ – плотность распределения аргумента } t_H;$$

$$t_H = (M_H - \bar{M}_K / \sigma_M);$$

$\sigma_M$  – среднее квадратическое отклонение крутящего момента на валу двигателя.

Далее, подставляя в формулу (2) различные значения всех названных переменных, находим  $\bar{N}_e$ , учитывая при этом, что  $M_{\max}$  меняется в пределах  $M_{\max} = M_H \times (1,15 \dots 1,20)$  последовательно, т.е. начинаем расчет от 1,15 с последующим возрастанием до 1,2.

Для получения  $\sigma_M$  используем формулу

$$\sigma_M = V_M \bar{M}_K, \quad (3)$$

где  $V_M$  – коэффициент вариации крутящего момента на валу двигателя,  $V_M = (0 \dots 0,33)$ ;

$\bar{M}_K$  – среднее значение крутящего момента на валу двигателя трактора.

Средние значения часового расхода топлива для дизельного двигателя рассчитываем по формуле [2,3]

$$\bar{G}_T = 0,5(a + b\bar{M}_K) - (a_1 + b_1\bar{M}_K)\Phi(t_H) + b_1\varphi(t_H)\sigma_M \quad (4)$$

где  $a = A_1 + A_2$ ,  $a_1 = A_2 - A_1$ ,  $b = B_1 + B_2$ ,  $b_1 = B_2 - B_1$ ;

$A_1 = G_{TX}$ ;  $A_2 = G_{TH} + [(G_{TH} - G_{TO})/(K - 1)]$ ;  $B_1 = (G_{TH} - G_{TX})/M_H$ ;

$B_2 = -(G_{TH} - G_{TO})/[M_H(K - 1)]$ ;

здесь  $G_{TX}$ ,  $G_{TH}$ ,  $M_H$ ,  $M_{\max}$  – переменные, подлежащие вводу в установленных границах.

$$G_{mo} = \frac{1,1G_{TH} \cdot K}{K_{об}}, \quad (5)$$

где  $G_{TH}$  – часовой расход топлива кг/кВт;

$K$  – коэффициент приспособляемости;

$K_{об}$  – коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам, для вновь проектируемых двигателей рекомендуется принимать  $K_{об} = 1,25 \dots 1,35$ ;

$K = \frac{M_{\max}}{M_H}$ , данный коэффициент меняется в зависимости от значений  $M_{\max}$ ;

$M_{\max} = M_H \times (1,15 \dots 1,20)$ ;

$\Phi(t_H) = (2\pi)^{-1/2} \int_0^{t_H} e^{-t^2/2} dt$  – функция Лапласа;

$\varphi(t_H) = (2\pi)^{-1/2} e^{-(0,5t_H^2)}$  – плотность распределения аргумента  $t_H$ .

Подставляя в формулу (4) различные значения всех названных переменных, находим  $\bar{G}_T$ .

Математическое ожидание часовой производительности МТА определяем следующим образом [2]:

$$M(W_q) = C_{w1} [M(N_e)], \quad (6)$$

где  $M(W_q)$  – математическое ожидание производительности агрегата, га/ч;

$C_{w1} = 0,36\eta_T \tau K_a^{-1}$ ;

$\eta_T$  – тяговый КПД трактора;

$K_a$  – удельное сопротивление агрегата, кН/м;

$\tau$  – степень использования времени работы агрегата, кН/м;

$M(N_e)$  – математическое ожидание эффективной мощности двигателя, кВт.

Математическое ожидание эффективной мощности  $M(N_e)$  для двигателя постоянной мощности находим с помощью формулы [4]

$$M(N_e) = c \left[ \begin{aligned} &0,5 \left( a \cdot \bar{M}_K + b \cdot \bar{M}_K^2 + b \cdot \sigma_M^2 \right) + \left( a_1 \cdot \bar{M}_K + b_1 \cdot \bar{M}_K^2 + b_1 \cdot \sigma_M^2 \right) \Phi(t_H) + \\ &+ \left( a_2 \cdot \bar{M}_K + b_2 \cdot \bar{M}_K^2 + b_2 \cdot \sigma_M^2 \right) \Phi(t_H) - \sigma_M \{ b_1 \cdot \varphi(t_H) \bar{M}_K + b_2 \cdot \varphi(t_H) \bar{M}_K \} \end{aligned} \right], \quad (7)$$

где  $\bar{M}_K$  – текущее среднее значение крутящего момента, Н·м;

$c$  – коэффициент, равен  $9550^{-1}$ ;

$\Phi(t_H) = (2\pi)^{-1/2} \int_0^{t_H} e^{-t^2/2} dt$  – функция Лапласа для  $Y = f(M_K)$ ;

$\varphi(t_H) = (2\pi)^{-1/2} \exp(-0,5t_H^2)$  – плотность распределения аргумента  $t_H$ ;

$\Phi(t_H) = (2\pi)^{-1/2} \int_0^{t_H} e^{-t^2/2} dt$  – функция Лапласа для  $Y = f(M_K)$ ;

$\varphi(t_H) = (2\pi)^{-1/2} \exp(-0,5t_H^2)$  – плотность распределения аргумента  $t_H$ ;

$$t_H = \frac{M_H - \bar{M}_K}{\sigma_M}, \quad t_H = \frac{M_H - \bar{M}_K}{\sigma_M};$$

$\sigma_M$  – стандарт крутящего момента, Н·м;

$M_H$  – номинальное значение крутящего момента, Н·м;

$M_H$  – предельное значение крутящего момента, Н·м;

$a_1, b_1, a_2, b_2, a_3, b_3$  – расчетные коэффициенты, определяемые при аппроксимации характери-

стики двигателя в зависимости от крутящего момента на коленчатом валу (табл. 1) [4].

Таблица 1

**Коэффициенты для расчета математических ожиданий частоты вращения и эффективной мощности двигателя постоянной мощности**

Коэффициент	Расчетная формула
1	2
$A_1$	$n_x$
$A_2$	$n_H + \{(n_H - n_H)/(\kappa_2 - 1)\}$
$A_3$	$n_H + \{(n_H - n_{min})/(\kappa_1 - 1)\}$
$B_1$	$-(n_x - n_H)/M_H$
$B_2$	$-(n_H - n_H)/(M_H - M_H)$
$B_3$	$-(n_H - n_{min})/(M_{max} - M_H)$
$a$	$A_1 + A_3$

Окончание табл. 1

1	2
$a_1^*$	$A_1 - A_2$
$a_2^*$	$A_2 - A_3$
$b^*$	$B_1 + B_3$
$b_1^*$	$B_1 - B_2$
$b_2^*$	$B_2 - B_3$

Примечание.  $n_x, n_H, n_{II}, n_{min}$  – частота вращения вала двигателя соответственно: холостого хода, при номинальном моменте, при предельном моменте и при максимальном моменте,  $мин^{-1}$ ;  $\kappa_1 = M_{max}/M_{II}$ ;  $\kappa_2 = M_{II}/M_H$ ;  $M_{max} = M_H \times (1,35...1,6)$ ;  $M_{II} = M_H \times (1,15...1,3)$ .

Для расчета математических ожиданий часового расхода топлива двигателя постоянной мощности используем следующее выражение:

$$\bar{G}_T = 0,5(a^* + b^* M_K) + (a_1^* + b_1^* M_K)\Phi(t_H) + (a_2^* + b_2^* M_K)\Phi(t_n) - \sigma_P\{(b_1^* \varphi(t_H) + b_2^* \varphi(t_n))\}, \quad (8)$$

где  $\bar{G}_T$  – математическое ожидание часового расхода топлива, кг/ч;

$a_1^*, b_1^*, a_2^*, b_2^*, a^*, b^*$  – расчетные коэффициенты, определяемые при аппроксимации тяговой характеристики трактора по расходу топлива (табл. 2).

Таблица 2

**Коэффициенты для расчета математических ожиданий часового расхода топлива трактора с двигателем постоянной мощности**

Коэффициент	Расчетная формула
$A_1^*$	$G_{TX}$
$A_2^*$	$G_{TH} + \{(G_{TH} - G_{TII})/(\kappa_2 - 1)\}$
$A_3^*$	$G_{TII} + \{(G_{TII} - G_{TO})/(\kappa_1 - 1)\}$
$B_1^*$	$-(G_{TX} - G_{TH})/M_H$
$B_2^*$	$-(G_{TII} - G_{TH})/(M_{II} - M_H)$
$B_3^*$	$-(G_{TII} - G_{TO})/(M_{max} - M_{II})$
$a^*$	$A_1^* + A_3^*$
$a_1^*$	$A_1^* - A_2^*$
$a_2^*$	$A_2^* - A_3^*$
$b^*$	$B_1^* + B_3^*$
$b_1^*$	$B_1^* - B_2^*$
$b_2^*$	$B_2^* - B_3^*$

Примечание.  $G_{TX}, G_{TH}, G_{TII}, G_{TO}$  – часовой расход топлива соответственно: холостого хода, номинальный, для предельного крутящего момента, при максимальном крутящем моменте, кг/ч;  $\kappa_1 = M_{max}/M_{II}$ ;  $\kappa_2 = M_{II}/M_H$ .

Для расчета математических ожиданий часовой производительности МТА в зависимости от переменной силы тяги трактора используется следующее выражение [2]:

$$M(W_{\text{ч}}) = C_{W2} [M(N_{\text{кр}})], \quad (9)$$

где  $M(W_{\text{ч}})$  – математическое ожидание производительности агрегата, га/ч;

$$C_{W2} = 0,36\tau K_a^{-1};$$

$K_a$  – удельное сопротивление агрегата, кН/м;

$\tau$  – степень использования времени работы агрегата;

$M(N_{\text{кр}})$  – математическое ожидание тяговой мощности, кВт.

Математическое ожидание тяговой мощности в трактора с двигателем постоянной мощности находим следующим образом [4]:

$$M(N_{\text{кр}}) = \left[ \begin{aligned} &0,5 \left( a \overset{\circ}{P}_{\text{кр}} + b \overset{\circ}{P}_{\text{кр}}^{-2} + b \overset{\circ}{\sigma}_P^2 \right) + \left( a_1 \overset{\circ}{P}_{\text{кр}} + b_1 \overset{\circ}{P}_{\text{кр}}^{-2} + b_1 \overset{\circ}{\sigma}_P^2 \right) \Phi(\beta_H) + \\ &+ \left( a_2 \overset{\circ}{P}_{\text{кр}} + b_2 \overset{\circ}{P}_{\text{кр}}^{-2} + b_2 \overset{\circ}{\sigma}_P^2 \right) \Phi(\beta_{\Pi}) - \sigma_P \{ b_1 \overset{\circ}{\varphi}(\beta_H) \bar{P}_{\text{кр}} + b_2 \overset{\circ}{\varphi}(\beta_{\Pi}) \bar{P}_{\text{кр}} \} \end{aligned} \right], \quad (10)$$

где  $\Phi(\beta_{\Pi}) = (2\pi)^{-1/2} \int_0^{\beta_{\Pi}} e^{-\beta^2/2} d\beta$  – функция Лапласа для аргумента  $\beta_{\Pi}$ ;

$$\Phi(\beta_H) = (2\pi)^{-1/2} \int_0^{\beta_H} e^{-\beta^2/2} d\beta \text{ – функция Лапласа для аргумента } \beta_H;$$

$$\varphi(\beta_{\Pi}) = (2\pi)^{-1/2} \exp(-0,5\beta_{\Pi}^2) \text{ – плотность распределения аргумента } \beta_{\Pi};$$

$$\varphi(\beta_H) = (2\pi)^{-1/2} \exp(-0,5\beta_H^2) \text{ – плотность распределения аргумента } \beta_H;$$

$\bar{P}_{\text{кр}}$  – текущее среднее значение силы тяги, кН;

$\sigma_P$  – стандарт силы тяги трактора;

$$\beta_{\Pi} = \frac{P_{\text{кр.}\Pi} - \bar{P}_{\text{кр}}}{\sigma_P}, \quad \beta_H = \frac{P_{\text{кр.}H} - \bar{P}_{\text{кр}}}{\sigma_P};$$

$a_1, b_1, a_2, b_2$  – расчетные коэффициенты, определяемые при аппроксимации тяговой характеристики трактора (таблица 3);

$\bar{P}_{\text{кр}}$  – текущее среднее значение силы тяги, кН;

$P_{\text{кр.}\Pi}$  – значение силы тяги трактора на данной передаче, соответствующее предельному крутящему моменту, кН;

$P_{\text{кр.}H}$  – номинальное значение силы тяги трактора на данной передаче, кН.

**Коэффициенты для расчета математических ожиданий тяговой мощности трактора с двигателем постоянной мощности**

Коэффициент	Расчетная формула
$A_1$	$V_{p.x}$
$A_2$	$V_{p.н} + \{[V_{p.н} - V_{p.п}]/(K_2 - 1)\}$
$A_3$	$V_{p.п} + \{(V_{p.п} - V_{p.min})/(K_1 - 1)\}$
$B_1$	$-(V_{p.x} - V_{p.н})/P_{кр.н}$
$B_2$	$-(V_{p.н} - V_{p.п})/(P_{кр.п} - P_{кр.н})$
$B_3$	$-(V_{p.п} - V_{p.min})/(P_{кр.max} - P_{кр.п})$
$a$	$A_1 + A_3$
$a_1$	$A_1 - A_2$
$a_2$	$A_2 - A_3$
$b$	$B_1 + B_3$
$b_1$	$B_1 - B_2$
$b_2$	$B_2 - B_3$

Примечание:  $V_{p.н}$ ,  $V_{p.x}$ ,  $V_{p.п}$ ,  $V_{p.min}$  – скорость движения трактора соответственно: холостого хода, номинальная, при  $P_{кр.п}$  и при  $P_{кр.max}$ , км/ч;  $K_1 = P_{кр.max}/P_{кр.п}$ ;  $K_2 = P_{кр.п}/P_{кр.н}$ ;  $P_{кр}$  – сила тяги на крюке, кН;  $P_{кр.п}$  – предельная сила тяги, соответствующая максимальной тяговой мощности, кН;  $P_{кр.н}$  – номинальная сила тяги, кН;  $P_{кр.max}$  – максимальная сила тяги, кН;  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$  – постоянные величины и угловые коэффициенты, определяемые по тяговой характеристике трактора.

Величину  $P_{кр.max}$ ,  $P_{кр.п}$ ,  $P_{кр.н}$  находим с помощью следующего выражения при известных  $M_{max}$ ,  $M_n$  и  $M_n$ :

$$P_{кр.max} = \frac{M_{max} \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp} \cdot 10^{-3}}{r_k} - (m_3 \cdot g \cdot f), \quad (11)$$

где  $i_{mp}$  – передаточное число трансмиссии;

$\eta_{mp}$  – механический КПД трансмиссии;

$r_k$  – расчетный диаметр ведущего колеса или кинематический радиус ведущей звездочки;

$m_3$  – эксплуатационная масса трактора;

$f$  – коэффициент сопротивления качению;

$g$  – ускорение силы тяжести.

В выражении (10)  $M_{max} = M_n \times (1,35 \dots 1,6)$  последовательно.

Далее определяем  $P_{кр.п}$ ,  $P_{кр.н}$ .

Скорость движения трактора  $V_o$  на определенной передаче рассчитываем по формуле

$$V_{\partial} = \frac{\pi \cdot n_{\partial}}{30} \cdot \frac{r_k}{i_{mp}} (1 - \delta), \quad (12)$$

где  $n_{\partial}$  – частота вращения коленчатого вала на данной передаче,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$\delta$  – буксование трактора, допустимое буксование трактора в расчетах принимают: колесных с формулой 4К2 – 16%, или 0,16, с формулой 4К4 – 14%, или 0,14, гусеничных – 5%.

Аналогично рассчитываются математические ожидания часового расхода топлива  $\bar{G}_T$  [5]

$$\bar{G}_T = 0,5(a_1^* + b_1^* P_{kp}) + (a_1^* + b_1^* P_{kp})\Phi(t_H) + (a_2^* + b_2^* P_{kp})\Phi(t_n) - \sigma_P \{(b_1^* \varphi(t_H) + b_2^* \varphi(t_n))\}, \quad (13)$$

где  $\bar{G}_T$  – математическое ожидание часового расхода топлива,  $\text{кг/ч}$ ;

$a_1^*, b_1^*, a_2^*, b_2^*, a^*, b^*$  – расчетные коэффициенты, определяемые при аппроксимации тяговой характеристики трактора по расходу топлива (табл. 4).

Таблица 4

**Коэффициенты для расчета математических ожиданий часового расхода топлива трактора с двигателем постоянной мощности**

Коэффициент	Расчетная формула
$A_1^*$	$G_{ТХ}$
$A_2^*$	$G_{ТН} + \{(G_{ТН} - G_{ТП})/(\kappa_2 - 1)\}$
$A_3^*$	$G_{ТП} + \{(G_{ТП} - G_{ТО})/(\kappa_1 - 1)\}$
$B_1^*$	$-(G_{ТХ} - G_{ТН})/P_{кр.н}$
$B_2^*$	$-(G_{ТП} - G_{ТН})/(P_{кр.п} - P_{кр.н})$
$B_3^*$	$-(G_{ТП} - G_{ТО})/(P_{кр.мах} - P_{кр.п})$
$a^*$	$A_1^* + A_3^*$
$a_1^*$	$A_1^* - A_2^*$
$a_2^*$	$A_2^* - A_3^*$
$b^*$	$B_1^* + B_3^*$
$b_1^*$	$B_1^* - B_2^*$
$b_2^*$	$B_2^* - B_3^*$

Примечание:  $G_{ТХ}, G_{ТН}, G_{ТП}, G_{ТО}$  – часовой расход топлива соответственно: холостого хода, номинальный, для предельного крутящего момента, при максимальном крутящем моменте,  $\text{кг/ч}$ ;  $\kappa_1 = P_{кр.мах}/P_{кр.п}$ ;  $\kappa_2 = P_{кр.п}/P_{кр.н}$ .

Математическое ожидание удельного тягового расхода топлива  $\bar{g}_e$  находим по формуле

$$\bar{g}_e = \frac{\bar{G}_T}{N_{kp}}, \quad (14)$$

где  $\bar{G}_T$  – математическое ожидание часового расхода топлива, кг/ч;

$\bar{N}_{kp}$  – математическое ожидание тяговой мощности, кВт.

Влияние колебаний силы тяги на тяговую мощность трактора с классической тяговой характеристикой оценивается с помощью формулы [2]

$$\bar{N}_{kp} = \bar{P}_{kp} \bar{V}_p + K_{pv}, \quad (15)$$

где  $\bar{N}_{kp}$  – математическое ожидание тяговой мощности;

$\bar{V}_p = 0,5(a^{**} + b^{**} \bar{P}_{kp}) - (a_1^{**} + b_1^{**} \bar{P}_{kp})\phi(t_H) + b_1^{**} \phi(t_H)\sigma_P$  – математическое ожидание рабочей скорости движения трактора на данной передаче, м/с;

$K_{pv} = [0,5b^{**} - b_1^{**} \Phi(t_H)]\sigma_P^2$  – корреляционный момент;  $A_1^{**} = V_x$ ;

$A_2^{**} = V_{p.n} + [(V_{p.n} - V_{min})/(K_1 - 1)]$ ;  $B_1^{**} = -(V_x - V_{p.n})/P_{кр.н}$ ;  $B_2^{**} = -(V_{p.n} - V_{min})/[P_{кр.н} (K_1 - 1)]$  – коэффициенты, определяемые по типовой характеристике трактора;

$K_1 = \frac{P_{max}}{P_{кр.н}}$  – коэффициент максимальной нагрузки трактора на данной передаче;

$$a^{**} = A_1^{**} + A_2^{**}, a_1^{**} = A_2^{**} - A_1^{**}, b^{**} = B_1^{**} + B_2^{**}, b_1^{**} = B_2^{**} - B_1^{**};$$

$\Phi(t_H)$  и  $\phi(t_H)$  – функции аргумента  $t_H = (P_{кр.н} - \bar{P}_K) / \sigma_P$ ;

$\bar{P}_K, \sigma_P$  – среднее значение и среднеквадратическое отклонение тяговой силы трактора на данной передаче, кН;

$P_{кр.н}$  – номинальное значение силы тяги,  $P_{max}$  – максимальное значение силы тяги, кН.

Для расчета математического ожидания удельного тягового расхода топлива  $\bar{g}_{kp}$  используется соотношение [2]

$$\bar{g}_{kp} = \bar{G}_T / \bar{N}_{kp}, \quad (16)$$

где  $\bar{G}_T = 0,5(a' + b' \bar{P}_{kp}) - (a_1' + b_1' \bar{P}_{kp})\Phi(t_H) + b_1' \phi(t_H)\sigma_P$  – математическое ожидание секундного расхода топлива на данной передаче, кг/ч;

$\bar{N}_{kp}$  – математическое ожидание тяговой мощности трактора на данной передаче, кВт;

$a' = A_1' + A_2', a_1' = A_2' - A_1', b' = B_1' + B_2', b_1' = B_2' - B_1'$  – коэффициенты, определяемые по типовой тяговой характеристике;

$$A'_1 = G_{TX}; A'_2 = G_{TH} + [(G_{TH} - G_{TO}) / (K_1 - 1)]; B'_1 = (G_{TH} - G_{TX}) / P_{кр.н};$$

$$B'_2 = -(G_{TH} - G_{TO}) / [P_{кр.н} (K_1 - 1)]; K_1 = \frac{P_{\max}}{P_{кр.н}}; G_{TX}, G_{TO}, G_{TH}, P_{\max}, P_{кр.н} - \text{данные}$$

тяговой характеристики трактора.

В общем виде работу генетического алгоритма можно представить следующим образом [6]:

1. Инициализировать случайным образом популяцию решений, т.е. ввести значения всех переменных оптимизационной задачи исходя из их области определения.

2. С помощью оператора селекции выбрать часть популяции (множество решений целевой функции или родителей) для порождения потомков или новых решений задачи.

3. Применить оператор скрещивания.

4. Новые решения (потомки) подвергаются мутации.

5. Формируется новая популяция: выбрать решения из родителей и потомков.

6. Повторять 2...5, пока не выполнится условие остановки.

Для построения эволюционного алгоритма необходимо выполнить следующие шаги:

- выбрать представление решений (способ кодирования фенотипа в генотип);
- решить, как инициализировать популяцию;
- определить основные генетические операторы;
- выбрать подходящий оператор мутации;
- выбрать подходящий оператор скрещивания;
- выбрать способ оценки пригодности индивида (варианта решения задачи);
- решить, как управлять нашей популяцией;
- решить, как выбрать индивидов-родителей;
- решить, как выбрать индивидов для замены;
- решить, когда остановить алгоритм.

Подобно тому как природный хромосомный материал представляет собой линейную последовательность различных комбинаций четырех нуклеотидов, решения в ГА представляются в виде хромосом (генотипов). Генотип – строка конечной длины, состоящая из генов, представленных символами некоторого алфавита.

В ГА существует строгое различие между фенотипом (решением, выраженным в терминах поставленной задачи) и генотипом (хромосомой, представлением решения). ГА работает с генотипом, фенотип служит для определения пригодности индивида (оценки качества решения поставленной задачи), поэтому для работы алгоритма необходимо определить некоторую функцию кодирования ( $e : D \rightarrow S$ , где  $D$  – пространство поиска,  $S$  – пространство представлений решений) и функцию декодирования ( $e^{-1} : S \rightarrow D$ ). Таким образом, на самом деле ГА решают не задачу  $f(d) \rightarrow \underset{d \in D}{opt}$ , где  $f : D \rightarrow R^1$ , а задачу

$$\mu(s) \rightarrow \underset{s \in S}{opt}, \text{ где } \mu : S \rightarrow R^1 \text{ и } s = e(x), \mu(s) = f(e^{-1}(s)) = f(x). \quad (17)$$

На практике наибольшее распространение получили ГА с бинарным представлением решений. Формально они решают задачу псевдодобулевой оптимизации, т.е.

$$\chi(X) \rightarrow \underset{X \in B_{2n}}{opt}, \text{ где } \chi : B_{2n} \rightarrow R^1. \quad (18)$$

К задачам (17) и (18) сводятся практически любые задачи с дискретными переменными (возможно, выраженные в разных шкалах), а также задачи с непрерывными переменными (заменяя непрерывные пере-

менные дискретными с заданной точностью). Наиболее часто используются стандартное бинарное кодирование и бинарные коды Грея [6].

На шаге инициализации задаются параметры алгоритма: длина хромосомы, размер популяции и др., а также типы и вероятности применения основных генетических операторов (скрещивания, мутации и селекции). Если априорные сведения о пространстве поиска отсутствуют, начальная популяция генерируется случайным образом.

*Оператор селекции* – оператор, посредством которого индивиды выбираются для порождения потомков или для перехода в следующее поколение. Наиболее приспособленные особи должны выбираться с большей вероятностью для сохранения своих генов в следующем поколении. То есть оператор селекции позволяет сконцентрировать поиск на наиболее многообещающих регионах пространства.

Предложено множество различных схем отбора в ГА. Конкретный тип оператора селекции (а также и других генетических операторов) проектируется исходя из решаемой задачи (например, когда требуется контроль допустимости решений, учет ограничений, в нашем случае это области определения переменных оптимизационной задачи, многокритериальности и т.д.), однако наиболее распространены следующие базовые типы селекции.

В *пропорциональной селекции* вероятность индивида быть отобранным пропорциональна его пригодности. Вероятность вычисляется следующим образом (для задачи минимизации):

$$P(X^i) = \frac{-fitness(X^i) + C}{r * C - \sum_{j=1}^r fitness(X^j)}, \quad (19)$$

где  $r$  – размер популяции,  $C : P(X^i) \geq 0, \forall i, \sum_{j=1}^r P(X^j) = 1$ ;

$X^i$  –  $i$ -й индивид в популяции;

$fitness(X^i)$  – пригодность индивида  $X^i$ ;

Пропорциональная селекция обладает следующими недостатками: преждевременная сходимость и стагнация.

*Стагнация* возникает, когда на определенном этапе поиска все индивиды получают относительно высокую и примерно равную пригодность, что приводит к очень низкому селективному давлению (наилучшее решение лишь немного предпочитается худшему).

*Преждевременная сходимость* (проблема супериндивида) возникает, когда на ранних этапах появляется индивид с пригодностью намного большей, чем у других индивидов в популяции, но очень плохой с точки зрения решаемой задачи. Вероятность супериндивида быть отобранным стремится к единице, в то время как вероятности других членов популяции – к нулю. В итоге он копирует себя в следующее поколение и вскоре «широкий» поиск прекращается.

При применении *ранговой селекции* индивиды популяции ранжируются в соответствии с их пригодностью:  $R_i < R_j$ , если  $f(X^i) \leq f(X^j)$ . Тогда

$$P(X^i) = \frac{R_i}{\sum_{k=1}^r R_k} = \frac{i}{\sum_{k=1}^r i} = \frac{2i}{r(r+1)}, \quad (20)$$

где  $\sum_{j=1}^r P(X^j) = 1$ .

Ранговая селекция устраняет недостатки пропорциональной: нет стагнации, так как даже к концу работы алгоритма  $P(X^1) \neq P(X^2) \neq \dots$ , нет преждевременной сходимости, так как нет индивидов с вероятностью отбора, близкой к единице.

В турнирной селекции для отбора индивида создается группа из  $t$  ( $t \geq 2$ ) индивидов, выбранных случайным образом. Индивид с наибольшей пригодностью в группе отбирается, остальные – отбрасываются. Параметр  $t$  называется размером турнира. Наиболее популярным является бинарный турнир. Этот тип селекции не требует сортировки популяции и вычисления пригодности для всех индивидов. Недостатки: худший индивид никогда не выбирается.

*Селекция с усечением.* В процессе селекции с усечением с порогом  $\tau$  только доля  $\tau$  из всех лучших индивидов может быть отобрана, причем в этой доле каждый имеет одинаковую вероятность отбора.

*Элитарная селекция.* Как минимум одна копия лучшего индивида всегда переходит в следующее поколение. Преимущества: гарантия сходимости. Недостатки: большой риск захвата локальным оптимумом.

*Оператор скрещивания (рекомбинация)* – генетический оператор поиска. При скрещивании отобранные индивиды (родители) по заданному правилу передают части своих хромосом. Потомок может унаследовать только те гены, которые есть у его родителей. Существуют различные схемы скрещивания: точечное, равномерное, скрещивание более чем двух родителей и другие. При точечном скрещивании для выбранных родителей выбираются точки разрыва хромосомы, родители определенным образом обмениваются соответствующими участками хромосом. При равномерном – соответствующий ген потомка может быть унаследован от любого родителя с равной вероятностью. Скрещивание осуществляется с вероятностью  $p_{xover}$ , иначе с вероятностью  $(1 - p_{xover})$  родители клонируются в следующее поколение.

Наиболее популярным типом скрещивания является *одноточечное скрещивание* – случайно выбирается точка разрыва, родительские хромосомы разрываются в этой точке и обмениваются правыми частями (рис. 1).

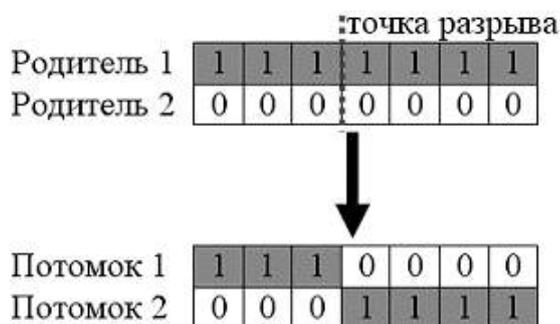


Рис. 1. Одноточечное скрещивание

При двухточечном скрещивании хромосома как бы замыкается в кольцо, выбираются две точки разрыва, родители обмениваются частями (рис. 2).

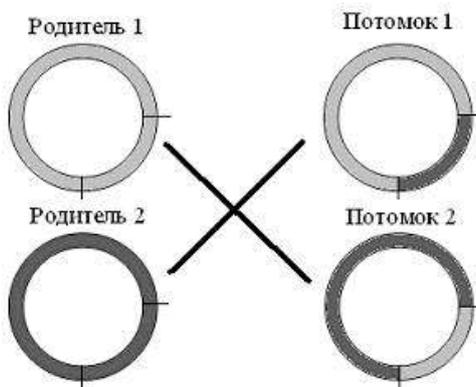


Рис. 2. Двухточечное скрещивание

При равномерном скрещивании потомок может унаследовать с равной вероятностью гены любого из родителей (рис. 3).

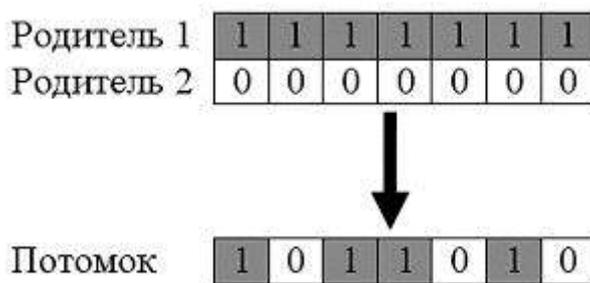


Рис. 3. Равномерное скрещивание

Равномерное скрещивание по всей популяции (uniform gene pool recombination) получается применением равномерного скрещивания ко всем членам популяции, т.е. потомок может унаследовать любой ген, имеющийся в популяции в заданной позиции хромосомы.

Оператор мутации – односторонний оператор поиска, случайное изменение в одном или нескольких генах индивида. В ГА мутация рассматривается как метод восстановления потерянного генетического материала, а не как поиск лучшего решения. Мутация применяется к генам с очень низкой вероятностью  $p_m \in [0.001; 0.01]$ . Хорошим эмпирическим правилом считается выбор вероятности мутации, равной

$p_m = \frac{1}{n}$ , где  $n$  – число генов в хромосоме (в среднем хотя бы один ген будет подвержен мутации). В

случае бинарного алфавита мутация состоит в инвертировании случайно выбранных битов (рис. 4).

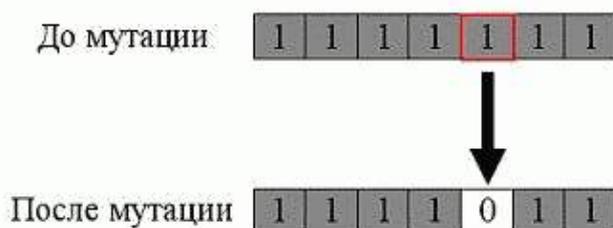


Рис. 4. Пример мутации в ГА

Пригодность индивида – это некоторая количественная оценка качества решения поставленной задачи. Функция пригодности может быть спроектирована с учетом особенностей решаемой задачи (что делает ГА довольно гибким, универсальным). Обычно функция пригодности принимает положительные значения, и значение пригодности максимизируют. В соответствии с значением функции пригодности выбирается «наилучшее» решение задачи или множество «наилучших» (оптимальных) решений.

В общем случае при решении задач безусловной оптимизации в качестве значения функции пригодности может выступать значение оптимизируемого функционала ( $fitness(X^i) = \chi(X^i)$ ) [6].  $\chi(X^i)$  – значение целевой функции в точке  $X^i$ .

## Выводы

1. Использование эволюционных методов для оптимизации энергетических показателей функционирования МТА позволит эффективно и на новом уровне решать проблему снижения энергозатрат при использовании мобильных агрегатов на различных технологических операциях при производстве сельскохозяйственных культур.

2. Анализ основных положений и теоретических основ методики ГА позволяет сделать выводы о возможности применения ГА в целях оптимизации характеристик двигателя и трактора.

### Литература

1. Журавлев С.Ю., Терсков В.А. Применение генетического алгоритма при оптимизации функционирования сложных механических систем // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 4. – С. 148–153.
2. Агеев Л.Е., Шкрабак В.С., Моргулис-Якушев В.Ю. Сверхмощные тракторы сельскохозяйственного назначения. – Л.: Агротормиздат, 1986. – 415 с.
3. Агеев Л.Е., Бахриев С.Х. Эксплуатация энергонасыщенных тракторов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.
4. Журавлев С.Ю. Влияние переменных внешних факторов на производительность машинно-тракторных агрегатов // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 7. – С. 148–153.
5. Журавлев С.Ю. Оценка эффективности функционирования мобильных сельскохозяйственных агрегатов с использованием тяговой характеристики трактора // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 9. – С. 146–151.
6. Семенкин Е.С., Семенкина О.Э., Терсков В.А. Оптимизация технических систем. – Красноярск: Изд-во СибЮИ МВД России, 2000. – 325 с.



УДК 621.43. 004. 67

А.А. Махутов, Т.Е. Бадардинова,  
А.Л. Токмакова, А.А. Пестерева

### ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ХОНА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ГИЛЬЗ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ

*В статье приводятся результаты исследований траектории движения хона при восстановлении гильз цилиндров автотракторных двигателей во время ремонта и теоретические исследования действия абразивных брусков на стенки гильз цилиндров. Установлена причинно-следственная связь между сложившейся технологией и искажением геометрической формы гильз цилиндров.*

**Ключевые слова:** дизель, гильза, траектория, хон, развертка, брусок, давление, технология.

А.А. Makhutov, T.E. Badardinova,  
A.L. Tokmakova, A.A. Pestereva

### THE HONE MOTION TRAJECTORY IN SHELL RENEWAL OF MOTOR AND TRACTOR ENGINES BY REPAIR SIZE METHOD

*The research results on the hone motion trajectory in cylinder shell renewal of motor and tractor engines during repair and theoretical research of abrasive block actions towards the walls of cylinder shells are presented in the article. The cause-and-effect relation between the given technology and the geometrical form distortion of cylinder shells is determined.*

**Key words:** engine, shell, trajectory, hone, scan, block, pressure, technology.

---

**Введение.** Надежность тракторных дизелей, прошедших капитальный ремонт на сегодняшний день, является актуальной проблемой. Тракторный дизель является тем агрегатом, который обуславливает ресурс трактора в целом. Известно, что 34...45% отказов тракторов приходится на двигатели, причем нормативную наработку выдерживают только 30...40% тракторных дизелей [4, 7].

Надежность дизелей после ремонта значительно ниже, чем у новых дизелей. Ресурс отремонтированных дизелей СМД-62 в 10 раз меньше и не превышает 500 моточасов [5]. Например, фактический ресурс

дизеля А-41 составляет 47,85% от ресурса, установленного заводом изготовителем, т.е. 2870 моточасов вместо 6000 [6]. По данным, приведенным в источнике [1], при наработке дизелей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 4...8 тыс. часов предельного износа достигают 64% гильз цилиндров, 85% поршней, 87% маслосъемных колец, 52...60% коренных и шатунных шеек коленчатого вала.

Многие исследователи считают, что одной из основных причин низкой надежности дизелей является нарушение ремонтно-эксплуатационных рекомендаций. А некоторые считают, что 40% дизелей автомобилей и тракторов сняты и отправлены на капитальный ремонт необоснованно [5]. В этой связи следует заметить, что такие случаи безусловно имеют место. Но при этом не следует забывать о том, что дизели импортных тракторов имеют значительно больший ресурс, несмотря на то, что они используются при тех же условиях.

Таким образом, в настоящее время исследования, раскрывающие причины низкого качества ремонта автотракторных дизелей, практически не встречаются. В большинстве работ отмечают, что причинами является нарушение технологии ремонта дизелей, при этом не раскрываются причины этих нарушений.

В настоящее время в ремонтном производстве наибольшее применение нашло восстановление деталей методом ремонтных размеров. Этими методами восстанавливают гильзы цилиндров и коленчатые валы автотракторных двигателей. Их широкое применение обусловлено простотой технологии и оснащённостью технологическим оборудованием ремонтных предприятий.

**Цель исследований.** Совершенствование технологии ремонта автотракторных двигателей на основе изучения сложившейся технологии ремонта и восстановления деталей, регламентирующей их ресурс.

Теоретический анализ технологии восстановления гильз автотракторных двигателей показывает, что при хонинговании наблюдается задержка хона в верхнем и нижнем положении, обусловленная временем переключения электромагнитных муфт и инерцией деталей хонинговального станка, совершающих возвратно-поступательное движение.

**Методика исследований.** Для проверки этих теоретических предпосылок нами были проведены экспериментальные исследования траектории движения хона в ПТЦ СХОАО «Белореченское» 24.10.2011 г. Исследования проводились методом съемки электронной кинокамерой «Canon Power Shot S80». Хонингование проводили на станке ЗК883М. Предварительно была определена длина хода хона, которая составила 195 мм, число двойных ходов составило 53,57, частота вращения хона – 208 об/мин. Общая продолжительность съемки – 32 с. Результаты съемки были разбиты на кадры, через 0,032 с. Всего было получено 970 кадров движения хона.

**Результаты исследований.** По полученным точкам было построена развертка траектории движения хона, которая представлена на рисунке 1.

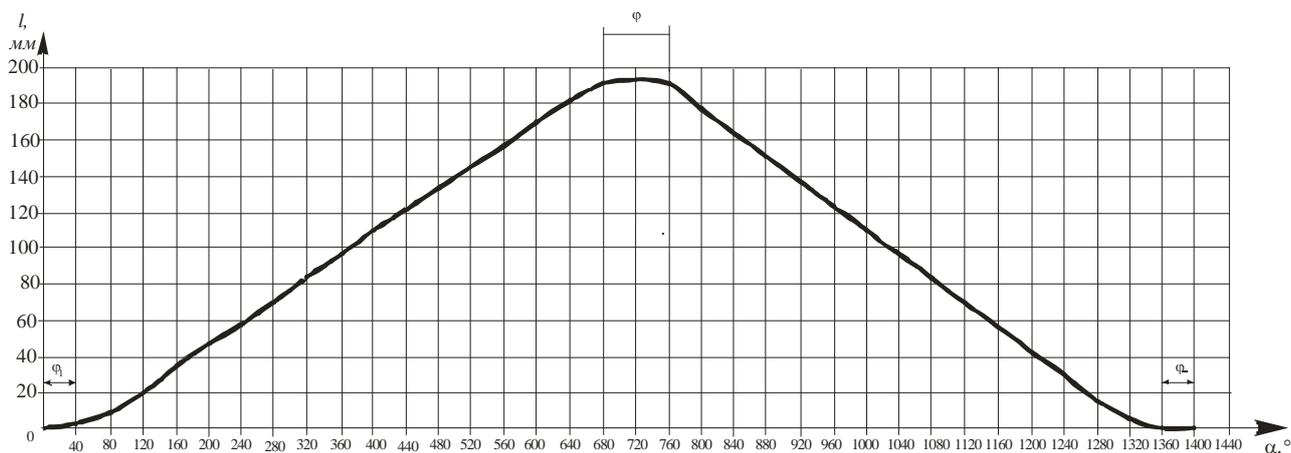


Рис. 1. Траектория движения хона:  $L$  – длина хода хона,  $\alpha$  – угол поворота хона

По оси абсцисс отложен угол поворота хона, а по оси ординат возвратно-поступательное движение хона.

Анализ траектории движения хона показывает, что в верхнем и нижнем положении хона наблюдается его задержка, общая суммарная задержка составляет 0,062 с, а по углу поворота – 80°. Задержка хона в верхнем и нижнем положении обусловлена временем переключения реверсивного золотника и инерцией деталей, совершающих возвратно-поступательное движение. При этом хон поднимается за 640° поворота шпинделя станка, что по времени составляет 0,512 с, а опускается за 600°, что составляет 0,48 с.

Разность скоростей подъема и опускания объясняется тем, что при опускании действие силы тяжести шпиндельной головки совпадает с направлением движения, т.е. способствует более быстрому опусканию, а при подъеме сила тяжести шпиндельной головки препятствует подъему.

При чистовой обработке продолжительность хонингования составляет 0,8...1,0 мин, за это время хон совершает 54 двойных хода. В верхнем и нижнем положении суммарный угол поворота хона составляет  $2160^\circ$ , или 6 полных оборотов.

Действие разжимного механизма хона на державку и на абразивный брусок показано на рисунке 2. Державка бруска имеет два угловых выреза, на которые действуют два диска. Таким образом, на державку действует сосредоточенная сила  $P$ . В соответствии с принципом Сен-Венана [2] действие сосредоточенной в точках контакта с державкой силы  $P$  можно заменить на распределенную по площади бруска силу

$$Q = \frac{P}{l_6 b'} \quad (1)$$

где  $l_6$  – длина бруска;  $b$  – ширина бруска.

Ввиду того, что ширина бруска остается постоянной по всей длине бруска, то можно утверждать, что силы, действующие на державку равномерно, распределены по длине бруска, т.е.

$$q = \frac{P}{l_6}$$

где  $q$  – равномерно распределенная по длине бруска сила;  $l_6$  – длина бруска.

На рисунке 2 представлена схема действия бруска на поверхность гильзы цилиндров [3]. Для оценки характера изменения давления бруска на гильзу сделали допущение, что внутренняя поверхность гильзы представляет собой плоскую поверхность.

В крайнем верхнем и нижнем положениях брусок хона опирается  $2/3$  своей длины, т.е. на участке  $cd$ . Результирующая сила  $P$ , с которой брусок прижимается к плоскости А (поверхность гильзы), будет равна

$$P = - ql_6.$$

При этом сила  $P$  будет приложена в середине бруска в точке а. Реакция опорной поверхности  $R_o$  будет приложена в середине участка  $cd$  в точке в и будет

$$R_o = ql_6.$$

Сила  $P$  прижимает брусок В к поверхности гильзы на участке  $cd$ , длина которого составляет  $2/3$  длины бруска.

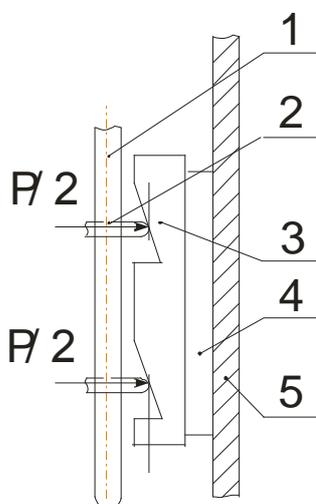


Рис.2. Схема действия разжимного механизма хона на державку:  
1 – стержень; 2 – разжимной диск; 3 – державка хона; 4 – абразивный брусок; 5 – гильза цилиндров

Поэтому давление бруска на участке  $cd$  будет больше  $q$  и будет составлять при перебеге  $1/3$  длины бруска

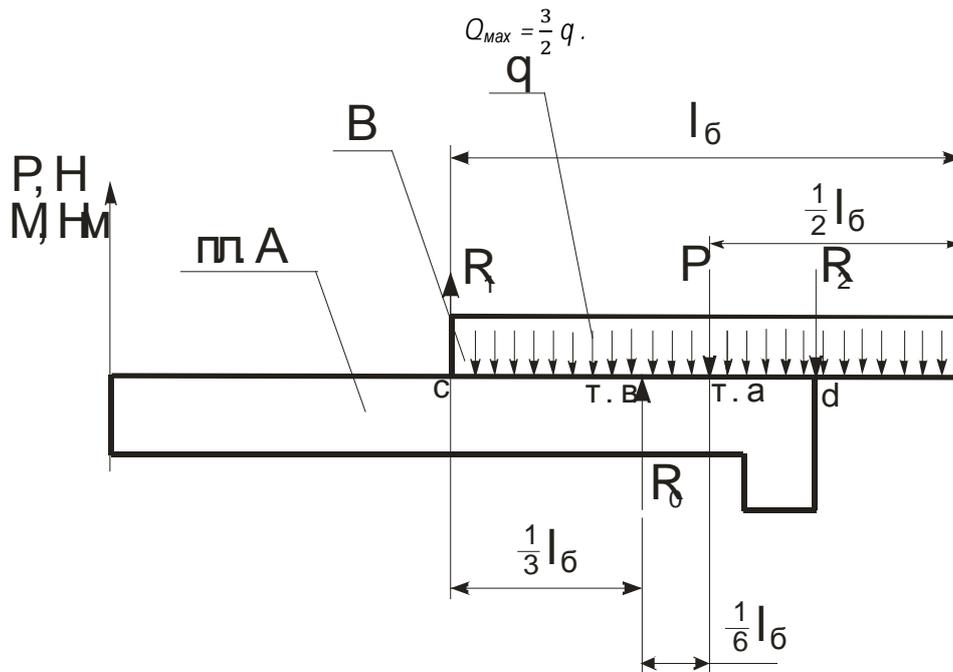


Рис. 3. Схема действующих на поверхность гильзы цилиндров сил и реакций: пл. А – поверхность гильзы цилиндров; В – брусок хона

А при перебеге на  $1/4$  длины бруска

$$Q_{\min} = \frac{4}{3} q .$$

Отсюда следует вывод, что давление брусков в крайних положениях превышает давление брусков в середине гильзы цилиндров в 1,33...1,5 раза. Кроме того, реакция поверхности гильзы цилиндров и результирующая сила  $P$  образуют момент, равный

$$M_1 = R_0 \times \frac{1}{6} l_6 = \frac{1}{6} q l_6^2 . \quad (2)$$

Момент  $M_1$  можно заменить равнозначным моментом, образуемым парой сил  $R_1$  и  $R_2$ , приложенных на концах опорного участка  $cd$

$$M_2 = \frac{2}{3} l_6 R_1 . \quad (3)$$

Приравняв правые части выражений (2) и (3), получаем

$$R_1 = \frac{1}{4} q l_6 .$$

С другой стороны, сумма по направлению оси  $OY$  будет равна

$$R_1 + R_2 - P = 0, \text{ или} \\ \frac{1}{4} q l_6 + R_2 = q l_6 ,$$

$$R_2 = ql_6 - \frac{1}{4}ql_6 = \frac{3}{4}ql_6.$$

Таким образом, давление брусков на поверхность гильзы цилиндров в крайних положениях превышает давление в 1,33...1,5 раза по сравнению с положением, когда брусок опирается на гильзу всей длиной. Кроме того, в крайних положениях на брусок действует момент, который увеличивает давление бруска на гильзу на внутреннем конце и увеличивает на внешнем конце опорной поверхности. Использование хонингования в качестве размерной обработки приводит к искажению геометрической формы гильзы цилиндров.

На предприятиях, оказывающих услуги по ремонту автотракторных двигателей, сложилась практика растачивания и хонингования по имеющимся в наличии ремонтным поршням, т.е. каждую гильзу индивидуально растачивают под размер конкретного поршня. Для уменьшения возможного брака гильзы растачивают под размер значительно меньше расчетного. Необходимый размер получают, подгоняя диаметр гильз хонингованием, т.е. используя хонингование как размерную обработку. При этом приходится снимать значительный припуск хонингованием.

Изложенное выше в конечном итоге приводит к более интенсивному хонингованию брусков в крайних положениях, т.е. искажению геометрической формы. Такая практика обусловлена несовершенством организации ремонта автотракторных двигателей.

Как правило, эти предприятия имеют по одному расточному и хонинговальному станку и восстанавливают гильзы автотракторных двигателей практически всех марок, выпускаемых в России. Количество восстанавливаемых гильз одного ремонтного размера ограничивается комплектом на один двигатель. При этом частая переналадка станков требует дополнительных затрат труда.

Таким образом, основными причинами нарушения геометрической формы после восстановления методом ремонтных размеров является нарушение технологии восстановления гильз цилиндров на ремонтных предприятиях, которая заключается в получении необходимого ремонтного размера гильзы подгонкой хонингованием под размер поршня.

### Выводы

1. Исследованиями установлено, что в верхнем и нижнем положении хона наблюдается его задержка, общая суммарная задержка составляет 0,062 с, а по углу поворота – 80°. Задержка хона в верхнем и нижнем положении обусловлена временем переключения реверсивного золотника и инерцией деталей, совершающих возвратно-поступательное движение. При этом хон поднимается за 640° поворота шпинделя станка, что по времени составляет 0,512 с, а опускается за 600°, что по времени составляет 0,48 с.

2. Давление брусков на поверхность гильзы цилиндров в крайних положениях превышает давление в 1,33...1,5 раза по сравнению с положением, когда брусок опирается на гильзу всей длиной. Кроме того, в крайних положениях на брусок действует момент, который уменьшает давление бруска на гильзу на внутреннем конце и увеличивает на внешнем конце опорной поверхности.

3. Сложившаяся организация по ремонту автотракторных двигателей не позволяет соблюдать технологию ремонта дизелей, в частности технологию восстановления гильз цилиндров растачиванием под ремонтный размер, что в конечном итоге является основной причиной разброса размеров и искажения форм гильз цилиндров.

### Литература

1. Антропов Б.С., Р.М. Арсланов, С.Г. Кондаков Полнее использовать ресурс автотракторных дизелей // Тракторы и с. х. машины. – 2001. – № 7. – С. 43–45.
2. Демидов С. П. Теория упругости: учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 1970. – 432 с.
3. Махутов А.А., Дроздов Е.П. Теоретический анализ технологии восстановления гильз автотракторных двигателей методом ремонтных размеров // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения В.П. Ревякина. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2005. – С. 64–67.
4. Махутов А.А., Коломин А.П. Причины отказов после ремонтных дизелей // Механизация и электрификация с. х. – 2007. – № 5. – С. 25–26.

5. *Полуян А.Г., Полуян В.А.* Резервы повышения качества ремонта двигателей ЯМЗ-240 // Техника в с. х. – 2001. – № 4. – С. 37–38.
6. *Торопынин С. И., Вернигора Е.И.* Исследование технического ресурса двигателей типа «А» в условиях рядовой эксплуатации Восточной Сибири // Повышение эффективности использования и ремонта сельскохозяйственной техники. – Иркутск, 1981. – С. 20–23.
7. *Халфин М.А.* Качество и надежность новой и отремонтированной сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. – 1998. – № 5.



УДК 634.023.1

*Е.В. Палкин, В.Н. Курицын*

### АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ В ПРОЦЕССЕ ЦЕПОВОЙ ОКОРКИ ДРЕВЕСИНЫ

*В статье представлен анализ энергетических затрат при продольном взаимодействии цепового рабочего органа с лесоматериалом в процессе окорки. Полученные в результате исследования математические зависимости свидетельствуют, что окорка цеповым способом более эффективна при попутной подаче лесоматериала по сравнению с встречной подачей.*

**Ключевые слова:** окорка лесоматериала, цеповой орган, кора, удельная работа, анализ энергетических затрат.

*E.V. Palkin, V.N. Kuritsyn*

### THE ENERGY COST ANALYSIS IN THE TIMBER FLAIL DEBARKING PROCESS

*The energy cost analysis in the longitudinal interaction of flail working body with timber in the debarking process is presented in the article. The mathematical relationships received in the research indicate to the fact that the flail debarking process is more efficient at the passing timber supply in comparison with the counter supply.*

**Key words:** timber debarking, flail body, bark, specific work, energy cost analysis.

**Введение.** Успешное развитие лесопромышленного комплекса России возможно только на основе рационального лесопользования и новых технологий глубокой переработки древесины, что является залогом эффективности и конкурентоспособности производства. В настоящее время с целью комплексной переработки древесины, соответствующей мировым стандартам, и наиболее полного освоения лесных ресурсов реализуются различные инвестиционные проекты. В своем большинстве данные проекты включают в себя лесоперерабатывающие и целлюлозные производства. Одной из важных технологических операций этих производств является качественная окорка круглых лесоматериалов.

**Состояние вопроса.** Окорка лесоматериалов является одной из наиболее трудоемких операций при обработке и первичной переработке круглых лесоматериалов. Окорка улучшает эффективность использования оборудования, экономит электроэнергию, повышает культуру производства, улучшает обзор и оценку боковой части ствола, способствует сушке древесины, защищает ее от поражений вредителями. Окорка дает возможность использовать отходы для производства чистой технологической щепы, высвободив и направив на другие цели значительное количество круглых лесоматериалов.

Разнообразные условия применения окорочного оборудования заставляют разработчиков искать новые конструктивные решения по поиску эффективных способов окорки.

В последние годы появился принципиально новый способ окорки – воздействие на кору вращающимися отрезками цепей – цепями, закрепленными в определенном порядке по образующей на поверхности приводного вала [1]. По сей день процесс цеповой окорки является малоизученным и характеризуется отсутствием теоретических источников в исследовании данного вопроса. Это вынуждает проводить собственные исследования

с целью конкретизации и оптимизации технических параметров процесса цеповой окорки.

### Анализ продольного взаимодействия цепы с лесоматериалом

Процесс цеповой окорки принципиально отличается от других известных способов. Так, при фрезерной окорке кора срезается ножами, и определяющим фактором в этом процессе является сопротивление коры перерезанию поперек волокон. При фрикционной окорке главным является предел прочности на скалывание коры вдоль волокон или по камбиальному слою (в идеальном случае). При цеповой же окорке кора разрушается в результате воздействия на нее в нормальном направлении ударной силы. Определяющим в этом случае является уже предел прочности коры на сжатие поперек волокон.

В настоящее время изучение процессов, происходящих при цеповой окорке древесины, производится путем рассмотрения возникающих при этом сил и их воздействия на обрабатываемый предмет [2]. Этот путь представляется не очень удачным. Эти силы действуют очень малое время, определить которое практически невозможно, следовательно, невозможно определить и величину этих динамических сил. Поэтому приходится ограничиваться общими теоретическими выкладками, а для получения практических рекомендаций проводить экспериментальные исследования. Мы предлагаем другой путь – исследовать не действующие силы, а затраты энергии, определить которые и аналитически, и практически значительно проще.

Составим расчетную схему взаимодействия цепы с поверхностью обрабатываемого объекта (рис. 1). Для упрощения представим цеп как набор точечных масс  $m$ , соединенных между собой с шагом  $t$  невесомыми нитями и вращающимися с угловой скоростью  $\omega$ . Расстояние от центра крайнего звена до оси вращения  $R_1$ ; расстояние от центра следующего звена до оси вращения  $R_2$  и т.д.;  $R_1 - R_2 = t$ ;  $h$  – расстояние от центра вала до обрабатываемой поверхности.

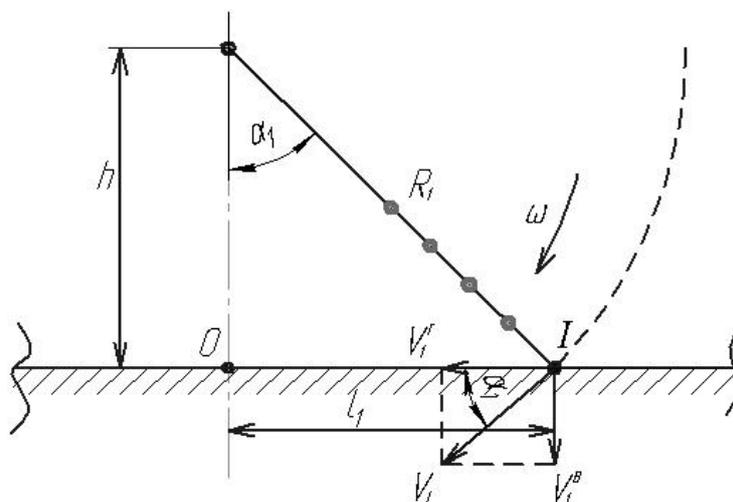


Рис. 1. Момент касания первого звена

Сначала рассмотрим случай, когда обрабатываемая поверхность неподвижна, т.е. движения подачи нет.

Линейная скорость первого звена  $V_1 = \omega R_1$ . В момент контакта с обрабатываемой поверхностью она направлена под углом  $\alpha_1$  к ней. Вертикальная составляющая  $V_1^g$  вызовет удар по нормали и практически мгновенно упадет до нуля, а с горизонтальной составляющей  $V_1^r$  масса  $m$  будет продолжать движение по поверхности.

Величина  $V_1^g = V_1 \sin \alpha_1 = \omega R_1 \sin \alpha_1$ . Кинетическая энергия удара  $E = \frac{m}{2} (\omega R_1 \sin \alpha_1)^2$ . На разрушение материала поверхности (т.е. коры) пойдет только часть этой энергии, равная  $1-k$ , где  $k$  – коэффициент восстановления [3,4], т.е. энергия разрушения  $E_1^p = \frac{m}{2} (\omega R_1 \sin \alpha_1)^2 (1-k)$ . Остаток энергии – это энергия упругости контакта, вызывающая отскок массы в обратном направлении со скоростью  $V_1^g k$ . Будет

ли отскок фактически присутствовать или он погасится составляющей от центробежной силы, зависит от конкретных условий (величин  $m$ ,  $\omega$ , состояния поверхности и т.п.). Главное, что эта доля энергии на разрушение поверхности уже не пойдет.

Рассмотрим момент касания второго звена (рис. 2).

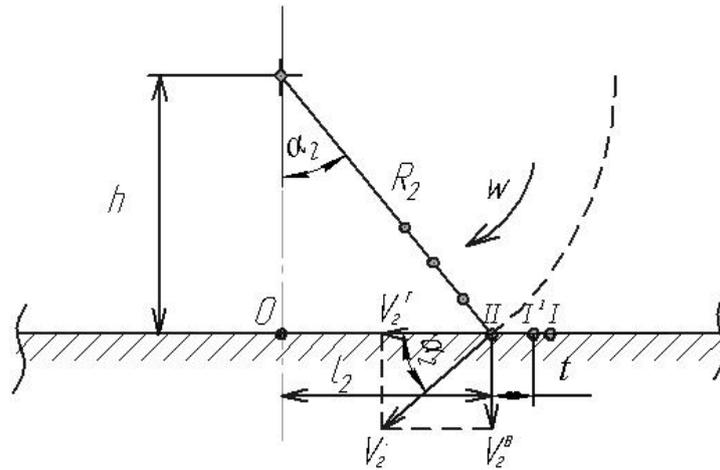


Рис. 2. Момент касания второго звена

Точка контакта первого звена с поверхностью I находится на расстоянии  $l_1 = R_1 \sin \alpha_1$  от вертикали, проходящей через центр вала. Аналогично точка касания второго звена (II) будет находиться на расстоянии  $l_2 = R_2 \sin \alpha_2$ . Масса первого звена за этот промежуток времени переместится по поверхности объекта из точки I в точку II на расстояние  $l_1 - l_2 - t$  (т.е.  $R_1 \sin \alpha_1 - R_2 \sin \alpha_2 - t$ ), совершая работу трения.

Кинетическая энергия разрушения – вторым звеном будет  $E_2^P = \frac{m}{2} (\omega R_2 \sin \alpha_2)^2 (1 - k)$ . Эта величина меньше, чем  $E_1^P$ , так как  $R_2 < R_1$  и  $\alpha_2 < \alpha_1$ .

Рассуждая аналогичным образом, приходим к выводу, что за один оборот вала цепи будет нанесен ряд ударов уменьшающейся силы от максимума в точке (I) до нуля в точке под осью вала. Общая энергия разрушения составит:  $E^P = \frac{m\omega^2}{2} (1 - k) \sum_{i=1}^{i=n} (R_i \cdot \sin \alpha_i)^2$ , где  $n$  – количество звеньев, участвующих в контакте (в целых числах);  $n = \frac{R_i - h}{t}$ .

Расстояние между точками ударов также уменьшается. Если  $l_1^2 = R_1^2 - h^2$ , а  $l_2^2 = (R_1 - t)^2 - h^2$ , то  $l_1^2 - l_2^2 = 2Rt - t^2$  (выкладки опустим)  $l_2^2 - l_3^2 = 2Rt - 3t^2$ ;  $l_3^2 - l_4^2 = 2Rt - 5t^2$  и так далее.

Горизонтальная составляющая линейной скорости первого звена в точке (I)  $V_1^T = \omega R_1 \cdot \cos \alpha_1$ , а в точке O, находящейся под осью вращения,  $V_n^T = \omega h$ . Если учесть, что  $h = R_1 \cdot \cos \alpha_1$ , то получится, что эти скорости равны. Отсюда следует вывод, что все звенья цепи, вступающие в контакт с обрабатываемой поверхностью, двигаются по ней с одинаковой скоростью  $V^T$ , равной  $\omega h$ .

В отсутствии скорости надвигания при следующем обороте звенья цепи ударят по тем же самым местам. При наличии скорости подачи (надвигания)  $u$  удар будет происходить с некоторым сдвигом  $e$  относительно предыдущих точек. Величину этого сдвига (назовем ее шагом удара) можно определить из основного кинематического соотношения  $\frac{u}{V^T} = \frac{e \cdot i}{2\pi R}$ , где  $i$  – количество рядов цепов на валу. Откуда  $e = \frac{2\pi R \cdot u}{i \cdot V^T}$ . Все величины в этой формуле, кроме  $R$ , постоянные. Следовательно, величина сдвига зависит только от

радиуса. Максимальный сдвиг точек удара будет у первого звена, минимальный – у  $n$ -го.

Разрушение коры от ударов звеньев цепи будет происходить только в первой половине общей зоны контакта от точки I до точки O (см. рис. 1). Звено цепи, потеряв в результате удара свою кинетическую энергию, остается как бы свободно лежащим на поверхности, по которой и перемещается. Сила трения при перемещении звена массой  $m$  равна  $mg\mu$ , где  $\mu$  – коэффициент трения металла звена по древесине (или коре). Энергия на горизонтальное перемещение первого звена равна  $mg\mu \cdot 2l_1$ , второго звена –  $mg\mu \cdot 2l_2$  и так далее. Общая энергия на перемещение цепи по обрабатываемой поверхности за один оборот вала

$$E^{\Pi} = 2mg\mu \sum_{i=1}^{i=n} l_i. \text{ По абсолютной величине эта энергия значительно меньше, чем } E^P.$$

Контактирование рабочего органа цепи с обрабатываемой поверхностью может быть, как и при фрезеровании, либо попутным, либо встречным. Рассмотрим это подробнее. При попутном контактировании (рис. 3) удар происходит по краю слоя коры рядом с уже освобожденным от нее пространством.

$D$  разложится на вертикальную и горизонтальную составляющие.

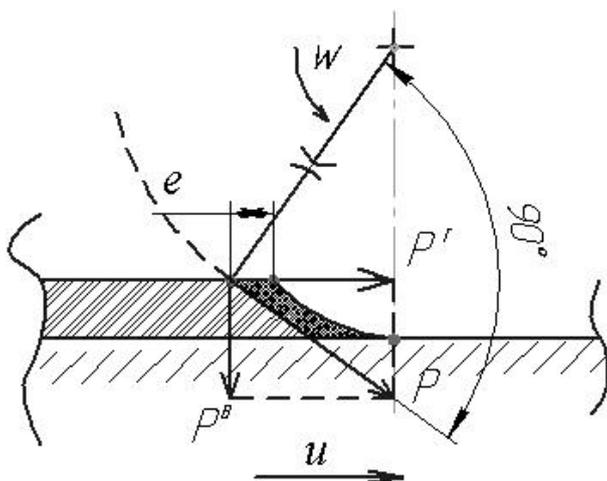


Рис. 3. Попутное контактирование

Разрушенная силой  $P^b$  кора будет выброшена силой  $P^r$  на свободное пространство и никакого участия в дальнейшем процессе не примет.

При встречном контактировании (рис. 4) разрушенная кора силой  $P^r$  как бы впрессовывается в еще неразрушенный массив, увеличивая тем самым общие затраты энергии на совершение процесса окорки.

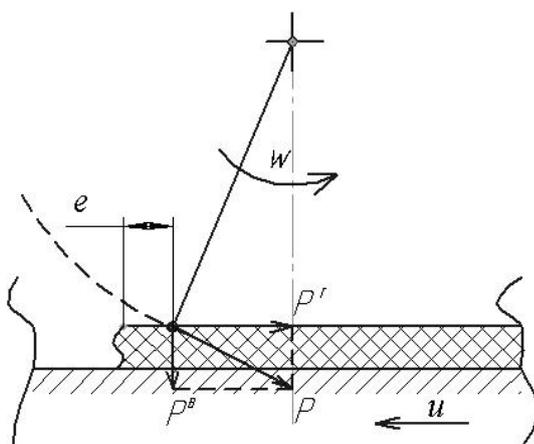


Рис. 4. Встречное контактирование

Следовательно, с точки зрения энергетики встречный процесс менее предпочтителен, чем попутный. Произведенные нами экспериментальные исследования [1] показали, что действительно во всех случаях удельная работа при встречном цеповом окаривании в среднем на 25,7% больше, чем при попутном. Это очень важный вывод из наших теоретических и экспериментальных исследований, который нужно учитывать при создании промышленных установок.

### Экспериментальная часть

Оценим энергетику процесса цеповой окорки древесины. Исходные условия: порода – ель; угловая скорость вращения – 104,7 рад/с; скорость надвигания – 1 м/с; масса одного звена цепи 15 г; шаг цепи – 19 мм; максимальный радиус – 0,5 м; расстояние от оси вала до обрабатываемой поверхности – 0,4 м; количество цепов на валу – 2.

Тогда количество звеньев, участвующих в процессе (4):

$$n = \frac{500 - 400}{19} = 5,26, \text{ т.е. } - 6 \text{ звеньев,}$$

$$\alpha_1 = \arccos \frac{h}{R_1} = \arccos \frac{0,4}{0,5} \approx 37^\circ, \quad \alpha_2 = \arccos \frac{0,4}{0,48} \approx 33,5^\circ,$$

$$\alpha_3 = \arccos \frac{0,4}{0,452} \approx 30^\circ, \quad \alpha_4 = \arccos \frac{0,4}{0,443} \approx 25,5^\circ,$$

$$\alpha_5 = \arccos \frac{0,4}{0,424} \approx 19,5^\circ, \quad \alpha_6 \approx 9^\circ.$$

Кинетическая энергия удара первого звена

$$E_1 = \frac{m}{2} (\omega R_1 \sin \alpha_1)^2 = \frac{0,015}{2} (104,7 \cdot 0,5 \cdot 0,6)^2 = 7,399 \text{ Дж.}$$

$$\text{Соответственно } E_2 = \frac{0,015}{2} (104,7 \cdot 0,481 \cdot 0,5554)^2 = 5,868 \text{ Дж.}$$

$$E_3 = \frac{0,015}{2} (104,7 \cdot 0,462 \cdot 0,5004)^2 = 4,394 \text{ Дж.}$$

$$E_4 = \frac{0,015}{2} (104,7 \cdot 0,443 \cdot 0,4298)^2 = 2,981 \text{ Дж.}$$

$$E_5 = \frac{0,015}{2} (104,7 \cdot 0,424 \cdot 0,3317)^2 = 1,626 \text{ Дж.}$$

$$E_6 = \frac{0,015}{2} (104,7 \cdot 0,405 \cdot 0,1566)^2 = 0,331 \text{ Дж.}$$

Общая энергия удара цепи  $E = 22,559$  Дж. Учитывая, что величина коэффициента восстановления для пары «сталь–древесина, покрытая корой» равна 0,439 [4], энергия разрушения  $E^P = 22,559(1 - 0,439) = 12,678$  Дж.

Проведенными нами экспериментальными исследованиями [1] установлено, что удельная работа окаривания ели при линейной скорости 47,1 м/с и скорости надвигания 0,88 м/с равна 2,87 МДж/м<sup>3</sup>, или 2,87 Дж/см<sup>3</sup>. Условия нашей задачи весьма близки ( $V = 52$  м/с и  $u = 1$  м/с), поэтому подсчитанного количества энергии достаточно, чтобы разрушить  $12,678/2,87 = 4,4$  см<sup>3</sup> коры за один удар. Длина участка активного контакта (т.е. подвергающегося ударам)  $l_1 = R_1 \sin \alpha_1 = 0,5 \cdot 0,6 = 0,3$  м.

Второй цеп ударит со смещением

$$e = \frac{2\pi R \cdot u}{i \cdot V^T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 1}{2 \cdot 41,88} = 0,037 \text{ м.}$$

Таким образом, второй цеп накроет 3,7 см нетронутого еще участка коры, а 26,3 см пройдет по ранее обработанному. Всего над каждой точкой окоряемой поверхности звенья цепи пройдут 8 раз, что вполне достаточно и для разрушения коры, и для удаления продуктов разрушения.

### Выводы

1. Процесс цеповой окорки принципиально отличается от других известных способов. Кора разрушается воздействием на нее в нормальном направлении ударной силой. Определяющим в этом случае является уже предел прочности коры на сжатие поперек волокон.

2. Произведенные экспериментальные исследования [1] показали, что удельная работа при встречной подаче в среднем на 25,7% больше, чем при попутной.

### Литература

1. Палкин Е.В., Курицын В.Н. Результаты исследования цеповой окорки с промышленными скоростями подачи // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – Вып. 10. – С. 152–155.
2. Крисько А.С. Повышение эффективности процесса окорки пиленых лесоматериалов гибкими рабочими органами: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.21.01. – Красноярск, 2003. – 20 с.
3. Курицын В.Н., Гришин К.М., Коробкин А.В. Экспериментальное определение коэффициента восстановления // Проблемы химико-лесного комплекса: сб. ст. – Красноярск: Изд-во КГТА, 1997. – Ч. 1. – С. 173–177.
4. Курицын В.Н., Лозовой В.А. Основы расчета лесозаготовительного оборудования: метод. пособие. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2005. – Ч. 2. – 44 с.



УДК 629.114.2

Н.И. Селиванов

### РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАКТОРОВ

*Дано обоснование интервалов и способов регулирования эксплуатационных параметров тракторов для адаптации к природно-производственным условиям основной обработки почвы.*

**Ключевые слова:** технология обработки почвы, производительность агрегата, массоэнергетические параметры трактора, интервалы и способы регулирования.

N.I. Selivanov

### REGULATION OF TRACTOR OPERATIONAL PARAMETERS

*The substantiation of intervals and regulation ways of tractor operational parameters for the adaptation to natural-production conditions of the soil main processing is given.*

**Key words:** soil processing technology, aggregate productivity, tractor mass and energy parameters, intervals and regulation ways.

---

**Введение.** Результаты системной оптимизации и экспериментальных исследований показывают необходимость дифференциации эксплуатационной мощности и массы тракторов общего назначения для повышения энергетической и топливной эффективности их использования в различных природно-производственных условиях. При принятии решения о выборе трактора для основной обработки почвы следует учитывать не только мощность, но и характеристику двигателя, а также эксплуатационную массу, определяющие его тяговый класс и уровень энергонасыщенности для эффективного агрегатирования.

Адаптация тракторов к природным условиям (длина гона) и разным технологическим процессам об-

работки почвы по эксплуатационной массе, мощности и скоростной регуляторной характеристике двигателя предполагает знание интервалов изменения этих параметров и возможность их регулирования до начала рабочего хода. Интервалы регулирования указанных параметров зависят от характеристики тягового сопротивления рабочих машин и скоростных режимов использования тракторов на выполняемых родственных операциях каждой из установленных групп. Обоснование основных (базовых) значений и интервалов регулирования эксплуатационных параметров тракторов производится на пятом, шестом и седьмом уровнях общей системы адаптации с использованием разработанных математических моделей и алгоритмов оптимизации параметров мобильного энергетического средства для конкретных природно-производственных условий [1].

В условиях вероятностного характера тяговой нагрузки главной выходной координатой трактора как динамической системы является скорость поступательного движения, допустимые значения которой определяют зону его эффективного функционирования при выполнении технологических операций в составе агрегата.

**Цель работы.** Обоснование интервалов и способов регулирования эксплуатационных параметров тракторов для выполнения операций основной обработки почвы.

Достижение поставленной цели предусматривает решение следующих задач:

- 1) обосновать модели адаптации тракторов к природно-производственным условиям;
- 2) определить соотношения эксплуатационных параметров для отдельных групп родственных операций основной обработки почвы;
- 3) установить интервалы и способы регулирования массоэнергетических параметров тракторов для использования в составе почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения.

**Условия и методы исследования.** По энергоемкости и техническому обслуживанию родственные операции основной обработки почвы разделены [1] на три группы:

- 1) отвальная вспашка и глубокое рыхление с удельным тяговым сопротивлением при  $V_0 = 1,4 \text{ м/с}$   $K_{01} = 11,0 - 14,0 \text{ кН/м}$ , его приращении в зависимости от скорости  $\Delta \bar{K}_1 = 0,15 - 0,18 \text{ с}^2/\text{м}^2$ , коэффициенте вариации  $\bar{v}_{K_{01}} = 0,10$  и рациональном интервале рабочих скоростей  $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_1 = 1,80 - 2,10 \text{ м/с}$ ;
- 2) послеуборочная безотвальная комбинированная обработка (сплошная культивация), дискование на глубину 0,14–0,16 м и чизелевание (0,18–0,30 м) при  $K_{02} = 4,7 - 6,5 \text{ кН/м}$ ,  $\Delta \bar{K}_2 = 0,10 \text{ с}^2/\text{м}^2$ ,  $\bar{v}_{K_{02}} = 0,07$  и  $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_2 = 2,10 - 2,80 \text{ м/с}$ ;
- 3) послеуборочная поверхностная обработка (лущение стерни), предпосевная обработка и посев по нулевой технологии при  $K_{03} = 3,1 - 5,1 \text{ кН/м}$ ,  $\Delta \bar{K}_3 = 0,06 \text{ с}^2/\text{м}^2$ ,  $\bar{v}_{K_{03}} = 0,07$  и  $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_3 = 2,80 - 3,80 \text{ м/с}$ .

В основу адаптации тракторов с механической ступенчатой трансмиссией к природно-производственным условиям положено обеспечение оптимальной чистой производительности агрегатов  $W_i \rightarrow W_i^*$ , установленной по экономическим критериям оптимальности [1] для каждой технологической операции и соответствующего класса длины гона при функционировании в интервале допустимых значений рабочей скорости  $V_{Hi}^* \pm \Delta \bar{V}_i$  и тяговом диапазоне, соответствующем  $\varphi_{кр\text{ }opt} \leq \varphi_{крн} \leq \bar{\varphi}_{кр}$ .

Влияние длины гона и вида обработки почвы на эксплуатационную мощность  $N_{эз}$  и массу  $m_{э}$  трактора определяется величиной чистой производительности  $W^*$ , характеристиками удельного сопротивления агрегата  $K_o$  и  $\mu_k = [1 + \Delta \bar{K}(V_H^2 - V_0^2)]$ , номинальной рабочей скоростью  $\bar{V}_H^*$ , показателями номинального тягового режима  $\eta_{тн}$  и  $\varphi_{крн}$  и значениями коэффициента использования мощности двигателя  $\xi_N^*$ :

$$N_{эзj} = W_i^* * K_{oi} * \mu_{ki} / \eta_{тнj} * \xi_{Nj}^* \quad (1)$$

$$m_{эji} = W_i^* * K_{oi} * \mu_{ki} / V_{Hi}^* * \varphi_{крj} * g \quad (2)$$

Относительное передаточное число трансмиссии  $i_k$  при установленном динамическом радиусе ведущего колеса  $r_\delta$  из условия допустимого буксования  $\delta_{opt} \leq \delta_n < \delta_\delta$  в номинальном режиме ( $\xi_{\omega}^* * n_n$ ) определяется как

$$i_{kji}^* = i_{mpji}/r_{\partial j} = \frac{\pi * n_H * \xi_{\omega}^* (1 - \delta_H)}{30 * V_H^*} j i. \quad (3)$$

В общем случае при изменении природно-производственных условий и тягово-скоростных режимов работы, соотношения потребной мощности и массы трактора определяются из выражений [1]:

$$\lambda_{N_{e\partial}} = \lambda_{W^*} * \lambda_{K_o} * \lambda_{\mu_k} / \lambda_{\eta_{mn}} * \lambda_{\xi_{\bar{N}}}^*, \quad (4)$$

$$\lambda_{m_3} = \lambda_{W^*} * \lambda_{K_o} * \lambda_{\mu_k} / \lambda_{V_H^*} * \lambda_{\varphi_{крн}}. \quad (5)$$

Выбор массоэнергетических параметров трактора зависит от его занятости и условий работы на разных видах обработки почвы в течение года. Если трактор предполагается использовать на родственных операциях обработки почвы одной (превалирующей) группы в составе соответствующих агрегатов, значения  $N_{e\partial}$  и  $m_3$  целесообразно выбирать для интервала  $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_i$  этой группы и тягового режима, соответствующего  $\eta_{m max}$  гусеничного и  $\bar{\varphi}_{кр} = 0,5(\varphi_{кр opt} + \varphi_{кр max})$  колесного тракторов. В этом случае решается проблема энергосбережения на разных технологиях почвообработки за счет создания и использования типоразмерного ряда тракторов, отличающихся указанными параметрами. Такой подход наиболее рационален при разработке системы машин для отдельных регионов и комплектовании парка тракторов крупных предприятий зернового направления.

Для небольших и средних сельскохозяйственных предприятий, в которых культивируются несколько технологий почвообработки, массоэнергетические параметры можно определить с учетом занятости трактора на этих операциях по времени  $T_i = V_i / W_i^*$ :

$$\begin{cases} (\xi_{\bar{N}} N_{e\partial})_{ji}^* = \frac{1}{T_0} \sum_1^3 (\xi_{\bar{N}} N_{e\partial})_{ji}^* * T_i; \\ \bar{m}_{3j}^* = \frac{1}{T_0} \sum_1^3 m_{3ji}^* * T_i. \end{cases} \quad (6)$$

При известных соотношениях объемов работ по разным технологиям  $V_0 = \sum_1^3 V_i$  и сменной производительности агрегатов для их выполнения

$$T_i = V_i * K_{oi} * \mu_{ki} / (\xi_{\bar{N}} N_{e\partial})_{ji}^* * \eta_{mnj} * \tau_i, \quad (7)$$

где  $\tau_i = T_p / T_{cm}$  – коэффициент использования времени смены;  $T_0 = \sum_1^3 T_i$ .

Более экономичным вариантом решения проблемы энергосбережения является создание мобильных энергосредств с управляемыми массоэнергетическими параметрами на единой элементарно-агрегатной базе, обеспечивающих образование требуемого типоразмерного ряда путем комбинирования мощности и массы.

Величину шага  $\Delta(\xi_{\bar{N}} N_{e\partial})_{ji}$  и общее количество типоразмеров мощностей следует выбирать с учетом конструктивных, экономических и других соображений. При этом должно соблюдаться общее для всех типов энергомашин соотношение между основными параметрами-адаптерами, определяющее их энергонасыщенность [2]

$$\vartheta = \frac{N_{e\partial}}{m_3} = \frac{g * \varphi_{крн} * V_H}{\eta_m * \xi_{\bar{N}}}. \quad (8)$$

**Результаты исследования и их обсуждение.** В таблице 1 приведены осредненные значения массоэнергетических параметров колесных и гусеничных тракторов для каждой группы родственных технологических операций основной обработки почвы при установленных диапазонах рабочих скоростей  $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_i$  и длине гона  $L_e = 600 - 1000$  м, характерной для АПК Красноярского края.

Таблица 1

**Осредненные параметры колесных и гусеничных тракторов для групп родственных операций  
основной обработки почвы при длине гона  $l_r = 600-1000$  м**

Группа родственных операций	$V_{opt}^* (V_{max}^*)$ , м/с	$K_m$	4к4б <sub>1</sub> (4к4а <sub>1</sub> )		4к4б <sub>2</sub> (4к4а <sub>2</sub> )		Гусеничный	
			$N_{e3}$ , кВт	$m_3$ , т	$N_{e3}$ , кВт	$m_3$ , т	$N_{e3}$ , кВт	$m_3$ , т
1-я группа Вспашка отвальная и глубокое рыхление ( $K_o = 13,65$ кН/м, $\Delta \bar{K} = 0,15$ с <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> )	1,8	1,2	157,8	11,9-	139,2	11,9-	120,2	7,1-
		1,4	133,3	13,2	117,7	14,0	101,6	7,5
	(2,1)	1,2	181,4	11,8-	161,0	11,8-	164,9	8,3-
		1,4	153,1	13,0	135,8	13,8	139,2	8,8
2-я группа Безотвальная комбинированная обработка и сплошная культивация ( $K_o = 4,8$ кН/м, $\Delta \bar{K} = 0,10$ с <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> )	2,1	1,2	196,6	14,0-	172,4	13,9-	158,4	8,7-
		1,4	171,3	15,5	150,3	16,3	137,8	9,2
	(2,8)	1,2	254,8	13,3-	225,7	13,3-	218,8	8,8-
		1,4	222,1	14,8	196,8	15,6	190,5	9,3
3-я группа Поверхностная обработка и сея ( $K_o = 3,9$ кН/м, $\Delta \bar{K} = 0,06$ с <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> )	2,8	1,2	231,2	12,1-	204,8	12,1-	191,6	7,7-
		1,4	201,6	13,4	178,6	14,2	167,0	8,1
	(3,8)	1,2	303,7	11,5-	268,5	11,5-	-	-
		1,4	264,8	12,8	233,4	13,5	-	-

\* – на сдвоенных колесах.

Значения номинальной эксплуатационной мощности получены с учетом изменения коэффициента  $\xi_N$  при разной приспособляемости двигателя по крутящему моменту ( $K_{m1}=1,2$ ;  $K_{m2}=1,4$ ). Минимальные  $m_{3min}$  и максимальные  $m_{3max}$  значения эксплуатационной массы соответствуют  $\bar{\varphi}_{кр}$  и  $\varphi_{кр opt}$ .

Наименьшие значения  $N_{e3}$  и  $m_3$  характерны для отвальной вспашки и глубокого рыхления при  $V_{opt1}^* = 1,8$  м/с. Наивысшая мощность двигателя требуется для поверхностной обработки почвы и посева по нулевой технологии на скорости  $V_{max3}^* = 3,8$  м/с, а максимальная масса трактора – для сплошной культивации на скорости  $V_{max2}^* = 2,8$  м/с.

Повышение рабочей скорости от  $V_{opti}^*$  до  $V_{maxi}^*$  приводит к опережающему росту мощности двигателя, обусловленному увеличением  $m_3$  и снижением тягового КПД  $\eta_T$ . В рассматриваемых интервалах рабочих скоростей и тяговых режимов мощность двигателя и масса трактора на одинарных (сдвоенных) колесах изменяются соответственно в 1,93 и 1,35 (1,41) раза, а гусеничных – в 1,85 и 1,31 раза. По сравнению с колесным трактором мощность двигателя и масса гусеничного трактора ниже на 17–20 и 54–60 % соответственно. Установка сдвоенных колес снижает потребную мощность в среднем на 10,5 %. Увеличение коэффициента приспособляемости  $K_m$  от 1,2 до 1,4 уменьшает номинальную эксплуатационную мощность двигателя в 1,18 раза на отвальной вспашке и в 1,15 раза на безотвальной глубокой и поверхностной обработке почвы.

Приведенные данные свидетельствуют о существенном отличии оптимальных массоэнергетических параметров как колесных, так и гусеничных тракторов для наиболее эффективного выполнения родственных операций каждой группы при определенной длине гона. Изменение класса длины гона увеличивает численность оптимальных типоразмеров тракторов.

Использование на каждой длине гона и для каждой группы родственных операций своего типоразмера трактора потребует минимум 21-й типоразмер с нерегулируемыми параметрами. На практике это сделать не представляется возможным.

Для сокращения количества типоразмеров тракторов и достижения максимального соответствия их характеру внешней нагрузки необходимо регулирование основных параметров до начала выполнения технологической операции и управление некоторыми из них в процессе рабочего хода.

В таблице 2 приведены результаты расчетов оптимальных значений и интервалов регулирования эксплуатационных параметров колесных и гусеничных тракторов для операций основной обработки разных групп при длине гона  $l_g = 600 - 1000$  м.

С учетом перспективности технологий основной обработки почвы оптимальные значения ( $m_3 + m_6$ )  $N_{e3}$ ,  $n_H$  и  $K_M$  для операций второй группы можно принять за базовые всех типов тракторов. Характерными признаками тракторов базовой комплектации являются балластирование при  $m_{6max} = (0,075 - 0,098)m_3$  (без учета установки сдвоенных колес) и использование ДПМ с  $n_H = 2100 \text{ мин}^{-1}$ . Интервал рабочих скоростей 2,1–2,8 м/с обеспечивается тремя передачами основного диапазона (I, II, III) при  $\bar{q} = 1,15$ .

При отборе мощности через ВОМ (МОМ) и выполнении операции третьей группы ДПМ переводится на режим «Boost» путем однократного или ступенчатого повышения его мощности на 11–16% соответствующим увеличением цикловой подачи топлива  $V_{ци}$  на корректорной ветви регуляторной характеристики. Интервалу рабочих скоростей 2,8–3,8 м/с операций третьей группы соответствует использование также трех передач (III, IV – основного диапазона и I – повышенного) при  $\bar{q} = 1,14$ . Режим «Boost» применяется также в транспортном диапазоне скоростей.

Для выполнения почвообрабатывающих операций первой группы в интервале рабочих скоростей 1,8–2,1 м/с используется I передача основного диапазона с регулированием мощности изменением номинального скоростного режима двигателя от  $n_{Hmin}$  до  $n_{Hmax}$  и переводом его на традиционную характеристику ( $K_M \approx 1,20$ ). При отборе мощности через ВОМ двигатель переводится на режим ДПМ изменением  $V_{ци}$ .

Приведенный вариант изменения массоэнергетических параметров позволяет обеспечить адаптацию трактора к технологиям основной обработки почвы с наименьшими затратами, максимально повысив его универсальность.

Таблица 2

**Оптимальные значения и интервалы регулирования параметров тракторов для родственных операций основной обработки почвы на длине гона  $l_r = 600 - 1000$  м**

Тип трактора	Группы родственных операций	$V_H^*$ , м/с	$\Delta \bar{V}$ , м/с	$N_{e3}$ , кВт	$m_3$ , т	$m_6$ , т	$K_M$	$n_H$ , мин <sup>-1</sup>	$i_K$ , 1/м
4к4 одинарные колеса	1-я группа	1,80	-0,3	168	12,3	0	1,2	1725	81,7
		2,10	0	205	12,3	0	1,2	2100	81,7
	2-я группа	2,45	$\pm 0,35$	205	13,5	1,2	1,4	2100	71,0
4к4 сдвоенные колеса	1-я группа	1,80	-0,3	155	13,3	0	1,2	1750	83,8
		2,10	0	185	13,3	0	1,2	2100	83,8
	2-я группа	2,45	$\pm 0,35$	185	14,3	1,0	1,4	2100	73,5
Гусеничный	1-я группа	1,80	-0,3	145	8,6	0	1,2	1750	97,4
		2,10	0	175	8,6	0	1,2	2100	97,4
	2-я группа	2,45	$\pm 0,35$	175	9,5	0,9	1,4	2100	80,3
	3-я группа	3,30	$\pm 0,50$	195	9,5	0,9	1,4	2100	60,7

Приведенные значения массоэнергетических параметров тракторов, интервалы и способы их регулирования можно принять за основу при адаптации тракторов к другим классам длины гона.

### Выводы

1. Обоснованы модели адаптации тракторов к природно-производственным условиям, позволяющие установить взаимосвязь их массоэнергетических параметров с оптимальной производительностью агрегатов и характеристиками рабочих машин при функционировании в интервалах допустимых значений рабочей скорости и буксования движителей.
2. Определены осредненные значения массоэнергетических параметров тракторов для каждой группы родственных операций основной обработки почвы на характерной для АПК Красноярского края длине гона  $l_2 = 600 - 1000$  м.
3. Установлены базовые значения, интервалы и способы регулирования мощности и эксплуатационной массы трактора для адаптации к технологиям основной обработки почвы с наименьшими затратами.

### Литература

1. Селиванов Н.И. Технологические основы адаптации тракторов. – Красноярск, 2012 – 259 с.
2. Селиванов Н.И. Эффективное использование энергонасыщенных тракторов. – Красноярск, 2008. – 231 с.



УДК 630.377.4

Д.В. Черник

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ БОКОВЫХ НАГРУЗОК НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПОГРУЗЧИКА

*В статье приведены результаты исследования влияния скорости движения, высоты препятствия, смещения центра тяжести дерева относительно продольной оси гусеничного лесопогрузчика на уровень динамических нагрузок.*

*В результате машинного эксперимента были найдены величины динамических нагрузок, возникающих на корпусе лесопогрузчика и технологическом оборудовании при воздействии возмущающих факторов. Приведены графики зависимости динамических нагрузок от возмущающих факторов.*

**Ключевые слова:** гусеничный лесопогрузчик, имитационная модель, динамические нагрузки, возмущающие факторы.

D.V. Chernik

#### MATHEMATICAL MODELING OF LATERAL LOAD DYNAMICS ON THE LOGGER TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

*The research results of influence of movement speed, obstacle height, tree gravity center displacement relative to the caterpillar logger longitudinal axis are presented in the article.*

*As a result of the machine experiment the values of the dynamic loads arising on the logger case and the technological equipment at the disturbing factor influence are found. The dynamic load dependence graphs according to disturbing factors are given.*

**Key words:** caterpillar logger, imitating model, dynamic loads, disturbing factors.

---

**Введение.** В режиме грузового хода гусеничного лесопогрузчика возникают динамические нагрузки на технологическое оборудование в боковом направлении при наезде на препятствие одним бортом машины,

при смещении центра тяжести груза относительно продольной оси, при движении машины поперек уклона погрузочной площадки. Кроме того, при колебаниях пакета хлыстов вследствие разности жесткости и массы вершинной и комлевой частей деревьев в поперечной плоскости возникает дополнительный момент. Совпадение указанных факторов во времени обуславливает экстремальные режимы работы, которые необходимо учитывать при проектировании лесопогрузчиков [1–3].

Несмотря на значительное количество работ по исследованию лесопогрузчика перекидного типа, до настоящего времени нет исследований следующих вопросов:

1. Нет исследований динамики нагрузок на элементы конструкции лесопогрузчика, возникающих в поперечно-вертикальной плоскости при движении с грузом через препятствия одним бортом с учетом смещения центра тяжести груза относительно продольной оси машины.

2. Отсутствуют данные о влиянии параметра смещения центра тяжести груза относительно продольной оси лесопогрузчика на величину дополнительных динамических нагрузок.

Исследование этих вопросов необходимо для обоснованного выбора расчетных параметров кинематической схемы технологического оборудования повышения надежности лесопогрузчиков при проектировании.

Исходя из этого, **целью** настоящего исследования является совершенствование технологического оборудования гусеничного лесопогрузчика на основе анализа динамики боковых нагрузок.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Разработать эквивалентные динамические модели системы «лесопогрузчик-груз» при различных сочетаниях подвески корпуса машины и вида транспортируемого груза.

2. Разработать математические модели, учитывающие влияние на уровень нагрузок ряда эксплуатационных факторов: скорости движения, высоты преодолеваемых препятствий, упругих характеристик деревьев, смещения центра тяжести груза от продольной оси машины, угла уклона погрузочной площадки.

3. Выполнить экспериментальные исследования с целью установления достоверности теоретических исследований.

4. Разработать рекомендации по снижению динамических боковых нагрузок на технологическое оборудование лесопогрузчиков на базе лесопромышленных тракторов.

### Математическая модель

Для исследования величины динамических нагрузок в боковом направлении были разработаны дифференциальные уравнения, представленные ниже:

$$\begin{aligned} m_2' l_3^2 \ddot{\beta}_2 + C_2' (y_2 - \beta_k l_3) l_3 + K_2' (\dot{y}_2 - \dot{\beta}_k l_3) l_3 &= Q_2(t); \\ m_2'' l_4^2 \ddot{\beta}_4 + C_2'' (y_4 - \beta_k l_4) l_4 + K_2'' (\dot{y}_4 - \dot{\beta}_k l_4) l_4 &= Q_4(t); \\ (m_1 + m_2) l_c^2 \ddot{\beta}_c - C_x (\beta_c - \beta_k) l_c^2 + C_2' (y_2 - \beta_k l_3) l_3 - C_2'' (y_4 - \beta_k l_4) l_4 &= Q_1(t); \\ m_3 \rho_z^2 \ddot{\beta}_k + C_k^k \beta_k - C_x (\beta_c - \beta_k) l_c^2 + C_2' (y_2 - \beta_k l_3) l_3 - C_2'' (y_4 - \beta_k l_4) l_4 &= Q_3(t). \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} Q_1(t) &= [J_{C1} + (m_1 + m_2) r_C^2] \frac{K_{II} V^2 2\pi h_{\max}}{L_K L^2} \cos \frac{2\pi Vt}{L}; \\ Q_2(t) &= (J_{\epsilon} + m_2' r_2^2) \frac{K_{II} V^2 2\pi h_{\max}}{L_K L^2} \cos \frac{2\pi Vt}{L}; \\ Q_3(t) &= [J_{C3} + m_3 r_K^2] \frac{K_{II} V^2 2\pi h_{\max}}{L_K L^2} \cos \frac{2\pi Vt}{L}; \\ Q_4(t) &= (J_K + m_2'' r_4^2) \frac{K_{II} V^2 2\pi h_{\max}}{L_K L^2} \cos \frac{2\pi Vt}{L}. \end{aligned} \quad (2)$$

Левые части уравнений (1) отображают состояние рассматриваемой системы и включают ее основные динамические характеристики –  $C_i$ ,  $m_i$ ,  $\eta_i$ ,  $\omega_i$ , а также геометрические параметры. Правые части указанных уравнений (2) представляют собой внешние возмущающие воздействия на систему. Они включают в себя эксплуатационные факторы  $h_{\max}$ ,  $V$ , от которых зависит уровень внешних возмущений на систему и величина динамических нагрузок на элементы системы.

### Анализ результатов моделирования

Анализ влияния эксплуатационных факторов на уровень динамических нагрузок проводился на имитационной модели, разработанной на ЭВМ в среде Mathcad. Расчетное дерево принималось диаметром 0,68 м на высоте груди, длина его составляла 24 м. Варьируемыми параметрами являлись  $h_{\max}$  (высота препятствия),  $V$  (скорость движения лесопогрузчика),  $X$  (величина смещения центра тяжести дерева относительно продольной оси лесопогрузчика). Модель была разработана таким образом, что изменение параметра  $X$  влекло за собой изменение таких параметров, как  $l_3$ ,  $l_4$  (расстояния от продольной оси машины соответственно до центров масс вершинной и комлевой частей расчетных деревьев);  $C_1'$ ,  $C_2''$  (изгибная жесткость вершинной и комлевой частей расчетных деревьев, приведенных в их центры масс). При каждом эксперименте фиксировались максимальные динамические моменты, возникающие на стреле и корпусе лесопогрузчика.

Анализ результатов моделирования показал, что смещение центра тяжести дерева относительно продольной оси лесопогрузчика в сторону комлевой и вершинной частей вызывает значительное увеличение динамических нагрузок в боковом направлении.

Установление влияния данного фактора проводилось при скорости движения лесопогрузчика, равной 0,75 м/с, и высоте препятствия 0,20 м.

На рисунках 1 и 2 отображены графики зависимости моментов  $M_1$  и  $M_3$  от смещения центра тяжести дерева относительно продольной оси лесопогрузчика для сосны и ели II, III, IV разрядов. На рисунках 3 и 4 отображены графики зависимости коэффициентов динамичности от смещения центра тяжести дерева в захвате относительно продольной оси лесопогрузчика в условиях свободных угловых перемещений зажатой части дерева для сосны и ели II, III, IV разрядов.

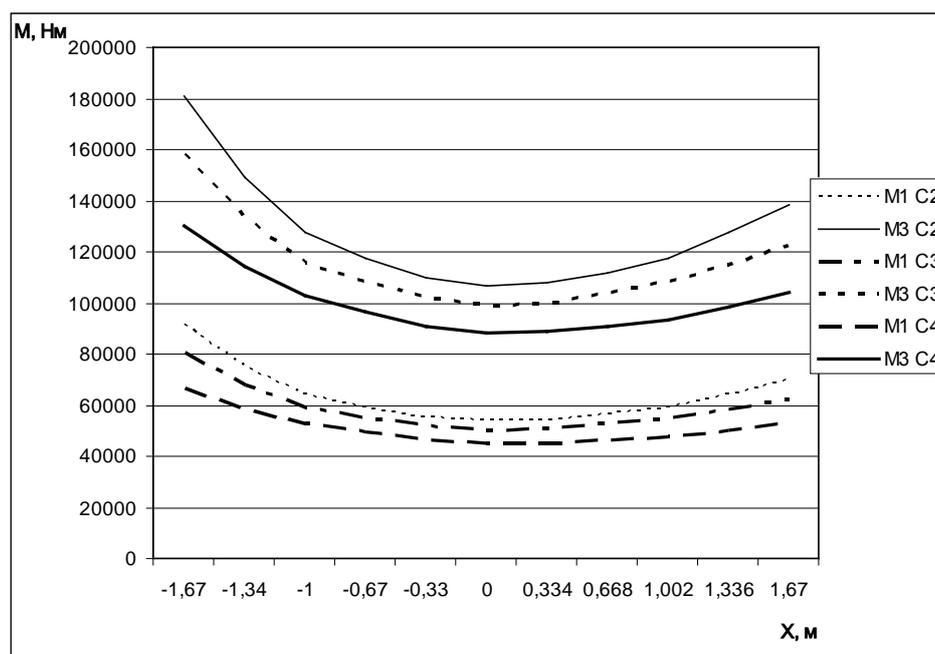


Рис. 1. График зависимости моментов  $M_1$  и  $M_3$  от смещения центра тяжести дерева относительно продольной оси лесопогрузчика (сосна II, III, IV разрядов). Здесь и далее:  $M_1$  – момент, возникающий на технологическом оборудовании;  $M_3$  – момент, возникающий на корпусе лесопогрузчика

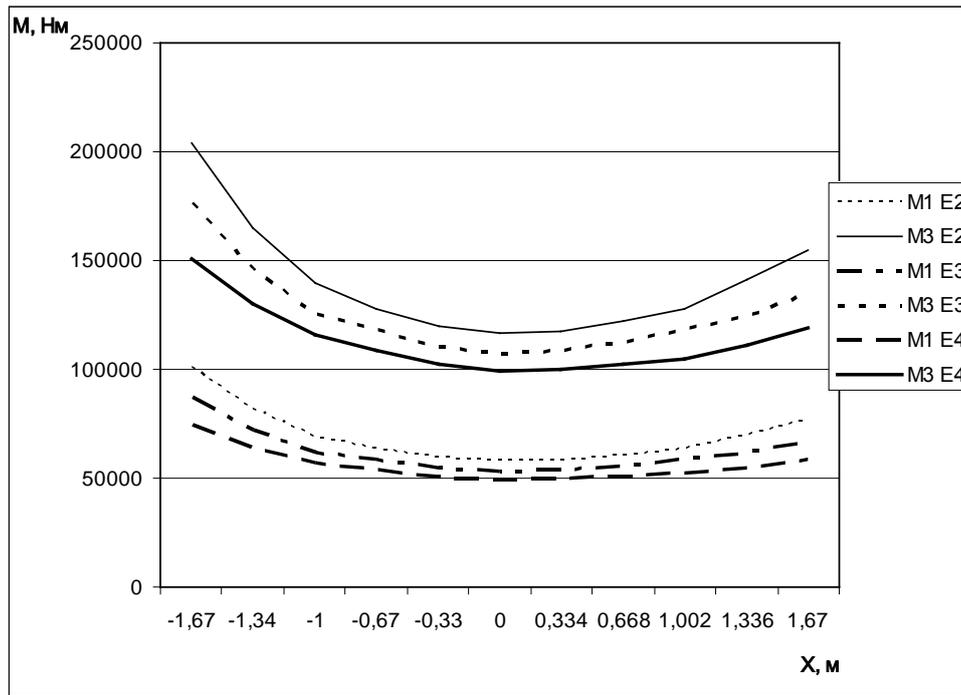


Рис. 2. График зависимости моментов  $M_1$  и  $M_3$  от смещения центра тяжести дерева относительно продольной оси лесопогрузчика (ель II, III, IV разрядов)

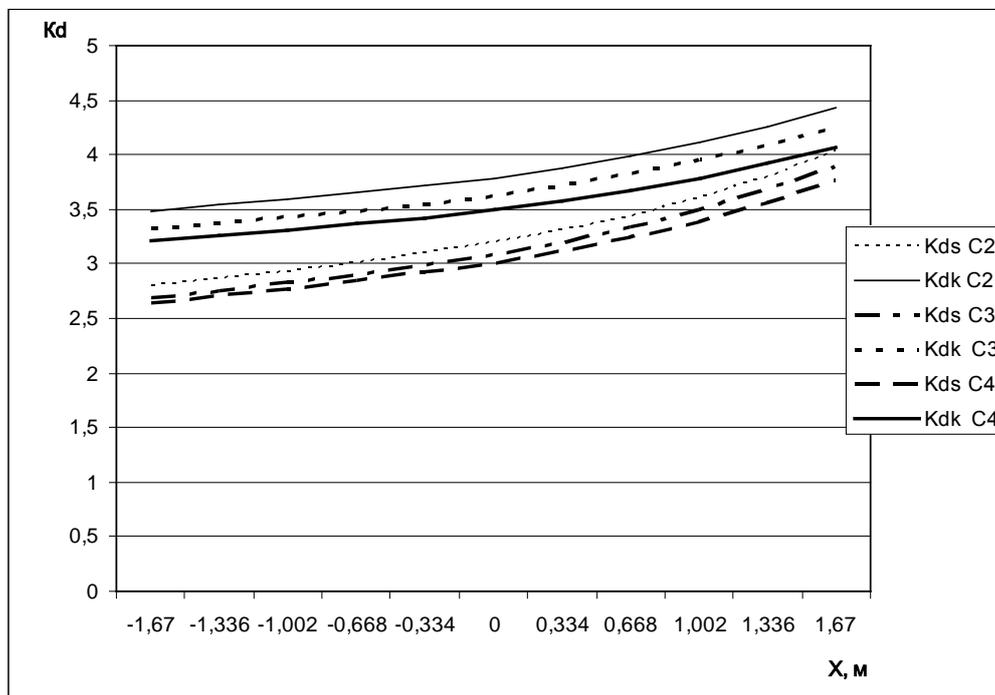


Рис. 3. График зависимости коэффициентов динамичности от смещения центра тяжести дерева в захвате относительно продольной оси лесопогрузчика (сосна II, III, IV разрядов). Здесь и далее:  $Kds$  – коэффициент динамичности технологического оборудования,  $Kdk$  – коэффициент динамичности трактора

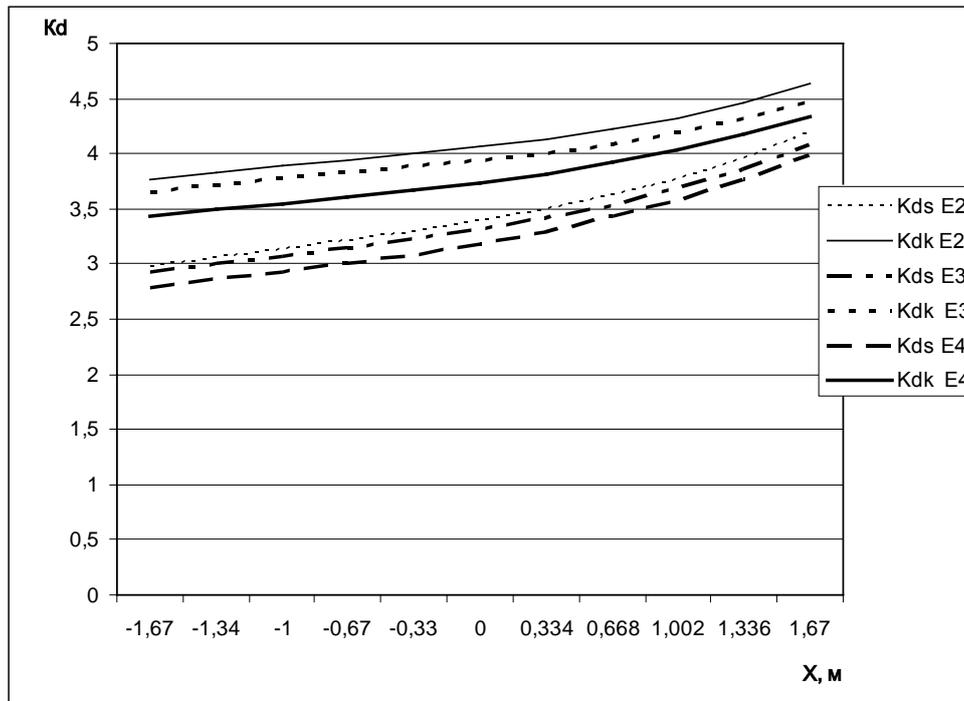


Рис. 4. График зависимости коэффициентов динамичности от смещения центра тяжести дерева в захвате относительно продольной оси лесопогрузчика (ель II, III, IV разрядов)

При изменении скорости движения лесопогрузчика в момент наезда на препятствие одним бортом изменяется ускорение наезжающего борта в вертикальном направлении. Следовательно, динамические нагрузки, возникающие в боковом направлении, также меняют свою величину. Исходя из этого, можно предположить, что при увеличении скорости движения лесопогрузчика в момент наезда последнего на препятствие увеличивается ускорение наезжающего борта в вертикальном направлении, соответственно увеличиваются динамические нагрузки в боковом направлении. На рисунке 5 показана зависимость моментов, возникающих в вертикально-поперечной плоскости, от скорости движения лесопогрузчика.

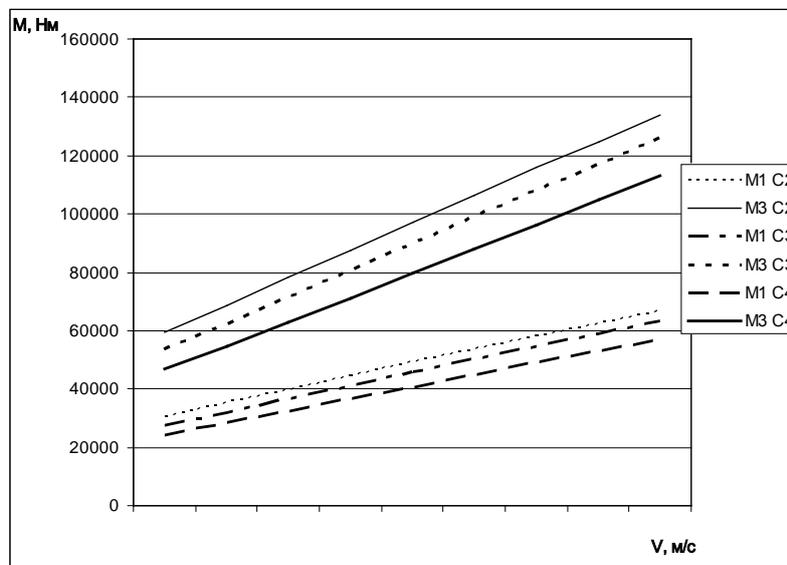
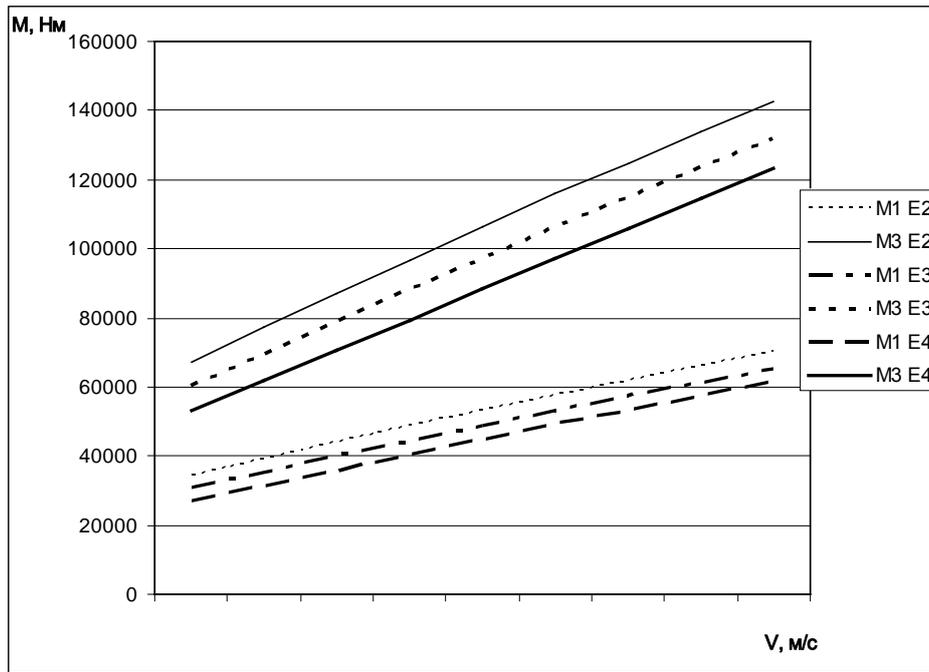


Рис. 5. График зависимости моментов, возникающих в вертикально-поперечной плоскости, от скорости движения лесопогрузчика



Окончание рис. 5

На рисунке 6 изображен график зависимости коэффициентов динамичности технологического оборудования и трактора от скорости движения лесопогрузчика.

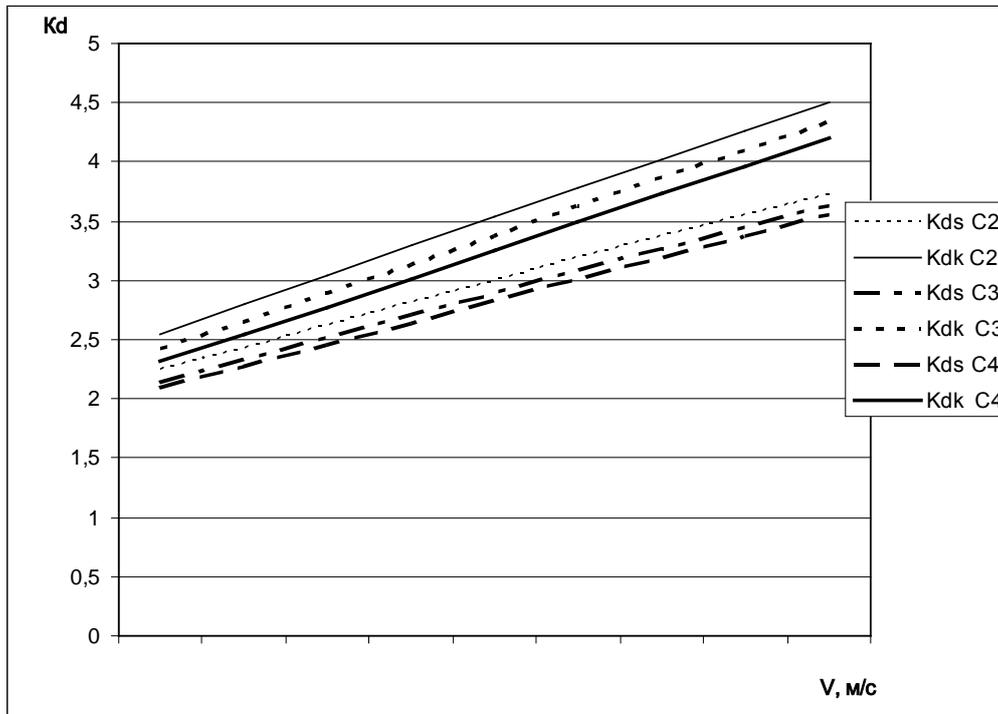
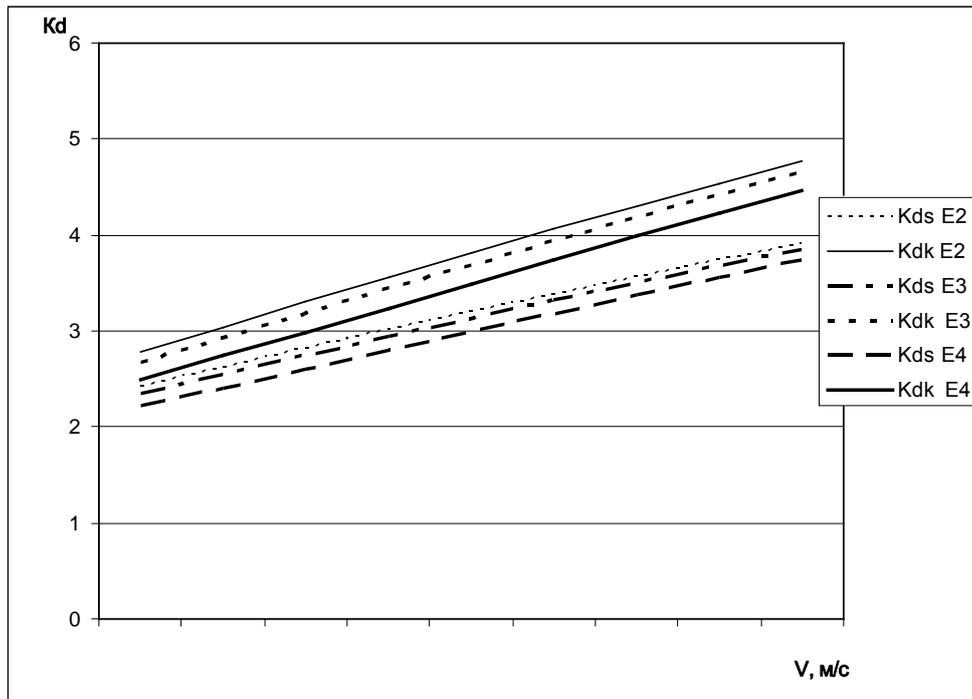


Рис. 6. График зависимости коэффициентов динамичности от скорости движения лесопогрузчика



Окончание рис. 6

При составлении выражений правых частей уравнений для исследования влияния высоты препятствия принимались:  $V = 0,75 \text{ м/с} = \text{const}$ ;  $X = 0 = \text{const}$ . Шаг изменения  $h_{\text{max}}$  принимался  $0,05 \text{ м}$ . Уравнения решались по следующим значениям  $h_{\text{max}}$ :  $0,10$ ;  $0,15$ ;  $0,20$ ;  $0,25$ .

На рисунке 7 показана зависимость моментов, возникающих в вертикально-поперечной плоскости, от высоты препятствия.

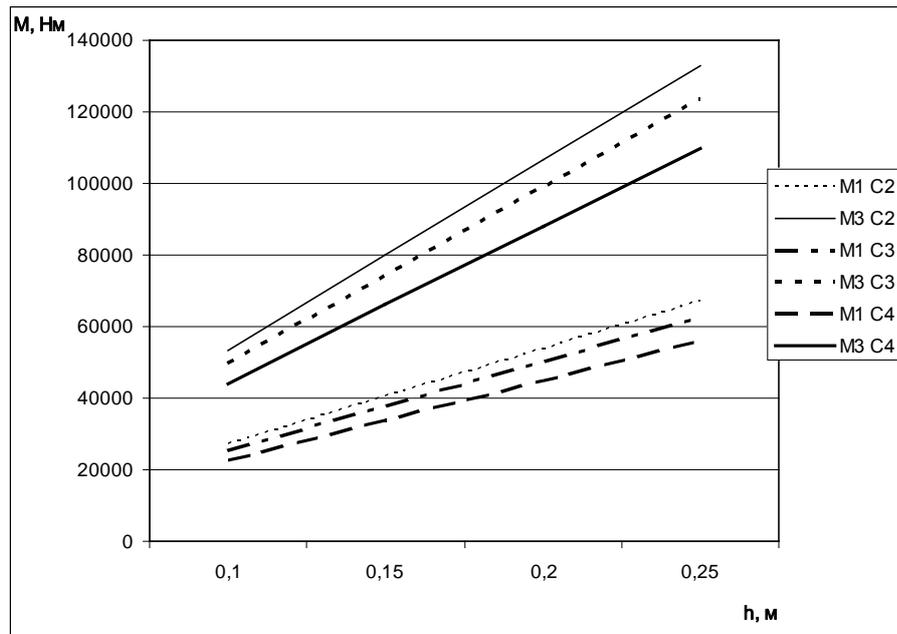
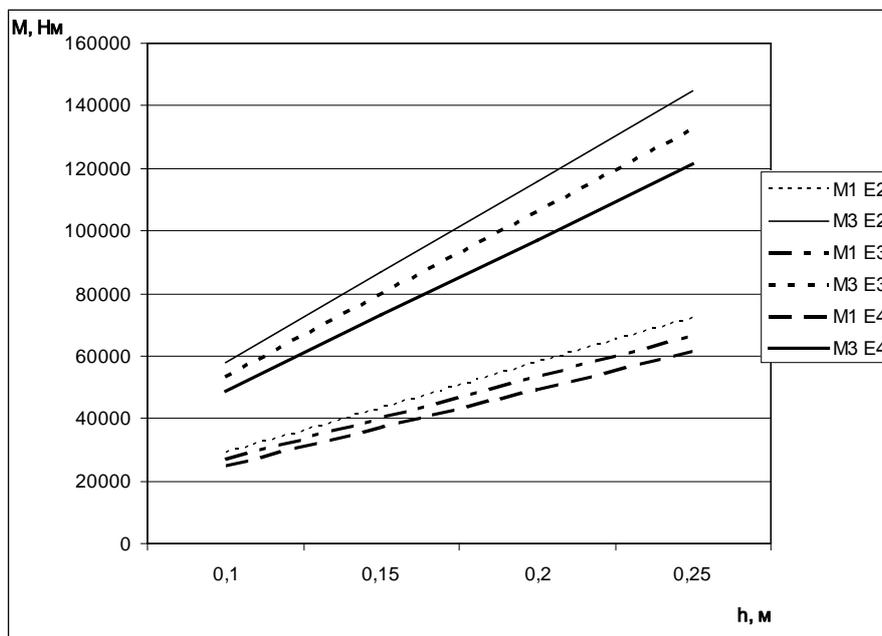


Рис. 7. График зависимости моментов, возникающих в вертикально-поперечной плоскости, от высоты препятствия



Окончание рис. 7

На рисунке 8 изображен график зависимости коэффициентов динамичности технологического оборудования и трактора от высоты препятствия.

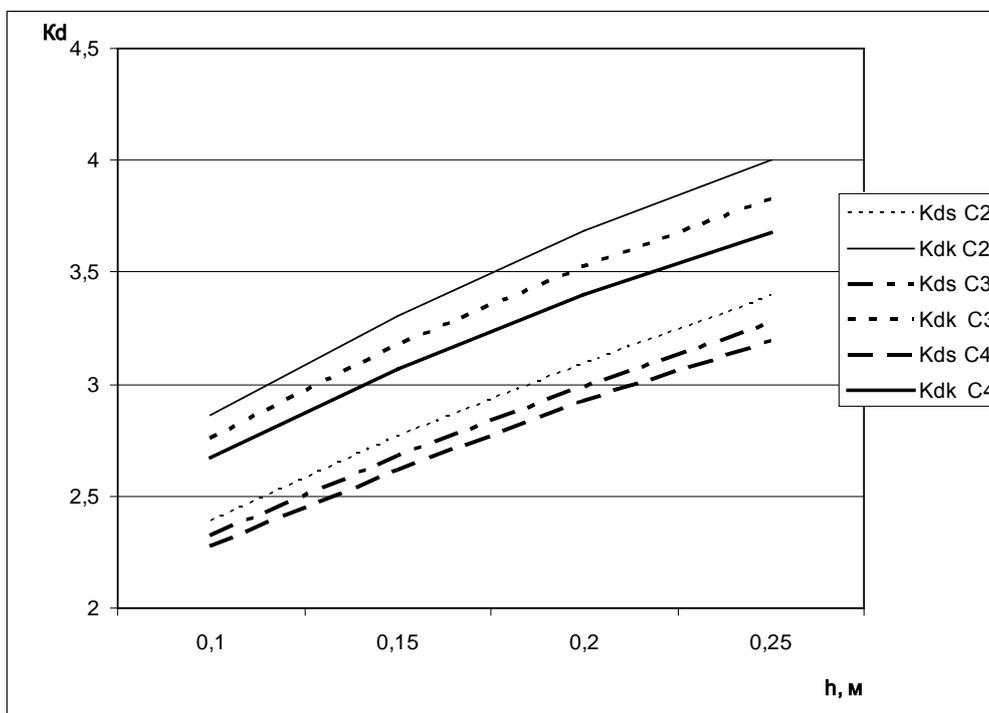
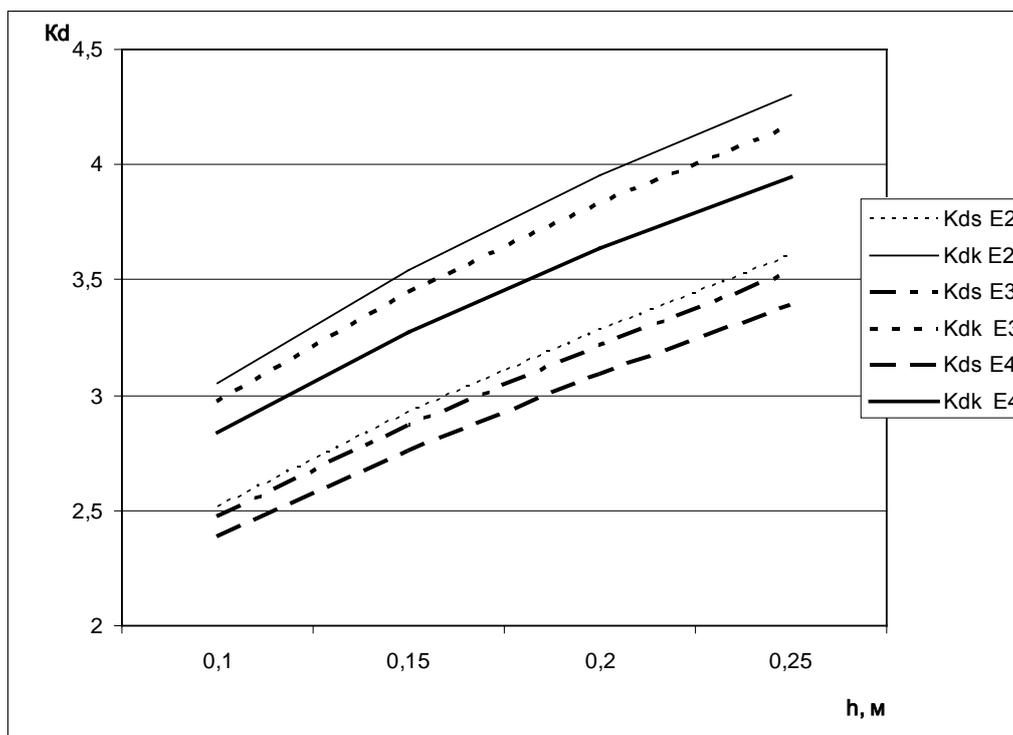


Рис. 8. График зависимости коэффициентов динамичности от высоты препятствия



Окончание рис. 8

**Заключение.** Эксплуатационные параметры  $V$  и  $h_{\max}$  оказывают существенное влияние на величину динамических нагрузок:

- с увеличением  $V$  от 0,50 до 0,90 м/с коэффициенты динамичности нагрузок, действующих на технологическое оборудование, возрастают в 1,66...1,70 раза; нагрузок, действующих на корпус лесопогрузчика, – в 1,72...1,81 раза.

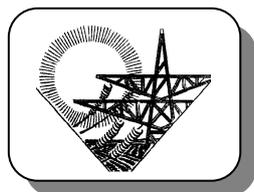
- с увеличением  $h_{\max}$  от 0,10 до 0,25 м коэффициенты динамичности нагрузок, действующих на технологическое оборудование, возрастают в 1,40...1,43 раза; нагрузок, действующих на корпус лесопогрузчика, – в 1,38...1,41 раза.

Смещение центра тяжести дерева относительно продольной оси лесопогрузчика оказывает существенное влияние на динамику боковых нагрузок. При смещении центра тяжести в сторону комлевой части дерева рост динамических нагрузок на элементах конструкции варьируется в пределах 41,3...52,2%, при смещении центра тяжести дерева в сторону вершинной части рост динамических нагрузок на элементах конструкции – в пределах 18,2...27%.

### Литература

1. О размещении грузозахватных органов погрузочных средств на пакетах хлыстов // Лесозэксплуатация и лесосплав: рефератив. информ. – М.: Лесн. пром-сть, 1968.
2. Полетайкин В.Ф. Проектирование лесных машин. Динамика элементов конструкции гусеничных лесопогрузчиков: учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во КГТА, 1997. – 248 с.
3. Виногоров Г.К. К методике обоснования расчетных деревьев при решении лесозэксплуатационных задач // Тр. ЦНИИМЭ. – Химки, 1971. – С. 51–67.





УДК 631.31

В.П. Кочетков, Н.С. Курочкин, Н.В. Цугленок

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

*В статье рассматривается моделирование асинхронного двигателя в двухфазной системе координат. Проведено сравнение динамики асинхронного двигателя, полученной на представленной модели и с помощью стандартного блока Asynchronous Machine в пакете Simulink.*

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, моделирование, электромеханические переходные процессы.

V.P. Kochetkov, N.S. Kurochkin, N.V. Tsuglenok

**RESEARCH OF THE ASYNCHRONOUS ENGINE DYNAMICS**

*The modeling of asynchronous engine in two-phase system of coordinates is considered in the article. The comparison of the asynchronous engine dynamics obtained on the presented model and with the help of the "Asynchronous Machine" standard block in the Simulink package is conducted.*

**Key words:** asynchronous engine, modeling, electromechanical transitional processes.

Традиционно механические характеристики асинхронных двигателей построены по общеизвестной формуле Клосса и соответствуют только статическим режимам, когда момент не превышает момента критического  $M_k$  по паспортным данным, но они существенно отличаются от характеристик реальных, в которых учитываются электромагнитные переходные процессы.

Точное математическое описание явлений, происходящих в асинхронных машинах, сложно и громоздко, поэтому используем следующие общеизвестные допущения:

- отсутствие насыщения магнитной цепи;
- отсутствие гистерезиса;
- синусоидальное распределение в пространстве кривых МДС и магнитных индукций;
- независимость индуктивных сопротивлений рассеяния от положения ротора;
- полная симметрия обмоток статора.

Математическое описание асинхронного короткозамкнутого двигателя, с учётом допущений, представим в виде систем уравнений.

Уравнения напряжений для статорной и роторной цепи соответственно имеют вид:

$$\begin{cases} U_{s1} = \frac{d\psi_{s1}}{dt} + R_{s1} \cdot i_{s1}, \\ U_{s2} = \frac{d\psi_{s2}}{dt} + R_{s2} \cdot i_{s2}, \\ U_{s3} = \frac{d\psi_{s3}}{dt} + R_{s3} \cdot i_{s3}. \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} 0 = \frac{d\psi_{r1}}{dt} + R_{r1} \cdot i_{r1}, \\ 0 = \frac{d\psi_{r2}}{dt} + R_{r2} \cdot i_{r2}, \\ 0 = \frac{d\psi_{r3}}{dt} + R_{r3} \cdot i_{r3}. \end{cases} \quad (2)$$

Потокоцепление обмотки каждой фазы является функцией всех токов статора и ротора. Системы уравнений для потокоцеплений статора и ротора (соответственно индексы «s» и «r») имеют следующий вид:

$$\begin{cases} \psi_{s1} = L_s \cdot i_{1s} + L_{s1,2} \cdot i_{2s} + L_{s1,3} \cdot i_{3s} + L_{1,1} \cdot \cos \varphi \cdot i_{r1} + L_{1,2} \cdot \cos(\varphi + 2 \cdot \alpha) \cdot i_{r2} + L_{1,3} \cdot \cos(\varphi + \alpha) \cdot i_{r3}, \\ \psi_{s2} = L_s \cdot i_{2s} + L_{s2,1} \cdot i_{1s} + L_{s2,3} \cdot i_{3s} + L_{2,1} \cdot \cos(\varphi + \alpha) \cdot i_{r1} + L_{2,2} \cdot \cos \varphi \cdot i_{r2} + L_{2,3} \cdot \cos(\varphi + 2 \cdot \alpha) \cdot i_{r3}, \\ \psi_{s3} = L_s \cdot i_{3s} + L_{s3,1} \cdot i_{1s} + L_{s3,2} \cdot i_{2s} + L_{3,1} \cdot \cos(\varphi + 2 \cdot \alpha) \cdot i_{r1} + L_{3,2} \cdot \cos(\varphi + \alpha) \cdot i_{r2} + L_{3,3} \cdot \cos \varphi \cdot i_{r3}. \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \psi_{r1} = L_r \cdot i_{1r} + L_{r1,2} \cdot i_{2r} + L_{r1,3} \cdot i_{3r} + L_{1,1} \cdot \cos \varphi \cdot i_{s1} + L_{1,2} \cdot \cos(\varphi + 2 \cdot \alpha) \cdot i_{s2} + L_{1,3} \cdot \cos(\varphi + \alpha) \cdot i_{s3}, \\ \psi_{r2} = L_r \cdot i_{2r} + L_{r2,1} \cdot i_{1r} + L_{r2,3} \cdot i_{3r} + L_{2,1} \cdot \cos(\varphi + \alpha) \cdot i_{s1} + L_{2,2} \cdot \cos \varphi \cdot i_{s2} + L_{2,3} \cdot \cos(\varphi + 2 \cdot \alpha) \cdot i_{s3}, \\ \psi_{r3} = L_r \cdot i_{3r} + L_{r3,1} \cdot i_{1r} + L_{r3,2} \cdot i_{2r} + L_{3,1} \cdot \cos(\varphi + 2 \cdot \alpha) \cdot i_{s1} + L_{3,2} \cdot \cos(\varphi + \alpha) \cdot i_{s2} + L_{3,3} \cdot \cos \varphi \cdot i_{s3}. \end{cases} \quad (4)$$

В уравнениях (3) и (4)  $L_s$  и  $L_r$  являются собственными индуктивностями соответствующих обмоток статора и ротора, все остальные – взаимными индуктивностями между соответствующими обмотками статора  $L_{s1,2}$ , ротора  $L_{r1,2}$  и статора и ротора, например,  $L_{1,1}$  – взаимная индуктивность между первой обмоткой статора и первой обмоткой ротора.

В дополнение к системам уравнений (1)–(4) используем основное уравнение динамики электропривода

$$J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} = M - M_c, \quad (5)$$

где  $J_{\Sigma}$ ,  $M$ ,  $M_c$ ,  $\omega$  – соответственно суммарный момент инерции, электромагнитный и статический моменты и угловая скорость двигателя.

Момент электромагнитный может быть выражен через векторные величины потокоцепления  $\Psi_{rx}$  и тока  $I_{rx}$  ротора в координатных осях  $x, y$

$$M = \Psi_{rx} \times I_{rx}. \quad (6)$$

Несмотря на полное и строгое математическое описание, использование уравнений (1)–(6) для исследования машины встречает серьёзные трудности. Перечислим основные:

- в уравнениях (5)–(6) фигурируют векторные величины, а в уравнениях (1)–(4) скалярные;
- количество взаимосвязанных уравнений равно 16, а количество коэффициентов при них – 44;
- коэффициенты взаимной индукции между обмотками статора и ротора в уравнениях (3) и (4) являются функцией угла поворота ротора относительно статора, то есть уравнения (3) и (4) являются уравнениями с переменными коэффициентами;
- уравнение (6) является нелинейным, так как в нём перемножаются переменные.

На пути упрощения математического описания асинхронной машины используем метод пространственного вектора, который позволит существенно упростить и сократить вышеприведенную систему уравнений; метод позволяет связать уравнения (1)–(6) в единую систему с векторными переменными состояниями. Суть метода состоит в том, что мгновенные значения симметричных трёхфазных переменных состояний (напряжения, токи, потокоцепления) можно математически преобразовать так, чтобы они были представлены одним пространственным вектором. Это математическое преобразование имеет вид (например, для тока статора)

$$\vec{i} = \frac{2}{3} (i_A + \vec{a}i_B + \vec{a}^2 i_C), \quad (7)$$

где  $\vec{a} = e^{j\frac{2\pi}{3}}$ ,  $\vec{a}^2 = e^{j\frac{4\pi}{3}}$  – векторы, учитывающие пространственное смещение обмоток;

$i_A = I_m \cos \omega t$ ,  $i_B = I_m \cos \left( \omega t - \frac{2\pi}{3} \right)$ ,  $i_C = I_m \cos \left( \omega t - \frac{4\pi}{3} \right)$  – трехфазная симметричная система токов статора.

Приведем уравнения к безмерным (относительным) величинам. В качестве основных базовых величин выбираются амплитудные номинальные значения фазного напряжения и тока, а также номинальное значение угловой частоты

$$U_{\bar{\sigma}} = \sqrt{2}U_{1H}, \quad I_{\bar{\sigma}} = \sqrt{2}I_{1H}, \quad \omega_{\bar{\sigma}} = \omega_H = 2\pi f_{1H}. \quad (8)$$

На основе (8) определяются базовые значения всех переменных и коэффициентов, входящих в уравнения, а также базового времени

$$R_{\bar{\sigma}} = \frac{U_{\bar{\sigma}}}{I_{\bar{\sigma}}}, \quad L_{\bar{\sigma}} = \frac{U_{\bar{\sigma}}}{\omega_{\bar{\sigma}} I_{\bar{\sigma}}}, \quad \psi_{\bar{\sigma}} = \frac{U_{\bar{\sigma}}}{\omega_{\bar{\sigma}}}, \quad M_{\bar{\sigma}} = \frac{3}{2} p \frac{U_{\bar{\sigma}} I_{\bar{\sigma}}}{\omega_{\bar{\sigma}}}, \quad t_{\bar{\sigma}} = \frac{1}{\omega_{\bar{\sigma}}}. \quad (9)$$

В дальнейшем используются уравнения только в относительных единицах. Обобщенная система уравнений для описания асинхронной машины примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{u}_S = r_S \cdot \bar{i}_S + \frac{d\bar{\psi}_S}{d\tau} + j \cdot \alpha_k \cdot \bar{\psi}_S, \\ \bar{u}_R = r_R \cdot \bar{i}_R + \frac{d\bar{\psi}_R}{d\tau} + j \cdot (\alpha_k - p_n \nu) \cdot \bar{\psi}_R, \\ \bar{\psi}_S = x_S \cdot \bar{i}_S + x_m \cdot \bar{i}_R, \\ \bar{\psi}_R = x_m \cdot \bar{i}_S + x_R \cdot \bar{i}_R, \\ \mu = k \cdot \text{Mod} \left( \bar{\psi}_i \times \bar{i}_k \right), \\ J_{\mu} \frac{d\nu}{d\tau} = \mu - \mu_c. \end{array} \right. \quad (10)$$

В этих уравнениях все переменные относительные, полученные как результат деления реальных значений на базовые, все коэффициенты также безразмерные, полученные аналогично. Переменные и параметры в относительных единицах:

$$\bar{u} = \frac{\bar{u}}{U_{\bar{\sigma}}}, \quad \bar{i} = \frac{\bar{i}}{I_{\bar{\sigma}}}, \quad \bar{\psi} = \frac{\bar{\psi}}{\psi_{\bar{\sigma}}} \quad \text{– относительные электромагнитные переменные состояния};$$

$$\alpha_k = \frac{\omega_k}{\omega_{\bar{\sigma}}}, \quad \nu = \frac{\omega}{\omega_{\bar{\sigma}}} \quad \text{– относительная частота статора и относительная скорость ротора соответственно};$$

$$\mu = \frac{M}{M_b} \quad \text{– относительный момент на валу машины};$$

$$r_S = \frac{R_S}{R_\sigma}, \quad r_R = \frac{R_R}{R_\sigma}, \quad x_S = \frac{\omega_\sigma L_S}{R_\sigma}, \quad x_R = \frac{\omega_\sigma L_R}{R_\sigma}, \quad x_m = \frac{\omega_\sigma L_m}{R_\sigma}, \quad J_\mu = \frac{\omega_\sigma^2 J_\Sigma}{M_\sigma} \quad - \text{параметры}$$

двигателя в относительных единицах.

В уравнениях (10) время принято безразмерным  $\tau = \frac{t}{t_\sigma} = \omega_\sigma t$ , то есть единицей измерения време-

ни является не секунда, а  $t_\sigma = \frac{1}{\omega_\sigma}$ . Следует заметить, что введение относительных величин существенно

сокращает время моделирования и позволяет устранить многие проблемы при моделировании.

Для динамических систем необходимо учитывать переходные электромагнитные процессы в машине. В этом случае в качестве пары переменных, описывающих машину, оставим пространственные векторы тока статора и потокосцепления ротора ( $\vec{i}_S, \vec{\psi}_R$ ), тогда уравнения (10) после преобразования примут вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{u}_S = r \cdot \vec{i}_S + x_S \cdot \frac{d\vec{i}_S}{d\tau} + j \cdot \alpha_k \cdot x_S \cdot \vec{i}_S - \frac{k_R}{T_R} \cdot \vec{\psi}_R + j \cdot k_R \cdot p_n \cdot v \cdot \vec{\psi}_R, \\ 0 = -k_R \cdot r_R \cdot \vec{i}_S + \frac{1}{T_R} \cdot \vec{\psi}_R + \frac{d\vec{\psi}_R}{d\tau} + j \cdot (\alpha_k - p_n \cdot v) \cdot \vec{\psi}_R, \\ \mu = k \cdot \text{Mod}(\vec{i}_S \times \vec{\psi}_R), \\ J_\mu \cdot \frac{dv}{d\tau} = \mu - \mu_c. \end{array} \right. \quad (11)$$

где  $r = (r_S + k_R^2 r_S)$ ,  $x_S' = \left( x_S - \frac{x_m^2}{x_R} \right)$ ,  $k_R = \frac{x_m}{x_R}$ ,  $T_R = \frac{x_R}{r_R}$  – безразмерные коэффициенты.

В неподвижной комплексной системе координат ( $\omega_k = 0$ ,  $\alpha_k = 0$ ) вещественная ось обозначается через  $\alpha$ , а мнимая через  $\beta$ . Пространственные векторы в этом случае раскладываются по осям  $\vec{u}_S = u_{S\alpha} + j u_{S\beta}$ ,  $\vec{i}_S = i_{S\alpha} + j \cdot i_{S\beta}$ ,  $\vec{u}_R = \psi_{R\alpha} + j \cdot \psi_{R\beta}$ ,  $\vec{i}_R = i_{R\alpha} + j \cdot i_{R\beta}$ .

Система уравнений (11) в операторной форме примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{S\alpha} = r \cdot (1 + T_S \cdot p) \cdot i_{S\alpha} - \frac{k_R}{T_R} \cdot \psi_{r\alpha} - k_R \cdot p_n \cdot v \cdot \psi_{R\beta}, \\ u_{S\beta} = r \cdot (1 + T_S \cdot p) \cdot i_{S\beta} - \frac{k_R}{T_R} \cdot \psi_{r\beta} - k_R \cdot p_n \cdot v \cdot \psi_{R\alpha}, \\ 0 = -k_R \cdot r_R \cdot i_{S\alpha} + \frac{1}{T_R} \cdot (1 + T_R \cdot p) \cdot \psi_{R\alpha} + p_n \cdot v \cdot \psi_{R\beta}, \\ 0 = -k_R \cdot r_R \cdot i_{S\beta} + \frac{1}{T_R} \cdot (1 + T_R \cdot p) \cdot \psi_{R\beta} + p_n \cdot v \cdot \psi_{R\alpha}, \\ \mu = k_r \cdot (\psi_{R\alpha} \cdot i_{S\beta} - \psi_{R\beta} \cdot i_{S\alpha}), \\ \bar{J}_\mu \cdot p \cdot v = \mu - \mu_c, \end{array} \right. \quad (12)$$

где  $T_S = \frac{x'_S}{r}$ .

Для моделирования выберем асинхронный двигатель со следующими паспортными данными и параметрами:

$P_n = 14$  кВт,  $U_{1H} = 220$  В,  $I_{1H} = 27,5$  А,  $f_{1H} = 50$  Гц,  $p_n = 1$ ,  $R_s = 0,219$  Ом,  $R_r = 0,211$  Ом,  $L_s = L_r = 0,094$  Гн,  $L_m = 0,092$  Гн,  $J = 0,09$  кг·м<sup>2</sup>.

Значения безразмерных коэффициентов в уравнениях (12), рассчитанные по выражениям, приведенным выше, помещены в таблицу.

$r$	$T_S$	$K_R$	$T_R$	$r_R$	$J_\mu$
0,052732	2,950816	0,978723	139,8863	0,026421	153,2941

Модель АКЗ, построенная по уравнениям (12), представлена на рисунке 1.

На вход модели в момент времени  $\tau = 0$  подаются напряжения  $u_{S\alpha} = \cos \tau$ ,  $u_{S\beta} = \sin \tau$  ( $\alpha_k = 1$ ), тем самым реализуя прямой пуск.

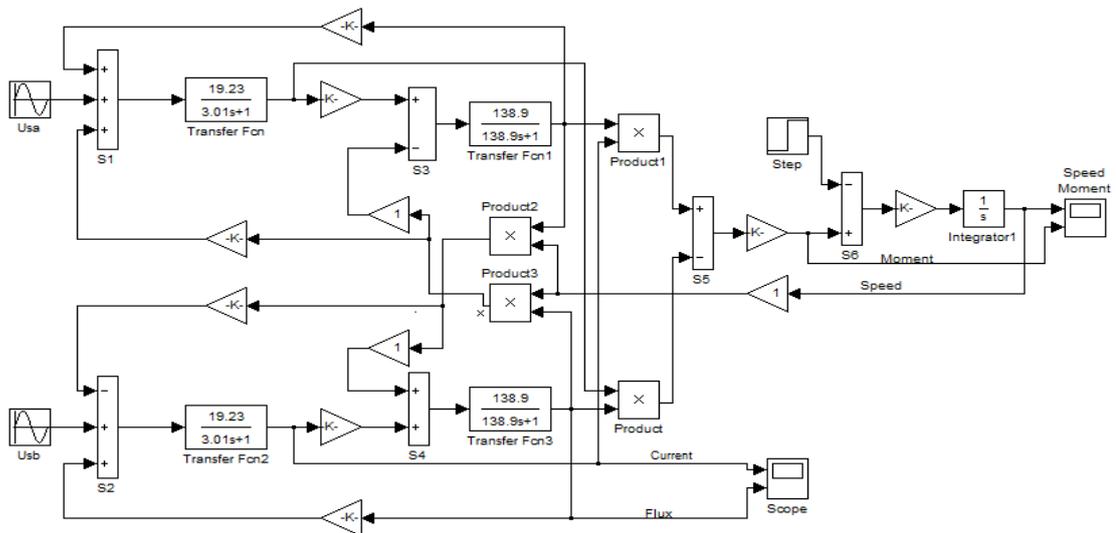


Рис. 1. Модель асинхронного короткозамкнутого двигателя

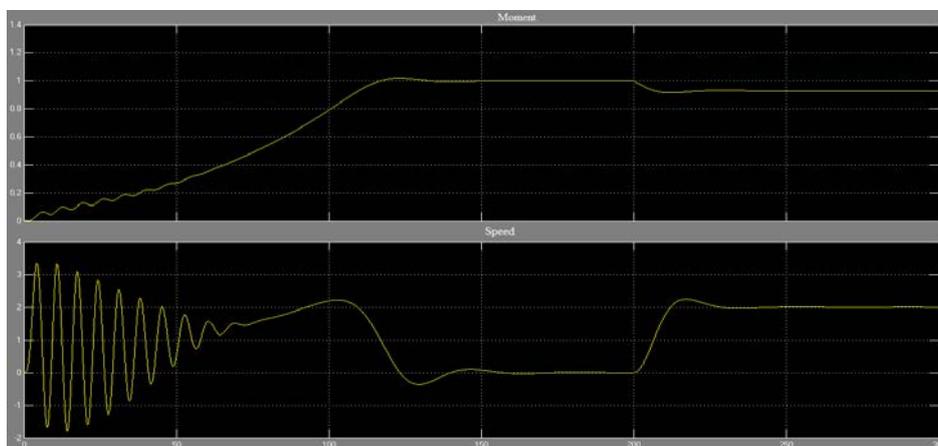


Рис. 2. Результаты моделирования асинхронного короткозамкнутого двигателя в пакете Simulink

Осциллографы измеряют относительные значения электромагнитного момента и скорости. Результаты моделирования представлены на рисунке 2. Они показывают, что при прямом пуске вначале наблюдаются значительные колебания момента. Такие же колебания наблюдаются в токе и скорости. Кроме того, они показывают, что при приложении момента нагрузки наблюдается уменьшение скорости.

Сравним полученную нами модель со стандартным блоком пакета Simulink Asynchronous Machine (рис. 3). Осциллограммы переходных процессов при пуске и набросе нагрузки, полученные на модели рисунка 3, представлены на рисунке 4.

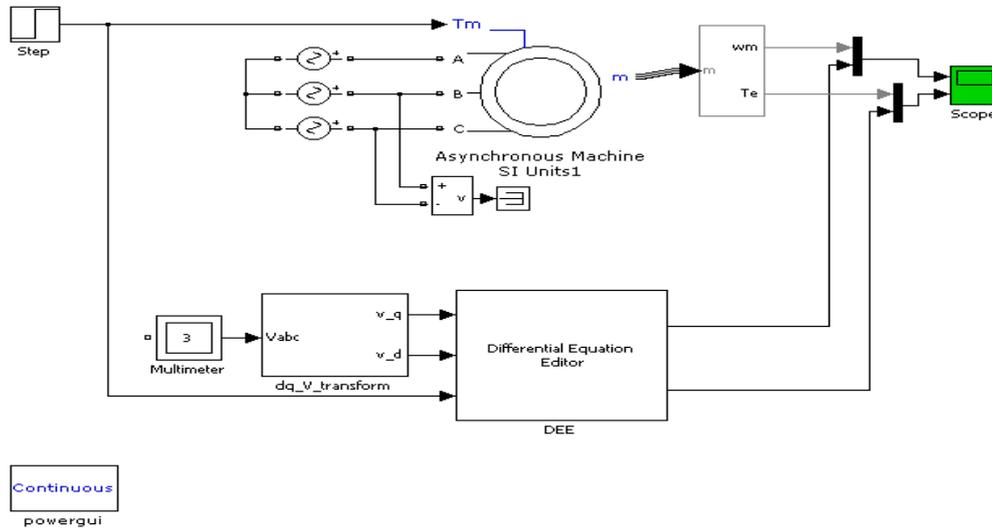


Рис.3. Модель со стандартным блоком пакета Simulink

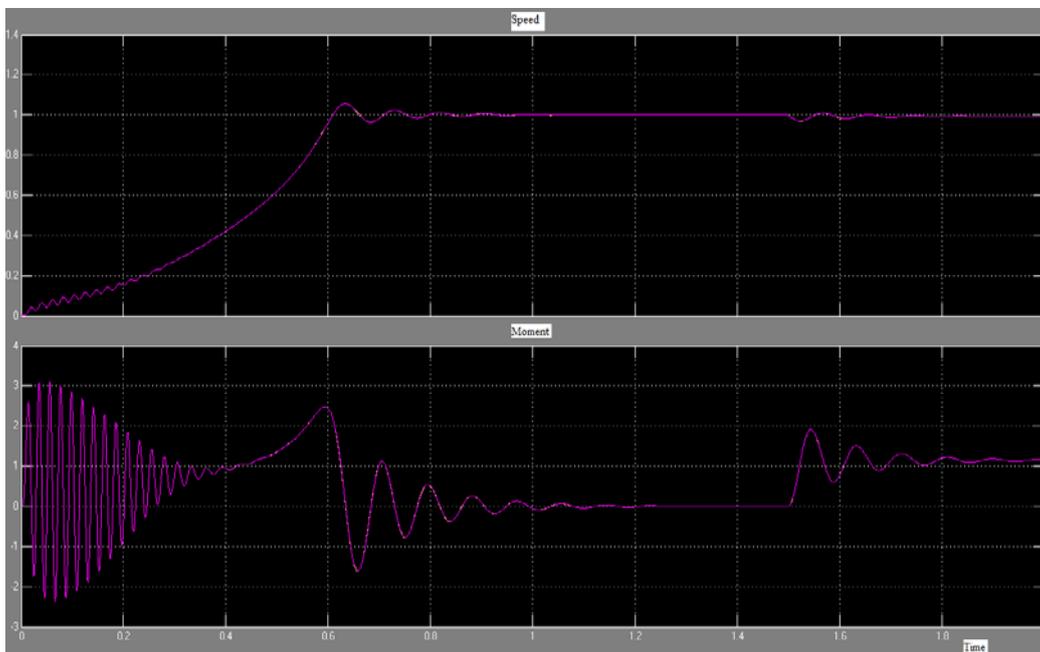


Рис. 4. Результаты моделирования

По полученным данным делаем вывод, что созданная нами модель и стандартный блок Asynchronous Machine в пакете Simulink полностью дают идентичные переходные процессы.

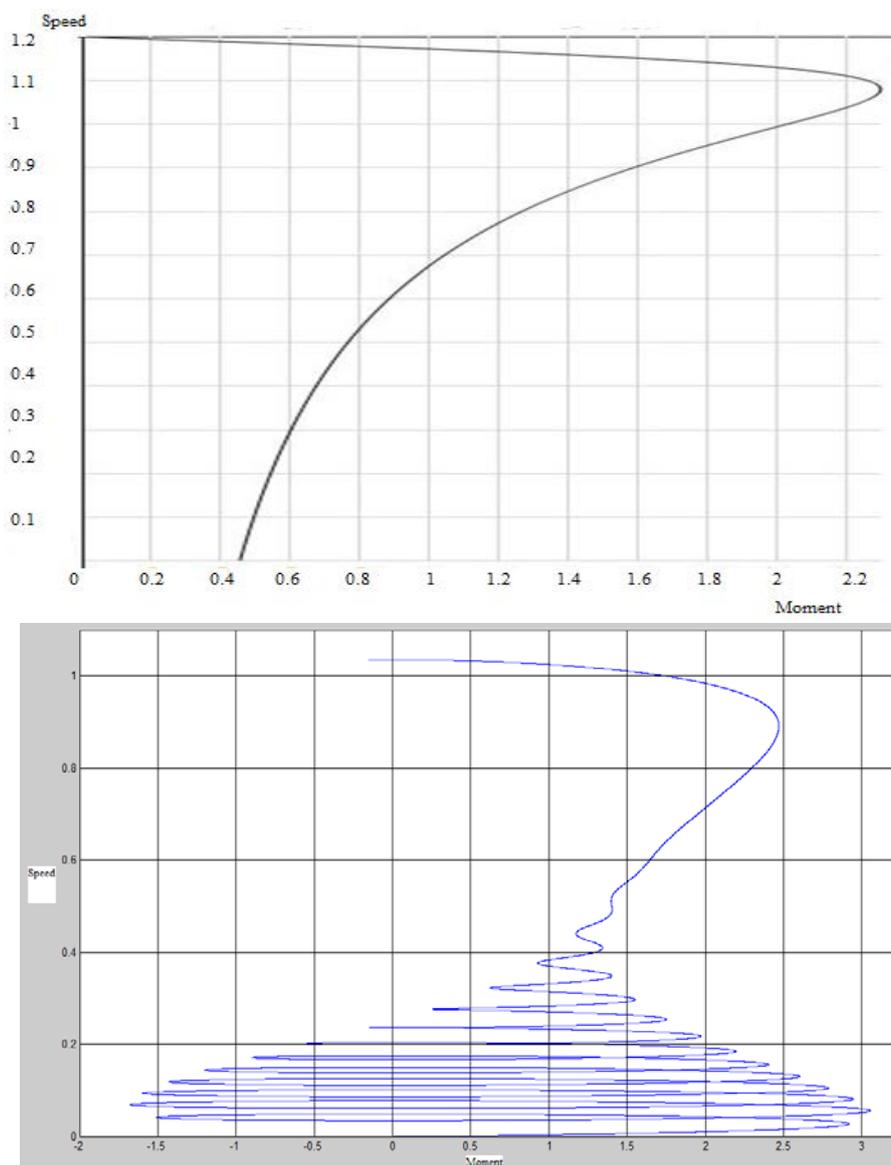


Рис. 5. Статические и динамические механические характеристики асинхронного двигателя

Как следует из осциллограмм, при пуске электромагнитный момент представляет пульсирующий характер, причём броски значительно превышают критический момент  $M_k$ . Таким образом, с целью увеличения надёжности при проектировании электроприводов переменного тока, даже если не требуется регулирование скорости, необходимо учитывать, что электромагнитные моменты в пуско-тормозных режимах не только превышают критические значения, но и имеют пульсирующий характер, что может привести к выходу из строя двигателя.

### Литература

1. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем. – СПб.: КОРОНА-принт, 2001. – 320 с.
2. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. – Л.: Энергия, 1980.





## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ

УДК 634.723.1

Н.А. Величко

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСТЯНИКИ КАМЕНИСТОЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

*Исследован химический состав плодов костяники каменистой. Установлено высокое содержание ценных биологически активных веществ. Разработана рецептура крепкоалкогольного напитка – водки «Костянка». Определены физико-химические и органолептические показатели напитка.*

**Ключевые слова:** костяника каменистая, химический состав, биологически активные вещества, водка, рецептура.

N.A. Velichko

### THE STONE BRAKE USE IN THE ALCOHOLIC BEVERAGE PRODUCTION

*The chemical composition of the stone brake fruit is studied. The high content of valuable biologically active substances is determined. The formulation for strong-alcohol beverage – vodka «Kostyanka» is developed. The beverage physical, chemical and organoleptic properties are defined.*

**Key words:** stone brake, chemical composition, biologically active substances, vodka, formulation.

В настоящее время при выработке ликероводочной продукции широко используют натуральные растительные экстракты. Для их получения ежегодно перерабатывают более 10 000 т растительного сырья. Известно, что дикорастущие плоды, ягоды и травянистые растения – это богатый источник витаминов, минеральных веществ, каротиноидов, фенольных соединений, ферментов, многие из которых являются антиоксидантами. Благодаря наличию перечисленных групп соединений дикорастущие улучшают пищеварение, сердечно-сосудистую деятельность, нервно-эмоциональное состояние человека, поэтому многие незаменимы в питании. Дикорастущие плоды и ягоды, по сравнению с культурными, содержат больше биологически активных веществ, а потому пищевая ценность их выше. А если учесть, что все то богатство природы растет без затрат человеческого труда, то максимальное использование местных природных ресурсов имеет исключительно важное значение. Пищевая и лечебно-диетическая ценность плодов и ягод известна человеку еще с древности. При этом ценность плодов и ягод определяется не только и не столько приятным вкусом и ароматом, а главным образом теми биологическими активными веществами, благодаря содержанию которых они обладают лечебными свойствами.

На огромных площадях Сибири произрастает более 50 видов дикорастущих плодов и ягод, применяемых в научной и народной медицине или как плодово-ягодное сырье для пищевой промышленности. Для получения урожая дикорастущих пищевых растений не требуется затрат человеческого труда. Природа позаботилась о различных продуктах питания – от пряных и ароматических до овощных и хлебных – и подарила их человеку. Дикорастущие растения с древних времен были и продолжают оставаться неисчерпаемым источником пищевых продуктов.

Костяника каменистая (*Rubus saxatilis L.*) – небольшое многолетнее травянистое растение высотой до 30 см из семейства розоцветных, с длинными распростертыми по земле побегами длиной до 1,5 м, укореняющимися к осени. Стебель прямой с жесткими волокнами. Листья тройчатые, шероховатые, с жесткими волосками, на длинных черешках. Прилистники свободные, яйцевидно-ланцетные. Цветки белые, небольшие, обоеполые, собраны на верхушке стебля в 3–10 щитковидных или зонтиковидных соцветиях. Плод – сравнительно крупная, сборная костяника ярко-красного или оранжево-красного цвета, состоит обычно из 4 плодиков, внутри каждого имеется крупная косточка. Ягоды сочные, кисловатые, напоминают по вкусу гранат. Цветет в мае – июне, плоды созревают в июле – августе. Костяника распространена в хвойных и лиственных лесах в центральных областях европейской части страны, в Западной и Восточной Сибири, на Кавказе [1]. Хотя костяника не причислена к официальным лекарственным растениям и ее химический состав недостаточно изучен, тем не менее, свойства костяники хорошо известны клинической медицине. Сок из плодов оказывает губительное действие на возбудителей трихомониаза и балантидиоза. Костяника способна стимули-

ровать детоксикацию организма, выводить избыток солей и влиять на обменные процессы. При атеросклерозе также обосновано употребление костяники, так как она может укреплять стенки артерии, препятствовать образованию атеросклеротических наложений на них, снижать уровень свободного холестерина. Разнообразие витаминов и микроэлементов в этой ягоде позволяет назначать ее в свежем и переработанном виде при анемии, гиповитаминозах, в периоды реконвалесценции, причем как взрослым, так и детям. Употребление костяники весьма желательно и полезно при малокровии и простудных заболеваниях. Установлено, что сок костяники каменистой оказывает протистоцидное действие. В народной медицине отвар листьев и стеблей применяют при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, опухолях, подагре, воспалении суставов и как противочинготное средство. В Сибири настои из листьев используют как болеутоляющее, сердечное средство, при мигрени, перхоти, для укрепления волос и в качестве седативного средства. Ягоды можно подавать в сахаре или со сливками, с молоком и медом, в виде соуса и сухой приправы, костяничной водицы и кофейного напитка. Из костяники делают уксус и вино, сложный чай, ее сушат, употребляют ягоду свежей. Из костяники можно приготовить квасы и морсы, кисели и компоты, варенье и желе, сиропы и соки, муссы и приправы. Для длительного хранения ягоды засыпают сахаром. Химический состав плодов костяники каменистой изучен недостаточно. Согласно литературным данным [2], в плодах костяники содержатся углеводы, органические кислоты, пектиновые и дубильные вещества – 1,5 %, до 44 мг% витамина С, более 1000 мг% флавоноидов, токоферол, сахар (глюкоза и фруктоза 5–7 %), жир, фитонциды, белки 0,003 г, углеводы 10,0 г, крахмал 0,03 г, пищевые волокна 0,009 г, зола 0,5 г. В надземной части – алкалоиды, флавоноиды, дубильные вещества, рутин, аскорбиновая кислота (150 мг %), лимонная (1–2 %), яблочная кислоты, марганец 0,88 %, медь, молибден 0,03–0,045 %, железо 51,4–83,4 %, кобальт 0,03–0,046 %, алюминий 0,26 %, кремний 0,04 %. Таким образом, костяника каменистая содержит ряд ценных биологически активных компонентов. Наибольшее содержание биологически активных веществ отмечается в июне и августе.

**Цель работы.** Исследование возможности применения дикорастущей ягоды костяники каменистой в производстве алкогольных напитков.

**Задачи исследования:**

- исследовать химический состав костяники каменистой;
- разработать рецептуру крепкоалкогольного напитка;
- определить физико-химические и органолептические показатели полученного напитка.

Плоды костяники каменистой были собраны в Минусинском районе Красноярского края в период зрелости (август). Проведено исследование химического состава плодов костяники каменистой по методикам, принятым в биохимии растений [3].

В таблице 1 приведено содержание биологически активных веществ в плодах костяники каменистой.

Таблица 1

**Содержание биологически активных веществ в плодах костяники каменистой**

Компонент	Содержание
Флавоноиды, %	0,83
Каротиноиды, мг%	35
Аскорбиновая кислота, мг%	78
Токоферол, мг%	29

В плодах костяники каменистой обнаружено высокое содержание ценных биологически активных веществ, таких как флавоноиды, аскорбиновая кислота.

Разработана рецептура крепкого алкогольного напитка (водки) с использованием ягод костяники каменистой. В таблице 2 приведен расход ингредиентов для приготовления водки «Костянка».

Таблица 2

**Расход ингредиентов на 100 мл водки «Костянка»**

Компонент	Количество
Ароматный спирт костяники каменистой, мл	0,15
Янтарная кислота, мг	0,02
Спирт этиловый ректификованный «Люкс» и вода	По расчету на крепость купажа 40%
Мед, мг	0,35

В таблице 3 приведены физико-химические и органолептические показатели водки «Костянка».

Таблица 3

**Физико-химические показатели и органолептические показатели водки «Костянка»**

Наименование	Показатель
Крепость	40 об. %
Цвет	Бесцветный
Вкус	Чистый, с характерным водочным вкусом
Аромат	Мягкий аромат костяники с уловимыми ягодными и медовыми нотами

На основании полученных результатов установлено, что в плодах костяники каменистой содержится комплекс ценных биологически активных веществ. Разработана рецептура крепкого алкогольного напитка (водки) с использованием плодов костяники каменистой. Определены его физико-химические и органолептические показатели.

**Литература**

1. *Rubus saxatilis L.* – Костяника / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков [и др.] // Иллюстрированный определитель растений Средней России. – М.: Т-во науч.изд. КМК, Ин-т технол. исследований. – 2003. – Т.2.– С.408
2. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. – Новосибирск: Наука, 1991. – 431с.
3. Гринкевич Н.И. Химический состав лекарственных растений. – М.: Высш. шк., 1989. – 176 с.



УДК 635.0.813

Е.В. Матвеевко, Е.Н. Аёшина, Н.А. Величко

**СОСТАВ НАСТОЕВ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА СИБИРСКОГО**

*Исследован состав биологически активных веществ водных настоев древесной зелени можжевельника сибирского в зависимости от продолжительности настаивания.*

**Ключевые слова:** можжевельник сибирский, древесная зелень, настой, биологически активные вещества.

E.V. Matveenko, E.N. Aeshina, N.A. Velichko

**THE INFUSION COMPOSITION OF SIBERIAN JUNIPER ARBOREAL GREENERY**

*The composition of biologically active substances of the arboreal greenery water infusions of Siberian juniper (*Juniperus sibirica B.*) depending on infusion duration is researched.*

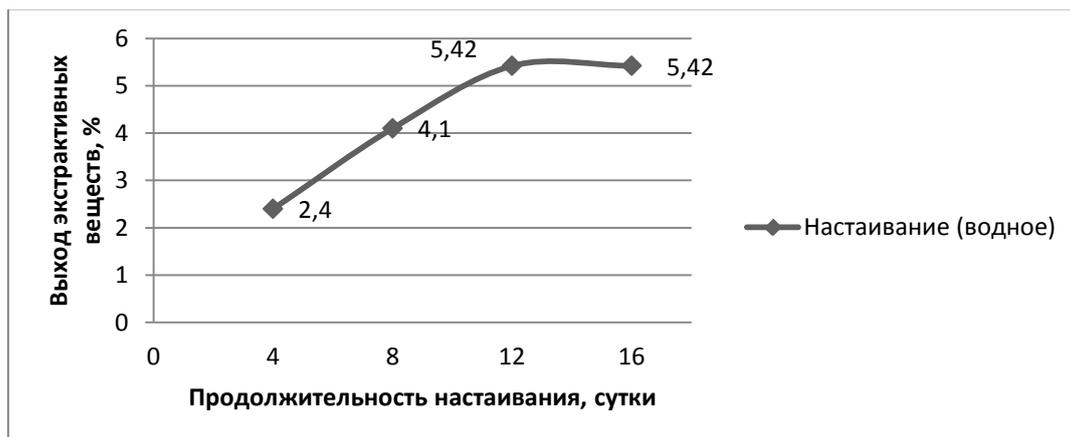
**Key words:** Siberian juniper (*Juniperus sibirica B.*), arboreal greenery, infusion, biologically active substances.

**Введение.** В древесной зелени хвойных растений содержатся ценные биологически активные вещества – хлорофиллы, витамины, фитонциды, которые жизненно необходимы человеку и животным. Можжевельник сибирский (*Juniperus sibirica B.*) – хвойное лекарственное растение, используемое в народной медицине в виде отваров, настоев и вытяжек. Можжевельник сибирский является дикопрорастающим и недостаточно изученным растением по сравнению с часто используемым можжевельником обыкновенным. Экстракты и настои из древесной зелени можжевельника обыкновенного применяются в медицине,

парфюмерной и пищевой промышленности. Прослеживается четкая тенденция применения естественных биологически активных веществ в разнообразных сферах производства. Извлечение этих веществ несомненно может стать резервом роста эффективности развития биохимических производств [1,2].

**Цель исследования.** Изучение выхода биологически активных веществ из древесной зелени можжевельника сибирского в зависимости от продолжительности настаивания.

**Экспериментальная часть.** Исходным сырьем была свежая древесная зелень *Juniperus sibirica* B., произрастающего в Партизанском районе на территории Красноярского края. Проба, собранная с 10–20 кустарников, усреднялась методом квартования. Настаивание измельченного растительного сырья проводилось дистиллированной водой в течение 16 суток при комнатной температуре. Содержание биологически активных веществ в настое определяли по методикам, принятым в химии и биохимии растений [3,4]. Выход экстрактивных веществ из древесной зелени *Juniperus sibirica* B. в зависимости от продолжительности настаивания представлен на рисунке.



Выход экстрактивных веществ от продолжительности настаивания

Из рисунка видно, что к 12-м суткам настаивания наблюдался наибольший выход экстрактивных веществ (5,40 % от а.с.м.). Дальнейшее увеличение продолжительности настаивания не приводило к повышению выхода экстрактивных веществ.

Содержание некоторых биологически активных веществ в водном настое можжевельника сибирского представлено в таблице.

#### Содержание биологически активных веществ в настое *Juniperus sibirica* B.

Наименование	Содержание, мг% от а.с.м.
Витамин С	162,89±2
Витамин Р	6,90±2
Хлорофилл А	0,76±0,1
Хлорофилл В	1,54±0,1
Каротин	0,61±0,1
Флавоноиды	181,04±0,1

Из полученных результатов видно, что количество витамина С в настое из древесной зелени можжевельника сибирского составило 162,89 мг%, что значительно ниже, чем содержание витамина С в водно-спиртовых экстрактах [5].

Таким образом, в результате исследования было установлено, что настоей древесной зелени можжевельника сибирского обладает функциональным количеством биологически активных веществ и может использоваться как лекарственный препарат и в различных технологиях пищевых продуктов.

**Выводы.** Установлено, что при извлечении экстрактивных веществ из древесной зелени можжевельника сибирского методом водного настаивания за 12 суток извлекается 5,40 % экстрактивных веществ, при дальнейшем увеличении продолжительности настаивания их количество не изменяется. В водном настое определено содержание биологически активных веществ: витаминов С и Р, каротина, флавоноидов, хлоро-

филлов А и В. Полученный настой можжевельника сибирского можно рекомендовать для производства хвойной воды, лекарственных препаратов, в различные рецептуры пищевых продуктов.

### Литература

1. Ковернинский И.Н. Комплексная химическая переработка древесины. – Архангельск, 2003. – 246 с.
2. Гринкевич Н.И., Баландина И.А. Лекарственные растения. – М.: Высш. шк., 1991. – 398 с.
3. ГОСТ 24027.2–80 Сырье лекарственное растительное. – М., 1980. – С. 284–294.
4. Ушанова В.М., Лебедева О.И., Девятловская А.М. Основы научных исследований. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2004. – 335 с.
5. Матвеевко Е.В., Аёшина Е.Н. Исследования экстрактивных веществ *Juniperus sibirica* В. // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2012. – Т. 1. – С. 276–277.



УДК 637.52

Е.В. Махачева, П.Е. Влощинский

### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЯХ

В статье приведены результаты исследований физико-химических показателей полуфабрикатов и кулинарных рубленых изделий на основе куриного мяса, приготовленных по технологии охлажденных блюд, и изменение этих показателей в процессе холодильного хранения. Определены кислотные и перекисные числа, активная кислотность, содержание жира и сухих веществ в полуфабрикатах, охлажденных и регенерированных изделиях.

**Ключевые слова:** рубленые изделия, физико-химические показатели, кислотное число, перекисное число, активная кислотность, содержание жира, содержание сухих веществ, технология охлажденных блюд, холодильное хранение.

E.V. Makhacheva, P.E. Vloschinskiy

### PHYSICAL AND CHEMICAL CHANGES IN MULTICOMPONENT CHOPPED MEAT PRODUCTS

The research results of physical and chemical indices of semi-finished and culinary chopped products based on minced chicken, cooked according to chilled food technology, and changes in these parameters during refrigeratory storage are given in the article. The acid and peroxide values, the active acidity, the fat and dry substance content in semi-finished, cooled and regenerated products are determined.

**Key words:** chopped products, physical and chemical indices, acid value, peroxide value, active acidity, fat content, dry substance content, chilled food technology, refrigeratory storage.

Важное место в рационе питания человека занимают мясные продукты, в том числе мясные рубленые изделия с различными наполнителями. Ассортимент мясных рубленых изделий расширяют за счет использования традиционного сырья в разных сочетаниях, внесения пищевых добавок, применения современного оборудования и прогрессивных технологий [1]. В рецептурах многокомпонентных рубленых изделий широко используются говядина и свинина, которые по вкусовым и технологическим свойствам считаются лучшим сырьем для изготовления мясопродуктов. При добавлении в рецептуру свинины повышаются сочность и нежность консистенции блюда. Подобный эффект на изменение структуры изделий оказывает мясо птицы [2].

Пищевая ценность куриного мяса несущественно отличается от говядины и свинины. Содержание соединительной ткани в курином мясе меньше, чем в любом мясе наземных животных, и составляет не более

8%. Недостатка в незаменимых аминокислотах нет. Куриное мясо обладает высокими органолептическими показателями, хорошей усвояемостью, отлично сочетается с другими пищевыми ингредиентами, быстро готовится и является относительно дешевым мясным сырьем. Все эти положительные аспекты обуславливают его использование при изготовлении рубленых полуфабрикатов [3, 4]. Однако готовые рубленые изделия на основе куриного мяса имеют ограниченный срок годности, что создает проблемы для их производства в охлажденном виде.

Производство охлажденной продукции – удобный и экономически эффективный метод консервирования готовой пищи, открывающий широкую возможность приготовления блюд без использования консервантов для предприятий общественного питания со стабильным спросом [5]. Тем не менее изменения, протекающие при холодильном хранении в рубленых изделиях на основе куриного мяса, изучены недостаточно, в связи с чем представляет научный и практический интерес исследовать физико-химические параметры и стабильность качественных характеристик при хранении этой продукции.

**Цель исследований.** Получение данных о физико-химических показателях полуфабрикатов и кулинарных рубленых изделий на основе куриного мяса, приготовленных по технологии охлажденных блюд, и изменении этих показателей в процессе холодильного хранения. Основные задачи заключались в определении кислотного и перекисного чисел, активной кислотности, содержания жира и сухих веществ.

**Объекты и методы исследований.** В качестве объектов исследования выбраны четыре рецептуры рубленых изделий с различной комбинацией мясных составляющих и разными наполнителями: №1 – куриный фарш (70%), хлеб пшеничный (9%), прочие компоненты (21%); №2 – куриный фарш (30%) + свиной фарш (40%), яйцо куриное вареное (20%), прочие компоненты (10%); №3 – куриный фарш (55%) + говяжий фарш (40%), прочие компоненты (5%); №4 – куриный фарш (22%) + говяжий фарш (18%) + свиной фарш (20%), рис отварной (10%), прочие компоненты (30%).

Опытные образцы мясных рубленых изделий готовили в следующей последовательности. Мороженое мясное сырье размораживали, подвергали обвалке, жиловке и мойке. Мясные ингредиенты по отдельности измельчали на мясорубке, подготавливали вспомогательные компоненты, составляли фарш в соответствии с рецептурой, перемешивали в фаршемесе в течение 3–5 мин, затем проводили формование и панировку изделий. Полуфабрикаты доводили до готовности в пароконвектомате Rational SCC 61 в режиме «Пар + конвекция, влажность 80%, температура в рабочей камере 160 °С». Готовую продукцию помещали в шкаф интенсивного охлаждения и охлаждали до температуры +3 °С в центре изделия, затем образцы оставляли и хранили в охлаждаемой камере с температурой 4±2 °С. Регенерацию изделий проводили в пароконвектомате Rational в режиме Self Cooking Center (SCC) «с термокерном» до температуры в центре изделия 65 °С.

Отбор проб полуфабрикатов и кулинарных рубленых изделий выполняли по МУК 4.2.1847-04 [6]. Физико-химические показатели определяли в полуфабрикатах, свежеприготовленных, охлажденных и регенерированных изделиях через 0, 24, 48 и 72 ч хранения. Кроме того, перекисное и кислотное числа дополнительно находили в охлажденных изделиях через 36 ч хранения.

Исследования проводились общепринятыми методами: содержание жира – методом Сокслета [7]; перекисное число – методом окисления йодистоводородной кислоты перекисями, содержащимися в жире [7,8]; кислотное число – методом титрования свободных жирных кислот в эфирно-спиртовом растворе жира водным раствором щелочи [7,8]; активную кислотность измеряли прибором рН-метр Testo-206; содержание сухих веществ находили по ГОСТ Р 51479-99 [9]. Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Statistica 6. Для оценки изменений использовали непараметрические методы анализа. Различия считали достоверными при 95%-м уровне значимости ( $p < 0,05$ ).

**Результаты и их обсуждение.** В процессе тепловой обработки липиды, являясь лабильными соединениями, претерпевают существенные изменения как качественного, так и количественного характера. Липиды тесно связаны с другими составными компонентами готового изделия, в процессе хранения их взаимодействие усиливается, они вступают в непосредственный контакт с белками и другими клеточными компонентами, подвергаются биохимическим изменениям, приводящим к изменению их массы [10].

На рисунках 1 и 2 показаны данные экспериментальных исследований по определению содержания жира в мясных рубленых изделиях при холодильном хранении и регенерации. Содержание жира во всех охлажденных образцах, кроме рецептуры №2, остается без изменений до 48 ч хранения, затем наблюдается незначительное снижение (0,5–2,5%), а в изделии №2 содержание жира уменьшается с 24 ч хранения (рис. 1).

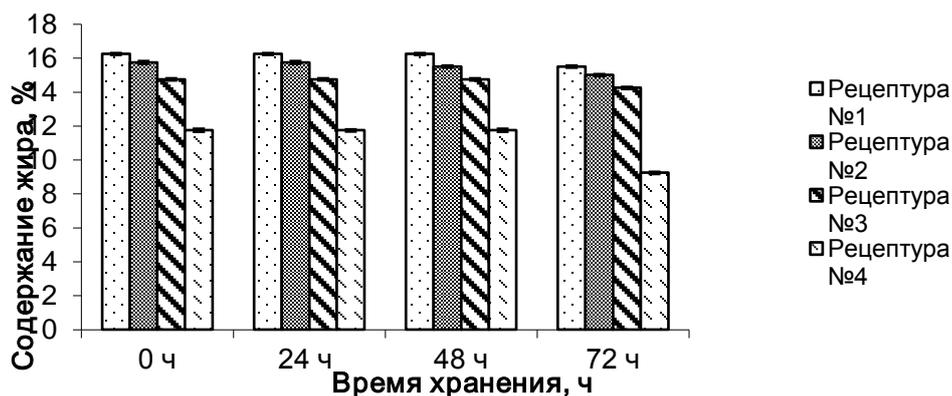


Рис. 1. Содержание жира в охлажденных мясных рубленых изделиях в процессе хранения

Во всех регенерированных образцах прослеживается тенденция к снижению содержания жира (на 0,5–3,13%) (рис. 2). Данный факт можно объяснить вытапливанием жира вследствие уменьшения способности системы удерживать жир при повторном температурном воздействии.

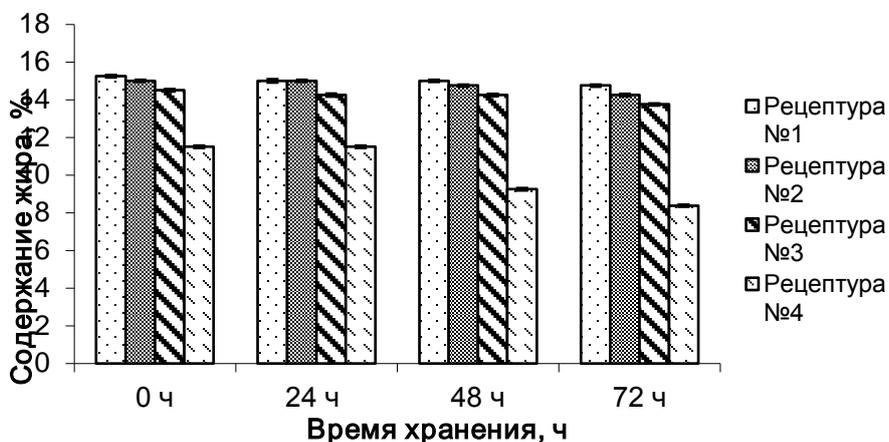


Рис. 2. Содержание жира в регенерированных мясных рубленых изделиях в процессе хранения

Характер и степень изменения жиров при хранении зависят от воздействия на них воздуха, температуры и продолжительности хранения, а также от наличия веществ, способных вступать в химическое взаимодействие с жирами.

Основными химическими реакциями липидов являются их гидролиз и окисление. В процессе хранения влагоудерживающая способность изделий снижается, свободной несвязанной влаги становится больше, что способствует гидролизу. В результате гидролитического распада триглицеридов под влиянием тканевых липаз отмечается нежелательное для качественной характеристики жира накопление свободных жирных кислот, выражающееся в повышении кислотного числа жира. Однако данный факт не влияет на органолептические свойства продукта, так как высокомолекулярные кислоты вкуса и запаха не имеют. При пониженных температурах (около 0°C) скорость гидролиза ничтожна. Реакция гидролитического расщепления жиров ускоряется с повышением температуры, а также в присутствии сопутствующих веществ, например белков. Более глубокие изменения происходят при окислении [10, 11].

Результаты исследований свидетельствуют о том, что при хранении всех изделий имеет место как гидролиз, так и окисление липидов, причем скорость и характер этих двух процессов для каждого кулинарного изделия индивидуальны. Для оценки процесса окисления и гидролиза жиров произведено определение перекисного и кислотного чисел мясных рубленых изделий, величины которых связаны с количеством жира в продукте.

Согласно проведенным исследованиям, величина перекисного числа полуфабрикатов не превышала норматив – 4,0 ммоль активного кислорода/кг. Этот показатель подтверждает хорошее качество исходного сырья и позволяет прогнозировать сохранность изделий после тепловой обработки, интенсивного охлаждения и хранения. Результаты эксперимента показали, что в охлажденных кулинарных изделиях №1, 2 и 4 перекисное число незначительно увеличивалось, не превышая рекомендуемые нормативы. В образцах, приготовленных по рецептуре №3, через 72 ч хранения произошло резкое нарастание этого показателя, не выходящее за уровень нормы (рис. 3).

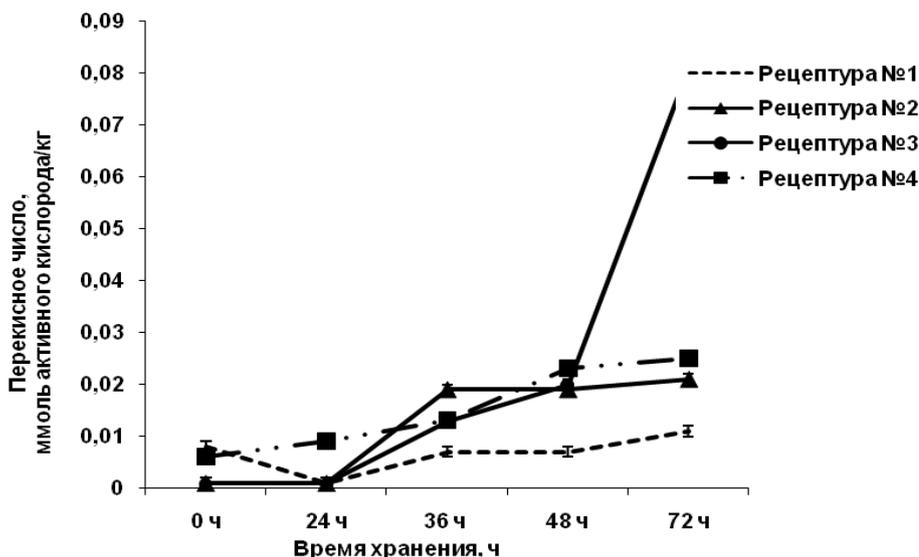


Рис. 3. Перекисное число липидов охлажденных мясных рубленых кулинарных изделий в процессе хранения

Во всей изучаемой продукции в процессе хранения наблюдалось увеличение кислотного числа жира, обусловленное процессами гидролиза и накоплением свободных жирных кислот [10, 12]. Особенно выражено это изменение в рецептуре №3 (через 36 ч кислотное число возросло более чем в 2 раза) (рис. 4).

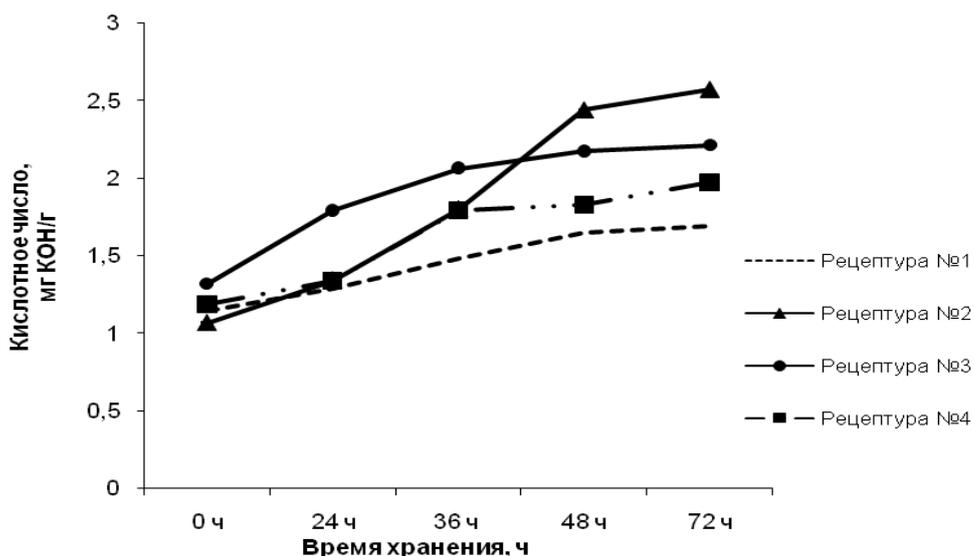


Рис. 4. Кислотное число липидов охлажденных мясных рубленых кулинарных изделий в процессе хранения

На органолептические показатели эти изменения не оказали влияния. Вероятно, интенсивность гидролитических процессов можно связать с влажностью изделий и соотношением жировых компонентов в рецептуре.

Необходимо также отметить, что особенностью изучаемых мясных рубленых изделий является значительное содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в составе липидного компонента куриного и свиного мяса (до 22 и 10,5% соответственно) [4, 13]. Глубина окислительных процессов и скорость окисления липидов находятся в прямой зависимости от степени их ненасыщенности, наличия контакта с воздухом и температуры. Следовательно, мясные продукты, включающие в свой состав куриный и свиной жиры, в большей степени подвержены окислительной порче [10]. Скорость нарастания перекисного и кислотного чисел изделия №3 свидетельствует о более глубоких изменениях в липидах, что объясняется высоким содержанием мясного сырья (95%) по сравнению с другими рецептурами, в т.ч. куриного фарша (55%).

Кроме показателей, характеризующих изменения жировых компонентов, было определено содержание сухих веществ (табл. 1 и 2). Существенных изменений в содержании сухих веществ не наблюдалось.

Показатель активной кислотности (рН) также важен для определения процессов порчи кулинарных изделий. Зная рН изделий, можно прогнозировать развитие и вид патогенной флоры. Наиболее благоприятным диапазоном рН для большинства патогенных бактерий считается рН 6,8–7,4, что соответствует концентрации водородных ионов в организме теплокровных, к росту в котором они приспособлены. Несмотря на незначительные сдвиги рН во время хранения образцов и их последующей регенерации, установлено, что все они были в интервалах рН 5,8–6,7.

Анализ полученных данных показывает, что перекисное и кислотное числа, характеризующие процессы гидролитического расщепления липидов, возрастали (на 0,01–0,08 ммоль активного кислорода/кг и 0,55–1,5 мг КОН/г соответственно) и оставались в пределах допустимых норм в течение всего периода хранения. В исследуемых изделиях наблюдались сдвиги рН (5,8–6,7) во время хранения и последующей регенерации, однако полученные значения не являются оптимальными для роста микроорганизмов. В процессе интенсивного охлаждения, холодильного хранения и регенерации продукции существенных изменений в содержании пищевых веществ не происходило.

Этот вывод совпадает с данными органолептической оценки качества полуфабрикатов и готовых изделий, подтверждающей доброкачественность исследуемых пищевых продуктов до 48 ч хранения.

Таким образом, результаты исследований позволяют сделать заключение о возможности централизованного производства и хранения в течение 48 ч ( $t=4\pm 2$  °С) кулинарных рубленых изделий на основе куриного мяса, приготовленных по технологии охлажденных блюд.

Таблица 1

## Содержание сухих веществ в охлажденных мясных рубленых изделиях

Рецептура	Содержание сухих веществ, г на 100 г продукта														
	СП			0 ч			24 ч			48 ч			72 ч		
	$\bar{A}$	$\sigma$	d	$\bar{A}$	$\sigma$	d	$\bar{A}$	$\sigma$	d	$\bar{A}$	$\sigma$	d	$\bar{A}$	$\sigma$	d
1	36,278	0,116	0,093	36,254	0,106	0,085	36,248	0,088	0,071	36,254	0,076	0,061	36,243	0,123	0,098
2	35,167	0,084	0,067	35,167	0,084	0,067	35,161	0,083	0,066	35,163	0,344	0,275	35,172	0,098	0,078
3	36,972	0,100	0,080	36,991	0,073	0,058	36,960	0,083	0,066	36,921	0,107	0,085	36,955	0,098	0,079
4	35,889	0,052	0,041	35,880	0,063	0,050	35,885	0,051	0,041	35,876	0,074	0,059	35,872	0,088	0,070

Примечание: 1 – куриный фарш; 2 – куриный+свиной фарш; 3 – куриный+говяжий фарш; 4 – куриный+говяжий+свиной фарш; СП – свежеприготовленное изделие;  $\bar{A}$  – среднее арифметическое значение;  $\sigma$  – стандартное отклонение; d – доверительный интервал.

## Содержание сухих веществ в регенерированных мясных рубленых изделиях

Рецептура	Содержание сухих веществ, г на 100 г продукта														
	СП			0 ч			24 ч			48 ч			72 ч		
	А	σ	d	А	σ	d	А	σ	d	А	σ	d	А	σ	d
1	36,278	0,116	0,093	36,260	0,115	0,092	36,267	0,773	0,062	36,284	0,056	0,045	36,296	0,111	0,089
2	35,167	0,084	0,067	35,173	0,099	0,079	35,200	0,068	0,055	35,193	0,099	0,079	35,199	0,081	0,065
3	36,972	0,100	0,080	36,981	0,084	0,067	36,985	0,099	0,079	36,993	0,066	0,053	36,962	0,099	0,079
4	35,889	0,052	0,041	35,873	0,054	0,044	35,870	0,051	0,041	35,873	0,051	0,041	35,865	0,050	0,040

Примечание. См. табл. 1.

## Литература

1. Окара А.И. Товароведение и экспертиза мясных полуфабрикатов и кулинарных изделий. – Хабаровск: РИЦ ХГАЭП, 2007. – 160 с.
2. Технология полуфабрикатов из мяса птицы / В.В. Гуцин, Б.В. Кулишев, И.И. Маковеев [и др.]. – М., 2002. – 200 с.
3. Митрофанов Н.С. Мясо птицы – важнейший компонент мясных продуктов // Мясные технологии. – 2007. – № 2. – С. 14–17.
4. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справ. – М., 2008. – 276 с.
5. Стрингер М., Денис К. Охлажденные и замороженные продукты: пер. с англ. / под науч. ред. Н.А. Уваровой. – СПб.: Профессия, 2004. – 496 с.
6. МУК 4.2.1847-04. Эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов: метод. указания.
7. Производственно-технический контроль и методы оценки качества мяса, мясо- и птицепродуктов: справ. серии «Техника и технология в мясной промышленности». – М.: Пищевая пром-сть, 1974. – 276 с.
8. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
9. ГОСТ Р 51479-99. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 3 с.
10. Шаробайко В.И. Биохимия продуктов холодильного консервирования. – М.: Агропромиздат, 1991. – 255 с.
11. Грачок М.А. Химические основы сырья и товаров: учеб. пособие. – Минск: Изд-во БГУ, 1996. – С. 111–117.
12. Индустриальная технология производства продукции общественного питания: сб. науч. тр. – М.: Изд-во ВНИИЭТсистем, 1987. – 165 с.
13. Экспертиза мяса птицы, яиц и продуктов их переработки. Качество и безопасность: учеб.-справ. пособие для вузов / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, К.Я. Мотовилов; под общ. ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 216 с.

УДК 658.562.3

Т.Н. Сафронова, О.М. Медведева, И.В. Фаренкова

**РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ**

*Работа посвящена разработке модели формирования качества безопасности при проектировании функциональной скоропортящейся продукции на мясной основе с использованием стандартов ИСО серии 9000 и принципов HACCP.*

**Ключевые слова:** пищевые продукты, качество безопасности, принципы HACCP, функциональные продукты, технологические факторы, план контроля, критические точки, математическая модель.

T.N. Safronova, O.M. Medvedeva, I.V. Farenkova

**MODERN CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL PRODUCT QUALITY**

*The article is devoted to the model development of safety quality formation while projecting the functional perishable production on the meat basis with the use of ISO series 9000 standards and HACCP principles.*

**Key words:** foodstuff, safety quality, HACCP principles, functional products, technological factors, control plan, critical points, mathematical model.

Сегодня в России, как и во всем мире, реализуются национальные программы по оздоровлению населения, неотъемлемой частью которых являются меры по улучшению структуры питания и качества пищевых продуктов. Ключевыми аспектами при создании функциональных продуктов питания является научно обоснованный подбор физиологически функциональных пищевых ингредиентов с требуемыми санитарно-гигиеническими, медико-биологическими показателями, направленными лечебно-профилактическими свойствами, а также разработка новых технологических решений [1,2,4]. В условиях быстрого развития рынка функциональных продуктов отмечаются тенденции к внедрению современных систем управления качеством безопасности пищевых продуктов на основе стандартов ИСО серии 9000 и принципов HACCP. В соответствии с ФЗ №184 «О техническом регулировании» при снижении объемов государственного контроля и надзора в сфере производства пищевых продуктов и действия добровольных технических требований, ответственность за качество и безопасность ложится на производителя. Данная проблема может быть решена путем использования различных анализаторов, которые позволяли бы получить информацию о состоянии продукта и параметрах процесса в режиме реального времени. Такой подход позволит формировать качество продукта в процессе его проектирования или производства.

Разработка модели формирования качества безопасности функциональных пищевых продуктов с использованием стандартов ИСО серии 9000 и принципов HACCP при проектировании функциональных продуктов является актуальной задачей.

**Цель работы.** Разработка модели формирования качества безопасности функциональных пищевых продуктов с использованием стандартов ИСО серии 9000 и принципов HACCP на примере полуфабрикатов на мясной основе для школьного питания.

В соответствии с целью исследования поставлены **следующие задачи:**

изучить влияние технологических факторов на формирование гарантированного качества продуктов питания на мясной основе;

разработать модели расчета риска и планов контроля функциональных продуктов на мясной основе;

рассчитать математические модели изменения показателей качества функциональных продуктов на мясной основе;

рассчитать параметры риска при проектировании функциональных продуктов на мясной основе;

разработать модели планов контроля качества функциональных продуктов на мясной основе при проектировании и производстве.

В качестве **объектов исследования** были определены: контроль за технологическими процессами, контроль за объектами, контроль за результатами, а также следующие методы системного анализа: метод процедур исследования операций для количественной оценки объектов исследования; метод анализа систем для исследования объектов в условиях неопределенности.

Современный технологический процесс представляет собой последовательность этапов, для каждого из которых существуют так называемые конечные точки, свидетельствующие об окончании этапов или всего процесса. Применение инструментов анализа и контроля предполагает, что конечная точка должна определяться не четко установленным временным промежутком, а достижением системой определенных для данного этапа свойств. В нашем исследовании подвергали анализу производственные циклы изготовления функциональных продуктов на мясной основе в зависимости от технологического решения: А – технология Cook and Chill and Freeze; Б – традиционная технология [3]. Системы управления для разных вариантов тех-

нологических процессов различаются по измеряемым показателям, последовательности измерений, требованиям к их точности. В таблице 1 представлены технологические процессы и измеряемые параметры при производстве рубленых изделий с функциональными добавками на мясной основе. Анализ распределения групп измеряемых показателей двух технологических процессов показал, что качественные показатели применяются в большей степени при входном и приемочном контроле, как при технологическом процессе А, так и В. При входном контроле сырья не рассматривали контроль токсичных элементов, пестицидов, антибиотиков, которые регламентируются ГОСТами и ТУ. Количественные показатели двух технологических процессов также одинаковы. Наибольшее их число используется при осуществлении операций, связанных с изменением состава и свойств продукта.

Таблица 1

**Технологические процессы и измеряемые параметры**

Технологическая операция	Аппарат	Параметр процесса	Параметр продукта до технологической операции	Параметр продукта после технологической операции
<i>Б – традиционная технология</i>				
Дозирование функциональной добавки и смешивание	Фаршемешалка	t, мин	М; СВ; pH	М; СВ; pH; ВСС; ЖУС; орган. показ.; микробиол. показ.
Формование	-	-	М; орган. показ.	М; орган. показ.
Охлаждение и хранение	Холодильный шкаф	t, мин; Т°С	Т; М; СВ; pH; ВСС; ЖУС; орган. показ.; микробиол. показ.	Т; М; СВ; pH; ВСС; ЖУС; орган. показ.; микробиол. показ.
Технологическая обработка	Жарочный шкаф	Т°С; t мин; φ%	Т; М; СВ; pH; ВУС; орган. показ.; микробиол. показ.	Т; М; СВ; pH; ВУС; орган. показ.; микробиол. показ.
Охлаждение и хранение	Холодильный шкаф	t, мин; Т°С	Т; М; СВ; pH; ВУС; орган. показ.; микробиол. показ.	Т; М; СВ; pH; ВУС; орган. показ.; микробиол. показ.
<i>А – технология Cook and Chill and Freeze</i>				
Дозирование функциональной добавки и смешивание	Фаршемешалка	t, мин	М; СВ; pH	М; СВ; pH; ВСС; ЖУС; орган. показ.; микробиол. показ.
Формование	-	-	М; орган. показ.	М; орган. показ.
Охлаждение и хранение	Аппарат интенсивного охлаждения	t, мин; Т°С; Q, м/с	Т; М; СВ; pH; ВСС; ЖУС; орган. показ.; микробиол. показ.	Т; М; СВ; pH; ВСС; ЖУС; орган. показ.; микробиол. показ.
Технологическая обработка	Пароконвекционный аппарат	Т°С; t мин; φ%, Q, м/с	Т; М; СВ; pH; ВУС; орган. показ.; микробиол. показ.	Т; М; СВ; pH; ВУС; орган. показ.; микробиол. показ.
Охлаждение и хранение	Аппарат интенсивного охлаждения	t, мин; Т°С; Q, м/с	Т; М; СВ; pH; ВУС; орган. показ.; микробиол. показ.	Т; М; СВ; pH; ВУС; орган. показ.; микробиол. показ.

Рассматриваемые технологические процессы значительно различаются по измеряемым параметрам, используемым при управлении: температура рабочей камеры, температура в толще продукта, влажность, скорость конвекции воздуха, продолжительность технологического процесса, содержание сухих веществ и т.д. Для продуктов с коротким сроком реализации важнейшим параметром качества является микробиологическая безопасность, которая может быть обеспечена измеряемыми параметрами технологического процесса: температурой рабочей камеры, продолжительностью тепловой обработки, температурой в толще продукта. На параметры микробиологической безопасности влияют номинальные значения и допустимые отклонения тепловых процессов, хранения сырья и готовой продукции.

Рассмотренные выше группы измеряемых величин имеют свои нормированные показатели, определенные в технической документации. При анализе технологических процессов определена группа показателей, участвующих в процессе управления качеством, но не являющихся измеряемыми, они относятся к расчетным показателям (пищевая ценность, экономическая эффективность и т.д.).

Качество и безопасность продуктов обеспечиваются соблюдением предельно допустимых норм токсичных элементов, нормативов по микробиологической безопасности. Контроль качества проводится при приемке сырья и готовой продукции, но для скоропортящихся продуктов, к которым относятся мясные рубленые изделия, этот показатель не является актуальным. Он может быть обеспечен косвенными показателями параметров процесса. Распределение показателей по группам риска (для полуфабрикатов) приведено в таблице 2. Анализируя представленные группы рисков, можно сделать вывод, что стабильность качества продукции с коротким сроком хранения в основном зависит от качества технологических процессов, уровня метрологического обеспечения, динамики контроля показателей. В определении точности технологических параметров значительную роль играют их допуски. На рисунке 1 представлен пример расчетной модели определения риска.

Таблица 2

## Виды рисков при производстве рубленых изделий на мясной основе

Группа рисков	Показатель и параметр		
	Входной контроль	Контроль технологических процессов	Приемочный контроль
1	2	3	4
Риск безопасности Г <sub>б</sub>	<p>Для сырья:</p> <p>Токсичные элементы: кадмий 0,05 мг/кг; свинец 0,5 мг/кг; мышьяк 0,1 мг/кг; ртуть 0,03 мг/кг.</p> <p>Антибиотики: левомецитин 0,0003 мг/кг; тетрациклиновая группа 0,01 мг/кг; бацитрацин 0,02 мг/кг; гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-изомеры) 0,1 мг/кг; ДДТ и его метаболиты 0,1 мг/кг; Радионуклиды цезий 137 200бк/кг; Диоксины 0,000003 мг/кг. КМАФАМ, КОЕ в 1 г 5 x 1Е5. БГКП в 0,001 г; <i>S. aureus</i> в 0,1 г. Патогенные микроорганизмы В т.ч. сальмонеллы и <i>L. monocytogenes</i> в 25 г не допускаются. Органолептические показатели</p>	<p>Температура и продолжительность хранения (Т; t, мин). Количество функциональной добавки (г). Время охлаждения и продолжительность хранения (t, мин). Конвекция воздуха в рабочей камере холодильника (Q, м/с). Органолептические показатели</p>	<p>Для полуфабрикатов: КМАФАМ, КОЕ в 1 г 5 x 1Е6. БГКП в 0,0001 г; <i>S. aureus</i> в 0,1 г. Патогенные микроорганизмы В т.ч. сальмонеллы и <i>L. monocytogenes</i> в 25 г не допускаются. Плесени, КОЕ в 1 г (для полуфабрикатов в панировке не допускаются); для полуфабрикатов не более 500 КОЕ в 1 г. Органолептические показатели</p>
Косвенный риск безопасности Г <sub>бк</sub>	<p>Масса пищевого продукта (М). Содержание сухих веществ (СВ). Кислотность (рН). Активность воды (А<sub>в</sub>). Температура внутри толщи продукта (Т). Санитарное состояние рабочей зоны. Квалификация персонала. Уровень метрологического обеспечения</p>	<p>Время смешивания (t, мин). Температура внутри продукта при технологической обработке (Т). Температура внутри продукта при охлаждении (Т). Санитарное состояние рабочей зоны. Квалификация персонала. Уровень метрологического обеспечения</p>	<p>Масса пищевого продукта, (М). Содержание сухих веществ (СВ). Кислотность (рН). Активность воды (А<sub>в</sub>). Температура внутри толщи продукта (Т). Санитарное состояние рабочей зоны. Квалификация персонала. Уровень метрологического обеспечения</p>

1	2	3	4
Риск потребителя $r_n$	<p>Масса пищевого продукта (М). Содержание сухих веществ (СВ). Пищевая ценность. Органолептические показатели. Температура внутри толщи продукта (Т). Для полуфабрикатов: КМАФАМ, КОЕ в 1 г. 5 x 1Е6. БГКП в 0,0001 г. <i>S. aureus</i> в 0,1 г. Патогенные микроорганизмы В т.ч. сальмонеллы и <i>L. monocytogenes</i> в 25 г не допускаются. Плесени, КОЕ в 1 г (для полуфабрикатов в панировке не допускаются); для полуфабрикатов не более 500 КОЕ в 1 г</p>	<p>Количество функциональной добавки (г). Температура и продолжительность хранения (Т;t, мин)</p>	<p>Масса пищевого продукта (М). Содержание сухих веществ (СВ). Пищевая ценность. Органолептические показатели. Температура внутри толщи продукта (Т). Для полуфабрикатов: КМАФАМ, КОЕ в 1 г. 5 x 1Е6. БГКП в 0,0001 г. <i>S. aureus</i> в 0,1 г. Патогенные микроорганизмы, В т.ч. сальмонеллы и <i>L. monocytogenes</i> в 25 г не допускаются. Плесени, КОЕ в 1 г (для полуфабрикатов в панировке не допускаются); для полуфабрикатов не более 500 КОЕ в 1 г</p>
Риск производителя (экономический) $r_n$	<p>Масса пищевого продукта (М). Содержание сухих веществ (СВ). ВСС(%); ЖУС (%). Кислотность (рН). Пищевая ценность. Температура внутри толщи продукта (Т). Санитарное состояние рабочей зоны. Квалификация персонала. Уровень метрологического обеспечения. Себестоимость</p>	<p>Количество функциональной добавки (г). Температура и продолжительность хранения (Т;t, мин). Температура внутри продукта при технологической обработке (Т). Температура внутри продукта при охлаждении (Т). Санитарное состояние рабочей зоны. Квалификация персонала. Уровень метрологического обеспечения</p>	<p>Масса пищевого продукта (М). Содержание сухих веществ (СВ). ВУС (%). Кислотность (рН). Пищевая ценность. Органолептические показатели. Температура внутри толщи продукта (Т). Квалификация персонала. Санитарное состояние рабочей зоны. Уровень метрологического обеспечения. Себестоимость</p>

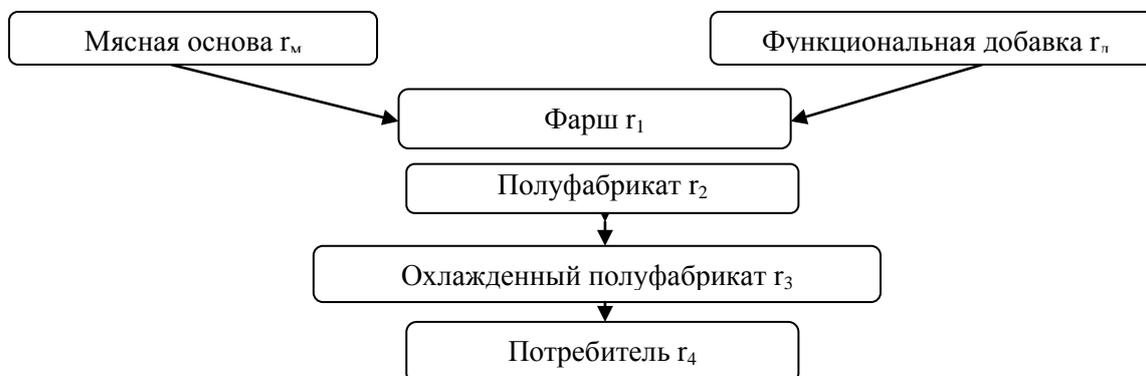


Рис. 1. Математическая модель расчета риска при производстве охлажденных полуфабрикатов

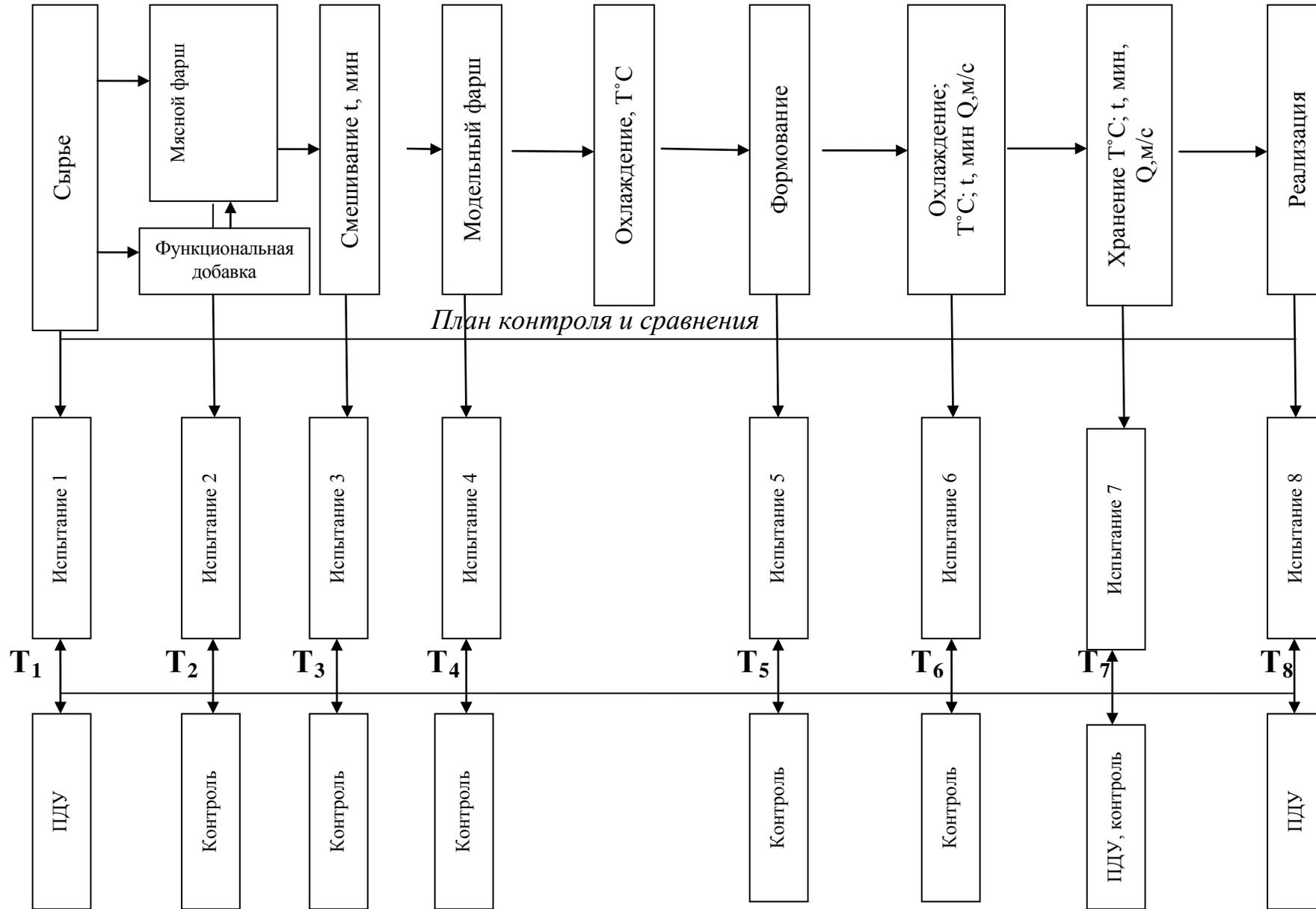


Рис. 2. План контроля качества функциональных полуфабрикатов на мясной основе при проектировании

Математическая модель расчета риска при производстве охлажденных рубленых полуфабрикатов на мясной основе

$$r = (r_m + r_0) \times r_1 \times r_2 \times r_3 \times r_4.$$

Для обеспечения гарантии качества рубленых изделий на мясной основе при проектировании разработали схему технологии сравнения с контролем и ПДУ при проектировании и производстве функциональных продуктов на мясной основе. На рисунке 2 представлен пример схемы (для полуфабрикатов) технологии сравнения с контролем и ПДУ функциональных продуктов на мясной основе при их проектировании и производстве. Пищевая продукция гарантированного качества отвечает нормам предельно допустимых уровней неблагоприятных факторов (ПДУ), которые определены нормативной документацией. Кроме того, при проектировании определяются показатели сравнения с контрольным образцом. Изменение показателей качества, включая показатели безопасности, могут быть описаны линейными уравнениями. При этом область распространения рассматриваемых уравнений находится в пределах от нуля до предельно допустимого уровня, если он нормирован в технической документации. Расчет риска в отдельно взятой точке контроля сводится к определению вероятности того, что фактические значения контролируемого показателя или параметра технологического процесса находятся за пределами допуска, если этот показатель нормируем или сравним с контрольным образцом. Последующие расчеты базируются на предположении о том, что значения результатов испытаний подчиняются закону нормального распределения. Проводили расчет рисков, результаты значений риска анализировали для определения контрольных точек, в которых эти риски имеют наибольшее значение. Необходимо отметить, что число и значения рисков при проектировании продуктов значительно выше, чем при их производстве. Высокие значения рисков могут быть скорректированы установлением более жестких допусков, большим значением объема выборки или большим количеством повторных измерений. С учетом значений рисков нами разработаны технологические планы контроля качества функциональных продуктов на мясной основе при их производстве и проектировании с определением контрольных точек, пример представлен на рисунке 2.

Исследования показали, что использование различных анализаторов, которые позволяли бы получить информацию о состоянии продукта и параметрах процесса в режиме реального времени, а также инструментов управления процессом, могут управлять его ходом, что позволяет формировать качество продукта в процессе его проектирования.

### Литература

1. *Никитин В.А.* Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000:2000. – СПб.: Питер, 2002. – 272 с.
2. *Сафронова Т.Н., Ермош Л.Г., Евтухова О.М.* Ресурсосберегающие технологии мясных рубленых полуфабрикатов для питания школьников // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 12. – С.170–174.
3. *Шендеров Б.А.* Современное состояние и перспективы развития концепции «Функциональное питание» // Пищевая пром-сть. – 2003. – № 5. – С. 4–7.
4. *Arai S.* Global view on functional foods: Asian perspectives // British J. Nutrition. – 2002. – V.88. – S. 2, 139–143.





## ПРАВО И СОЦИАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

УДК 347.53

В.А. Панюкова

### К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННОСТИ СТОРОН ЗА ДЕЙСТВИЯ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕГОВОРОВ ИЛИ ПОСЛЕ НИХ

*В статье предпринята попытка проанализировать правовую природу преддоговорной ответственности, выявить отличия в регулировании преддоговорной ответственности в законодательстве России и Китая.*

**Ключевые слова:** преддоговорная ответственность, деликтная ответственность, договорная ответственность, недобросовестные действия, переговоры о заключении договора.

V.A. Panyukova

### TO THE ISSUE OF THE NECESSITY OF PARTY RESPONSIBILITY LEGISLATIVE CONSOLIDATION FOR THE ACTIONS DURING NEGOTIATIONS OR AFTER THEM

*The attempt to analyze the legal nature of pre-contractual liability, to identify the differences in the pre-contractual liability regulation of the Russian and Chinese legislation is undertaken in the article.*

**Key words:** pre-contractual liability, tort liability, contractual liability, unfair actions, negotiations on the contract making.

В настоящее время существует три основных варианта принадлежности преддоговорной ответственности к одному из видов гражданско-правовой ответственности:

1. Преддоговорная ответственность – это вид деликтной ответственности, характерный для национальных правовых систем стран общего права. Например, в Великобритании добросовестная сторона в случае ненадлежащего поведения другой стороны в процессе переговоров может применить следующие средства: требования о применении деликтной ответственности за небрежное ложное утверждение в процессе переговоров, за умышленное или невиновное искажение информации.

2. Преддоговорная ответственность – это вид договорной ответственности. Например, обязанность добросовестно вести переговоры закреплена в качестве составной части института заключения договора в ст. 1337 ГК Италии, а ответственность за нарушение этой обязанности является разновидностью договорной ответственности.

3. Преддоговорная ответственность является самостоятельной разновидностью гражданско-правовой ответственности (доктрина *culpa in contrahendo*). Данный вариант преддоговорной ответственности выработан в праве Германии, где применяется в качестве единственно возможного подхода: процедура заключения договора протекает в соответствии с подразумеваемым соглашением сторон о недобросовестном согласовании условий договора и о его заключении<sup>1</sup>.

В теории российского гражданского права прочно утвердилось деление гражданско-правовой ответственности на договорную и внедоговорную (деликтную).

Понимание природы преддоговорной ответственности очень важно в теоретическом и практическом смысле, так как от того, к какому виду будет отнесена преддоговорная ответственность, зависит, какие правила будут к ней применяться: правило о деликтах или правило об ответственности за нарушение обязательств.

<sup>1</sup> Варавенко В.Е. Преддоговорная ответственность в праве России и Китая // Евразийский юрид. журн. 2011. №11 (42). С. 32.

О.Н. Садиков, обращая внимание на проблематику преддоговорной ответственности, считает, что «предпочтение следует отдавать деликтной ответственности, поскольку до совершения деликта его предполагаемые участники взаимными обстоятельствами не связаны (налицо несостоявшаяся сделка), и применение норм о договорной ответственности было бы лишено формально-юридических оснований»<sup>2</sup>.

Данную точку зрения поддерживает А.Н. Кучер, отмечая, что в современном российском праве вопрос о природе преддоговорной ответственности остается открытым, вместе с тем склоняется скорее к определению ее природы как деликтной<sup>3</sup>.

Но с такой трактовкой соглашаются не все. Так, В.Г. Полякевич предлагает считать, что ответственность за нарушение преддоговорных обязательств должна регулироваться главой 25 ГК РФ «Ответственность за нарушение обязательств»<sup>4</sup>.

Однако потребности развивающегося гражданского оборота со временем меняют мнение ученых, практикующих юристов и законодателя. Немалое влияние имеет опыт других государств, например КНР.

Ст. 42 Закона КНР «О договорах» 1999 г. установлено, что «признается нанесением ущерба другой стороне ситуация (с обязательством по его последующему возмещению), если:

- под видом заключения договора имелись намерения нанести ущерб интересам другой стороны;
- умышленно скрывались важные факты, имеющие отношение к заключению договора, или представлялись ложные обстоятельства;
- имелись иные действия, нарушающие принципы честности и доверия между сторонами<sup>5</sup>.

Несовершенством ст. 42 Закона КНР «О договорах» является то, что данной статьей не предусмотрено условие, при каких нарушениях она применяется.

Но данный пробел был восполнен в Правилах надзора и применения ответственности за нарушения, относящиеся к договорам от 13.11.2010 г., принятым Государственным управлением промышленности и торговли КНР.

В Правилах закреплены основания для применения мер ответственности. Согласно ст. 6 Правил, к ним относятся:

1. Заключение договора от имени несуществующего лица или от имени существующего лица без надлежащих полномочий.

2. Подлог в отношении предмета договора или источника товаров с целью склонить другую сторону к заключению договора; использование недостоверной информации с целью склонить другую сторону к заключению договора.

3. Соккрытие существенных фактов с целью введения в заблуждение стороны для выражения воли на заключение договора.

4. Отсутствие фактической возможности исполнить договор и введение в заблуждение другой стороны для выражения воли на заключение договора<sup>6</sup>.

Следовательно, можно утверждать, что в китайском праве нормы, устанавливающие меры преддоговорной ответственности, образуют самостоятельный межотраслевой институт.

К сожалению, в нашей стране институт преддоговорной ответственности пока не сложился. Сейчас можно говорить лишь об отдельных нормах, защищающих права контрагентов на этапе преддоговорных отношений:

- преддоговорная ответственность при заключении договора в обязательном порядке. Согласно п. 4 ст. 445 ГК РФ, «если сторона, для которой в соответствии с ГК РФ или иными законами заключение договора обязательно, уклоняется от его заключения, другая сторона вправе обратиться в суд с требованием о понуждении заключить договор». Сторона, необоснованно уклоняющаяся от заключения договора, должна возместить другой стороне причиненные этим убытки;

- ответственность за уклонение от исполнения обязанности по заключению договора представлена следующими нормами: ст. 426 (заключение публичного договора), ст. 429 (заключение договора на основании предварительного договора), абзац 2 п. 5 ст. 448 (уклонение от подписания договора, право на заключение которого являлось предметом торгов).

---

<sup>2</sup> Садиков О.Н. Недействительные и несостоявшиеся сделки // Юрид. мир. 2006. № 6. С. 13.

<sup>3</sup> Кучер А.Н. Теория и практика преддоговорного этапа: юридический аспект. М.: Юрист, 2010. С. 21.

<sup>4</sup> Полякевич В.Г. Формирование преддоговорной ответственности // Право: теория и практика. 2006. №18. С. 31.

<sup>5</sup> Современное законодательство КНР: сб. нормат. актов / под ред. Л.М. Гудошников. М.: Юрист, 2010. С. 105.

<sup>6</sup> Современное законодательство КНР: сб. нормат. актов / под ред. Л.М. Гудошников. М.: Юрист, 2010. С. 205.

П. 7.7 Концепции развития гражданского законодательства РФ предусмотрено: «в целях предотвращения недобросовестного поведения на стадии переговоров о заключении договора в ГК следует для отношений, связанных с осуществлением предпринимательской деятельности, предусмотреть специальные правила о так называемой преддоговорной ответственности (*culpa in contrahendo*), ориентируясь на соответствующие правила ряда иностранных правовых порядков»<sup>7</sup>.

В настоящее время предлагается дополнить ГК РФ ст. 434.1 «Переговоры о заключении договора». Данная статья устанавливает принцип свободы переговоров и отсутствие ответственности за то, что соглашение не достигнуто. В то же время статья вводит понятие недобросовестных действий при ведении и прекращении переговоров.

Таковыми действиями, в частности, будут признаваться вступление в переговоры о заключении договора или их продолжение при заведомом отсутствии намерения достичь соглашения с другой стороной, введение другой стороны в заблуждение относительно характера или условий предполагаемого договора (например, путем сообщения ложных сведений, умолчания об обстоятельствах, которые в силу характера договора должны быть доведены до сведения другой стороны), а также внезапное и безосновательное прекращение переговоров о заключении договора без предварительного уведомления другой стороны.

В таких случаях сторона, чьи права были нарушены, вправе требовать возмещения убытков. Убытками, подлежащими возмещению недобросовестной стороной, будут признаваться расходы, понесенные другой стороной в связи с ведением переговоров о заключении договора, а также в связи с утратой возможности заключить договор с третьим лицом.

Кроме того, на стороны переговоров законодательно возлагается обязанность не раскрывать конфиденциальную информацию, которая была получена в процессе переговоров, и не использовать ее ненадлежащим образом для своих целей независимо от того, будет заключен договор или нет. В качестве меры ответственности также предусмотрена возможность заявить требования о взыскании убытков.

Таким образом, институт преддоговорной ответственности получит свое законодательное закрепление, что не может не отразиться на практике заключения договоров в сфере предпринимательской деятельности.



<sup>7</sup>Концепция развития гражданского законодательства РФ (одобрена решением Совета при Президенте РФ по кодификации и совершенствованию гражданского законодательства от 07.10.2009 г). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».



УДК 94(571.5)"192"

Е.Н. Афанасова

**СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ДЕТЕЙ В ЕНИСЕЙСКОЙ ГУБЕРНИИ  
В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ 1920-х гг.**

*В статье представлены результаты изучения процесса становления и развития системы социальной защиты детей в Енисейской губернии в первой половине 1920-х гг. Проанализировано сокращение детской беспризорности, создание дошкольных учреждений, консультаций и молочных кухонь.*

**Ключевые слова:** дети, социальная защита, становление, детская беспризорность, Енисейская губерния.

E.N. Afanasova

**THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE CHILDREN SOCIAL PROTECTION SYSTEM  
OF THE YENISEI PROVINCE IN THE FIRST HALF OF THE 1920-s**

*The process research results of the formation and development of the children social protection system in the Yenisei province in the first half of the 1920-s are presented in the article. The children homelessness reduction, the establishment of kindergartens, child welfare centers and dairy kitchens are analyzed.*

**Key words:** children, social protection, formation, children homelessness, the Yenisei province.

Одним из важнейших направлений социальной политики Советского государства в период 1920-х гг. являлась социальная защита детей. События данного исторического периода потребовали от Советского государства пристального внимания к решению проблем детей как одной из самых социально незащищенных групп населения. Основными направлениями социальной защиты детей в эти годы стали спасение детей от голода, создание системы государственных учреждений для детей, оставшихся без попечения родителей, оказание медицинской помощи детям, формирование сети дошкольных учреждений.

В первой половине 1920-х гг. массовый характер приобрела детская беспризорность. Увеличению численности беспризорных детей в Енисейской губернии в начале 1920-х гг. способствовала массовая эвакуация детей с Поволжья, в результате которой в Енисейскую губернию прибыло три тысячи детей [16, с. 32]. Первый эшелон с детьми прибыл в Енисейскую губернию 3 октября 1921 года, было привезено 409 детей и 25 человек обслуживающего персонала [6, л. 16].

Кроме детей, прибывающих в Сибирь организованным способом, было достаточно много беспризорников-беженцев, которые выбирались из голодающих губерний самостоятельно. Всего было вывезено в общероссийских масштабах сто пятьдесят тысяч детей, около ста тысяч покинули голодные районы самостоятельно. Сибирь приютила около двадцати тысяч детей [16, с. 32]. В таких условиях катастрофически росли нищенство, детская проституция, воровство, детский бандитизм.

Резкое увеличение количества детей, оставшихся без попечения родителей, вызвало рост сети государственных учреждений для данной категории детского населения. В начале 1920-х гг. эти государственные учреждения были призваны решить важнейшую для того периода задачу – спасение детей от голода и физической смерти. Повсеместно появляются детские дома, трудовые детские городки, коммуны общественного трудового воспитания, интернаты, приемники-распределители. Самым распространенным типом учреждений для беспризорных несовершеннолетних были детские дома. На 1 января 1921 г. в детских домах Енисейской губернии размещалось 2328 детей. Наибольшее количество беспризорных детей содержалось в детдомах Красноярского (707 человек) и Ачинского (745 детей) уезда, наименьшее – в Минусинском (209 человек) и Енисейском (255 детей) уездах [4, л. 35]. В 1922 г. на территории Енисейской

губернии функционировало 36 детских домов, два трудовых детских городка, в которых воспитывалось 250 детей, одна коммуна общественного трудового воспитания с 150 детьми, один интернат на 50 человек и четыре приемно-распределительных пункта на 85 мест [15, с. 269].

В 1924 г. по всей стране начался процесс слияния ряда мелких детских домов в более крупные. Концентрация детских домов представляла возможность экономии финансовых средств посредством сокращения численности педагогического и технического персонала, сокращения расходов на оборудование детского дома. В производственном плане Енисейского губернского отдела народного образования на 1924/1925 учебный год отмечалось, что укрупнение детских домов необходимо производить постепенно, увеличивая детские дома на небольшое количество детей, постоянно изучая результаты укрупнения [9, л. 135]. Однако в Енисейской губернии объединение детских домов было проведено только на формальном уровне, фактически количество данных учреждений и детей в них осталось практически без изменений. По данным 1924/1925 учебного года, в Енисейской губернии функционировало 37 детских домов, в которых воспитывалось 2544 детей. Переполненность детских домов стала причиной начала осуществления в 1925 г. сокращения количества воспитывающихся в детдомах детей. Из детдома выводились дети старше 16 лет, имеющие родственников, подлежащие реэвакуации на родину. Так, в Енисейской губернии 20 подростков старше 16 лет были направлены в Рыбинскую сельскохозяйственную школу, 44 реэвакуированы на родину [5, л. 3].

Одним из способов сокращения числа детей, воспитывающихся в детских домах, стало патронирование. Институт патроната предусматривал передачу детей в семьи на воспитание под контролем местных органов власти и общественности. При этом решалась задача обеспечения адаптации выпускников детских учреждений к реалиям повседневной жизни. Патронирование выступало одной из редких форм негосударственного воспитания бывшего беспризорника, в процессе которого воспитанник получал возможность включиться в семейные отношения.

В Енисейской губернии патронирование как форма сокращения детской беспризорности стало использоваться еще до постановлений центральных органов государственного управления, узаконивших данную форму распределения выявленных беспризорных детей. Этот метод сокращения детской беспризорности зародился на региональном уровне, став продолжением крестьянских традиций по воспитанию детей-сирот посредством их передачи родственным или любым другим семьям. Однако в первой половине 1920-х гг. патронирование в Енисейской губернии не носило массового характера. В 1923 г. в Енисейской губернии на патронат было передано 15 детей, а в 1924 г. – 17 воспитанников детских домов. В качестве патронов выступали рабочие, служащие, торговцы, крестьяне [5, л. 60].

Спасением детей младенческого возраста занимался подотдел охраны материнства и младенчества, в ведении которого в 1924 г. в Красноярске находились Дом матери и ребенка имени Октябрьской революции, Дом младенца имени Семашко, Ясли №1 им. Розы Люксембург, Ясли №2 им. В.П. Лебедевой [14, с. 60].

Дом матери и ребенка в Красноярске был создан в 1922 г. Данное учреждение было предназначено для проживания в нем необеспеченных безработных беременных женщин за два месяца до рождения ребенка и до достижения младенцем двух месяцев. Дом матери и ребенка содержался на бюджетные средства губернского отдела здравоохранения и средства, собранные общественными организациями. Данное учреждение было рассчитано на пребывание в нем 20 детей и 10 матерей [2, л. 6]. Женщины должны были самостоятельно осуществлять всю бытовую работу: заниматься уборкой помещения, готовить обед, стирать. Однако отпускаемых финансовых средств катастрофически не хватало, что приводило к отсутствию качественного достаточного питания, постельного белья, одежды для детей и женщин. Культурно-просветительская и пропагандистская работа, которую должен был осуществлять женотдел, фактически не проводилась [1, л. 17]. В 1924 г. в данном учреждении стали уделять внимание вопросам ликвидации безграмотности матерей. Этой деятельностью занимались коммунистки, призванные контролировать работу данного учреждения. В 1924 г. состоялся первый выпуск школы ликвидации безграмотности матерей [7, л. 4].

Дом младенца имени Н.А. Семашко был создан в Красноярске в октябре 1921 г., предназначен для пребывания 60 детей в возрасте от одного до четырех лет [1, л. 17]. В 1923 г. в связи с сокращением бюджетного финансирования количество мест уменьшилось до 50 [3, л. 6]. Такие же дома младенца были открыты в уездах Енисейской губернии: в Минусинске и Енисейске – на 25 детей, в Канске и Ачинске – на 50 детей [3, л. 6]. В 1924 г. в Красноярске работал Дом ребенка, рассчитанный на 130 детей, с которыми должны были работать 11 человек педагогического персонала и 12 технических работников [11, л. 15].

В домах младенца и домах ребенка Енисейской губернии в данный период наблюдался крайне высокий уровень младенческой и детской смертности. На заседаниях местных органов власти эти учреждения нередко называли «домами смерти». Смертность подкинутых детей в дома младенца и дома

ребенка в Красноярске в 1925 г. составила 38% от общего числа поступающих. В Ачинском уезде за 1925 г. было подкинута 30 детей, из них умерло 15, смертность составила 50%. В Канске из подкинутых 27 детей умерло 10 человек (40%). Основными причинами смертности детей в учреждениях закрытого типа явились недостаток грудного молока, отсутствие квалифицированной врачебной помощи, эпидемические заболевания [12, л. 5].

Период первой половины 1920-х гг. стал временем появления первых ясельных учреждений в г. Красноярске, что было связано с политикой Советского государства по включению женщин в производственные и общественные процессы. В Красноярске было открыто 2 яслей, рассчитанные на пребывание в них 55 детей. Естественно, что такое незначительное количество ясельных учреждений не могло удовлетворить потребностей женщин данного региона и серьезным образом способствовать их вовлечению в производственную и общественную жизнь. Многие женщины того периода изначально относились с большим недоверием к пребыванию детей в яслях, опасались за жизнь и здоровье своих детей, некоторые боялись, что детей им обратно не отдадут. В связи с этим проводилась активная агитационная работа в печатных изданиях и с привлечением женотделов по формированию позитивного отношения матерей к новому виду государственных учреждений. Газеты того периода пестрят сообщениями о пользе пребывания детей в яслях. Ко второй половине 1920-х гг. услуги государственных дошкольных учреждений стали востребованными среди женского населения настолько, что женщины нередко самостоятельно стали инициировать процесс создания яслей и детских садов с привлечением средств общественных организаций.

Кроме ясельных учреждений в первой половине 1920-х гг. начинают открываться детские сады. В 1924 г. в Красноярске действовало два детских сада. Каждый детский сад был рассчитан на пребывание 90 детей, с которыми работали по 4 сотрудника педагогического персонала и по два технических работника [11, л. 15]. В военном городке вблизи Красноярска по инициативе родителей в конце 1924 г. был открыт небольшой детский сад на 25 детей рабочих городка и детей военнослужащих за счет средств родителей и военных организаций. Детсад просуществовал больше года, абсолютно не получая финансирования из бюджета. В апреле 1924 г. в Красноярске был открыт вечерний детский сад при партийном клубе на 25 детей рабочих и членов партии. В данном детском саду работали две воспитательницы. Однако, несмотря на постепенное увеличение количества дошкольных учреждений, общее их число относительно массы детского населения оставалось незначительным. Общий охват детей дошкольного возраста детскими садами по г. Красноярску составлял к 1925 г. только 2,6% [10, л. 22]. Естественно, что ситуация в уездных городах и сельских местностях была более плачевная. Социальный состав детей в детских садах Красноярска был следующий: 48,5% – дети рабочих, 42,5% – дети служащих, 8,5% – дети крестьян, прочие – 0,6% [10, л. 22].

Процесс создания дошкольных учреждений в сельской местности начался значительно позже, чем в городах. В одной из газетных статей того периода отмечалось: «Дошкольная работа ведется слабо. Только в Красноярске есть два детских сада. Надо в деревнях создавать детские сады. Крестьянство хочет их иметь» [13, с. 2]. В сельской местности в конце первой половины 1920-х гг. начинают активно создавать летние ясли, ввиду того, что особенности организации трудовых процессов преимущественно требовали освобождения женщины от материнских обязанностей на летнее время, а не круглогодично, как в городе.

В 1925 г. были открыты ясли в Уярском районе на 15 детей в возрасте от шести месяцев до пяти лет. В яслях работали няня из местных крестьянок, заведующая и кухарка. Дети находились в яслях круглые сутки в течение всей рабочей недели, родители забирали детей домой только на выходные [8, л. 177]. Материально-техническое оснащение сельских ясельных учреждений было крайне скудным: отсутствовали игрушки, ощущался недостаток постельного и нательного белья, посуды. Дети нередко приходили со своими продуктами питания, спали в корзинках.

В конце первой половины 1920-х гг. в Енисейской губернии появились первые специализированные детские учреждения системы здравоохранения. В 1925 г. в Красноярске была открыта консультация смешанного типа, ориентированная на оказание помощи женщинам и детям. В задачи детского отделения консультации входили пропаганда грудного кормления и борьба с ранним нерациональным прикормом, обучение матерей правильному уходу за детьми, систематическое наблюдение за развитием ребенка в семье с целью предупреждения возникновения и развития заболеваний, назначение и выдача молочных смесей для детей с недостаточным грудным кормлением, борьба с социальными болезнями – туберкулезом, сифилисом, рахитом.

Новым видом учреждений системы здравоохранения, которые появились в Енисейской губернии в конце первой половины 1920-х гг., стали молочные кухни, которые создавались с целью производства и

выдачи молока, пригодного для вскармливания грудных детей. Основной категорией населения, которые получили возможность пользоваться правом бесплатно получать молоко на молочной кухне, стали малообеспеченные жители городов. В 1925 г. молочная кухня при детской консультации была открыта в Красноярске. Деятельность данной молочной кухни финансировалась за счет средств, собранных общественными организациями с жителей Красноярска. Собранных денег хватало на ежедневное обеспечение бесплатной молочной продукцией 45 детей. Из них 67,5% были детьми рабочих, имеющих заработок от 9 до 30 рублей и семью от 4 до 9 человек, и 32,5% являлись детьми служащих, получающих оклад не выше 40 рублей [12, л. 1]. Дополнительно 45 порций молочной продукции ежедневно продавались. За 1925 г. молочной кухней в Красноярске было выдано 14186 порций молока, 19669 порций смесей для грудного вскармливания, всего было произведено 33855 порций молочной продукции [3, л. 161]. Естественно, что деятельность одной молочной кухни не могла удовлетворить потребности всего детского населения Красноярска.

Таким образом, период первой половины 1920-х гг. стал временем формирования государственной системы социальной защиты детей. Важными задачами социальной защиты детей являлись спасение детей от голода и устройство детей, оставшихся без попечения родителей. Механизмом решения данных задач стало создание сети государственных учреждений: детских домов, домов младенца, домов матери и ребенка, молочных кухонь. Впервые на территории Енисейской губернии появились дошкольные учреждения, которые были призваны выполнять воспитательную и социально-бытовую функцию. Появление на территории Енисейской губернии детских консультаций способствовало улучшению медицинского обслуживания детей. Однако ввиду сложностей финансового характера, организационных трудностей, нерешенного кадрового вопроса созданная система социальной защиты детства была недостаточно эффективной, не удовлетворяла постоянно возрастающих потребностей населения.

#### Литература

1. Государственный архив Красноярского края (ГАКК). Ф. П-1. Оп.1. Д.245
2. ГАКК. Ф. П-1. Оп.4. Д. 76.
3. ГАКК. Ф. П-10. Оп.1. Д. 91.
4. ГАКК. Ф. Р-49. Оп.1. Д. 262.
5. ГАКК. Ф. Р-49. Оп.1. Д. 480.
6. ГАКК. Ф. Р-93. Оп.1. Д. 83.
7. ГАКК. Ф. Р-93. Оп.1. Д. 161.
8. ГАКК. Ф. Р-93. Оп.1. Д. 221.
9. ГАКК. Ф. Р-101. Оп.1. Д. 1.
10. ГАКК. Ф. Р-137. Оп.1. Д. 1.
11. ГАКК. Ф. Р-137. Оп.1. Д. 40.
12. ГАКК. Ф. Р-319. Оп.1. Д. 24.
13. Доклад т. Никонова // Краснояр. рабочий. – 1926. – 25 марта.
14. История Красноярского края / под ред. В.В. Бибиковой // Медицина. – Красноярск: Буква С, 2008. – Т. 3. – 384 с.
15. Отчет Енисейской губернии экономическому совещанию (1921–1922 гг.). – Красноярск, 1923. – 280 с.
16. Спасенные революцией: борьба с беспризорностью в Иркутской губернии и округе (1920-1931 гг.) / под ред. В.Т. Агалакова. – Иркутск: ГАИО, 1977. – 107 с.



## РОЛЬ КЛАССИЧЕСКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ТЕКСТА КАК ЯЗЫКА ДУХОВНОЙ КУЛЬТУРЫ В СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ РОССИИ

*В статье рассмотрены роль и значимость одного из языков духовной культуры – текста произведений классической художественной литературы – в социально-культурном пространстве России.*

**Ключевые слова:** культура, общество, текст, художественное произведение, классика, интерпретация.

N.V. Khudoley

## THE CLASSICAL LITERARY TEXT ROLE AS SPIRITUAL CULTURE LANGUAGE IN RUSSIA SOCIOCULTURAL SPACE

*The role and significance of one of the spiritual culture languages – classical literature text – in Russia sociocultural space are considered in the article.*

**Key words:** culture, society, text, work of art, classics, interpretation.

---

Литературный текст является одной из форм языка духовной культуры и представляет собой универсальную форму осмысления действительности, в которую заключены социальные, нравственные, эстетические искания многих поколений людей. Литературный текст художественного произведения – это школа человековедения, возможность искать и находить ответы на основополагающие вопросы бытия. В России в силу сложившихся исторических и общественно-литературных условий, в ситуациях с непрерывным и бесцеремонно жестким цензурным вмешательством именно в литературных текстах, в особенности в художественной литературе, нашли свое выражение умонастроения людей, их образ мыслей, психологический облик, особенности национального характера, а также основные идеи и конфликты эпохи, иногда читавшиеся «между строк». В отдельные периоды российской истории русская литература выполняла объединяющую общество функцию, не давая нации забыть о своем единстве, и тем самым «заменила собой государство, когда государство распалось, ... укрепляла у народа сознание своего единства, напоминала о славной истории, продолжала культурные и политические традиции» [3, с.552]. В текстах произведений русской классической литературы ставились и решались сложные нравственные и общественные вопросы, а «творцами русской классической литературы выступали авторы, обладавшие громадной общественной ответственностью» [4, с. 143].

В культуре всегда высоко ценилась и ценится классика. «Классическое» означает эталонное, всегда актуальное, одинаково высоко оцениваемое современниками и потомками. Произведения классической литературы являются образцовыми в плане выбора темы, идеи, языка. В них ставятся и глубоко изучаются нравственные, социальные, исторические вопросы; создается новый тип литературного лирического героя, который затем становится героем нарицательным и выражает актуальное во все времена определенное мировоззрение.

Слово в литературном художественном произведении всегда контекстуально, погружено в контекст культуры и культурной традиции и функционирует как носитель или знак этой традиции (Лотман Ю.М.). В тексте художественного произведения слово обогащается новыми значениями и смыслами, становясь многозначным. Такая лексическая многозначность создает предпосылки для переакцентировки содержания литературного текста воспринимающим сознанием. Этим отчасти объясняется наличие множественных и иногда противоположных по смыслу интерпретаций одного и того же текста художественного произведения. Однако стоит отметить, что вне зависимости от степени погруженности в тот или иной культурный контекст язык произведения классической литературы характеризуется емкостью и присутствием практически в каждой фразе глобального, обобщенного смысла. Таким образом, классическое произведение, являясь изначально откликом на злободневное событие своего времени, перерастает в «вечное» произведение, выходящее на уровень актуальных в любую эпоху социальных, нравственных и философских обобщений.

В процессе постепенного продвижения нашей страны на мировое культурное пространство именно тексты художественных произведений заставили Европу по-новому взглянуть на Россию и разглядеть ее

самобытность: «В первой половине XX века много было на Западе разговоров о «загадочной» русской душе. О ней заговорили потому, что увидели в русском человеке нечто неповторимо национальное, характерное именно для русских. А увидели это через призму великой русской литературы» [2, с. 103]. Н.А. Бердяев называл русскую литературу «величайшим памятником русского духа» [1, с.63], отмечал ее «профетичность» как одну из основополагающих черт. Русская литература вся проникнута поиском Бога, поэтому многие писатели XIX–XX вв. обращались к Библии и ее сюжетам для того, чтобы раскрыть наиболее важные и сложные проблемы современности. Говоря о русских писателях XIX века, Н. Бердяев подчеркивал, что они ищут совершенной правды жизни, и в этом смысле они выходят за пределы искусства: «обличением неправды существующего общества, исканием правды, литература исполняла социальную миссию, которая, согласно русскому духовному складу у многих была миссией религиозно-социальной» [1, с. 65]. Д.С. Мережковский, рассуждая о судьбе русской культуры и о ведущей роли в ней литературы, справедливо отметил, что «падение ...русской литературы есть в то же время падение русского духа; это бедствие для нас не менее страшное, чем война, болезни и голод» [6]. Д.С. Лихачев, рассуждая о процессе становления и развития культуры в обществе, ввел термин «гомосфера»: здесь человек с самого рождения впитывает в себя язык, письменность, науку, традиции, обычаи и культуру, созданные тысячами поколений людей. Он отмечал, что «в этой гомосфере огромную роль играет литература, через которую человеку передаются нравственные и эстетические представления. Эта передача совершается непосредственно, когда человек читает, слушает или воспроизводит тексты. ... Но передача совершается и опосредованно, когда человек воспринимает ценности литературы через других, через сформированные под влиянием литературы в обществе нравственные понятия, нормы поведения и эстетические представления. Роль литературы огромна, и счастлив тот народ, который имеет великую литературу на своем родном языке. Литература обогащает гомосферу в высокой сфере» [5, с. 265–266].

Все вышесказанное позволяет нам в полной мере согласиться с мнением Д.С. Лихачева о том, что «в России ...нацией стала литература» [4, с. 116]. С другой стороны, невозможно игнорировать ситуацию, ставшую результатом политических и социальных перемен, происходящих в нашем обществе с 90-х годов прошлого века. Несмотря на очевидную вневременную актуальность классики, нельзя с уверенностью сказать, что на сегодняшний день привычка к чтению является для наших современников и соотечественников необходимостью. Что касается классического литературного наследия, то для большинства современной молодежи классика скучна и безжизненна, а ее незнание вызывает гораздо меньший дискомфорт, чем, например, компьютерная неграмотность. Процесс глобализации, в котором живет сегодняшнее общество, неизбежно ведет к унификации культур и утрате их национальных особенностей, причем культурное доминирование остается за культурами наиболее экономически развитых стран: на сегодня – это экспансия американско-европейской культуры, навязывающей несвойственную, чуждую нам систему ценностей. Последствия этой культурной экспансии уже дают о себе знать: это падение уровня грамотности наших сограждан, понижение статуса русского языка на постсоветском пространстве, утрата авторитета «самой читающей страны» и снижение интереса к чтению в целом и, в частности, произведений русской классики, которые вошли в национальный канон, в национальную систему координат, отражающую особенности нашего менталитета.

Развивающаяся история на каждом этапе обновляет и углубляет свои представления о прошлом, о накопленном. Текст художественного произведения является носителем этой информации и хранителем культурной памяти. На наш взгляд, унификация мышления, которая неизбежно будет являться следствием культурной глобализации, постепенно приводит к утрате культурной памяти. Утрата культурной памяти, в свою очередь, порождает сложности в процессе текстовой интерпретации, к ее искажениям, привнесению чуждых произведению тенденций, произволу субъективистских его истолкований. И дело здесь не только во временном расстоянии, которое разделяет автора и интерпретатора; и не только в свойстве текста, а в особенности текста классического вбирать в себя «максимальную смысловую емкость – «губчатость», способность впитывать все новое и новое содержание. С той же энергией, с какой классика вторгается в наше время и отчеканивает его облик, она сама вбирает открытый, текучий смысл времени» [8, с. 85], заставляя каждое следующее поколение читать себя заново, «свежими, нынешними глазами» (Гоголь Н.). Унификация мышления и утрата культурной памяти проявляются в незнании культурно-исторического фона, на котором создавалось и первоначально функционировало произведение, или даже в намеренном его искажении с целью «подогнать» произведение под свою интерпретаторскую версию в ущерб авторской художественной концепции.

Поэтому на сегодняшний день в искусстве существует большое количество современных, «новаторских» интерпретаций текстов классических художественных произведений, где новизна лишь

дискредитирует художественные святыни, уводит от первоначального, авторского замысла, разрушает художественную концепцию произведения, уродуя его до неузнаваемости.

И хотя существует точка зрения, что литературное художественное произведение должно наделяться презумпцией незавершенности, давая возможность для интерпретаторского со-творчества, все же должна существовать мера точности в изучении и истолковании художественного произведения. Диалог между автором, современником и потомком возможен только при условии бережного отношения последнего к концептуальной сущности произведения, умения распознать за новой внешней формой произведения его духовную суть, а также передать эту суть современными средствами.

В заключение хочется отметить, что обращение к теме классики в эпоху модернизации и нанотехнологий может рассматриваться как вызов. Одна из особых черт классики – ее бытийность, онтологический критерий. Классика отвечает на вечные, универсальные вопросы человеческого бытия. Эта универсальность является парадоксальной: каждое новое поколение читателей по-новому интерпретирует вечные, бытийные темы. Именно бытийность классики, ее способность запечатлеть в тексте антропологические и онтологические универсалии, некий комплекс вечных, надвременных идеологий определяет ее ценность для читателей, давая возможность вневременного диалога между автором, текстом и интерпретатором: «Классический текст – средство *обнаружения бытия*, он овеществляет его, делает воспринимаемым. Классика – это свидетельство о том запредельном, что тем не менее есть. Она дает нам откровение трансцендентного. Классический текст есть явленная структура бытия. Он не сочиняется, но извлекается из порядка мира, и в этом главная причина его притягательности. ...Следуя течению текста, мы обнаруживаем себя в пространстве невозможного опыта, в присутствии невербализуемой реальности. Это возможно потому, что исходным импульсом автора служило метафизическое переживание, соприкосновение с теми модусами реальности, где она обнаруживает свою истину, незримую для обыденного сознания. Таким образом, совершенный текст, будучи фактом языка, фиксированной последовательностью знаков, хранит потенцию развертывания диалога читателя и автора, в котором осуществляется предстояние обоим истине бытия» [7, с. 64].

Онтологичность классики, ее обращенность к «истине бытия», а также эстетизм изложения ведут к тому, что читатель, всякий раз соприкасаясь с классическим текстом, получает возможность нового эстетического опыта: удивления, захваченности, восторга. Время здесь выступает как оценщик, способствуя «наращиванию культурной ауры текста, насыщению его новыми смыслами..., усиливая энергетику текста и создавая вокруг него обширное незримое братство читателей» [7, с. 63]. Классика заключает в себе сущность понимания вечных ценностей, а это, в свою очередь, ощущает читатель, подсознательно стремящийся к соприкосновению с ними: «Похоже, что природа человека при всей своей пластичности обладает тем не менее некоторыми антропологическими константами, и классика с ними вступает в резонанс, интенсифицируя проживание и иницируя процессы устроения личности» [7, с. 65], утверждая существование совершенных вещей в любые времена, заставляя человека сделаться человеком.

### Литература

1. *Бердяев Н.А.* Русская литература XIX века и ее пророчества // Истоки и смысл русского коммунизма. – М.: Наука, 1990. – 224 с.
2. *Волков Г.Н.* Я числюсь по России // Три лика культуры. – М.: Мол. гвардия, 1986. – 335 с.
3. *Лихачев Д.С.* Культура и мы // Заметки и наблюдения: из записных книжек разных лет. – Л.: Сов. писатель, 1989. – С. 537–561.
4. *Лихачев Д.С.* Разное о литературе // Заметки и наблюдения: из записных книжек разных лет. – Л.: Сов. писатель, 1989. – С.116–209.
5. *Лихачев Д.С.* О культуре // Заметки и наблюдения: из записных книжек разных лет. – Л.: Сов. писатель, 1989. – С. 257–293.
6. *Мережковский Д.С.* Русская поэзия и русская культура // О причинах упадка и новых течениях современной русской литературы. – URL: <http://modernlib.ru/books/>.
7. *Михайлова М.В., Пигров К.С.* Что такое классика? Вечные собеседники // Вопросы культурологии. – 2011. – № 8. – С. 61–65.
8. *Эпштейн М.Н.* Новое в классике (Державин, Пушкин, Блок в современном восприятии) // Парадоксы новизны: о литературном развитии XIX–XX веков. – М.: Сов. писатель, 1988. – С. 82–119.

## ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПАРК В ГОРОДЕ КРАСНОЯРСКЕ: ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

*Рассмотрены этапы формирования Центрального парка в городе Красноярске, охватывающие период с 1820-х годов до настоящего времени. Выявлены результаты архитектурно-планировочных преобразований городского сада в дореволюционные годы и проектные идеи формирования Центрального парка культуры и отдыха в XX – начале XXI века. Показаны основные принципы, определяющие современную концепцию развития Центрального парка как главного элемента экологического каркаса Красноярска.*

**Ключевые слова:** городской сад, Центральный парк, город Красноярск, проектный план, система озеленения города.

V. I. Tsarev, V.L. Chobanyan

## THE CENTRAL PARK IN KRASNOYARSK CITY: FORMATION HISTORY AND ARCHITECTURAL AND PLANNING TRANSFORMATIONS

*The Central park formation stages in Krasnoyarsk city, covering the period from 1820 till the present days are considered. The results of architectural and planning transformations of the urban garden in pre-revolutionary years and design formation ideas of the Central recreation park in the XX – the beginning of the XXI century – are revealed. The basic principles defining the modern concept of the Central park development as the main element of the Krasnoyarsk ecological framework are shown.*

**Key words:** urban gardens, the Central park, Krasnoyarsk city, master plan, urban landscape gardening system.

---

Центральный парк Красноярска, основанный почти 200 лет назад, является важным элементом городской структуры, отражающим принципы преемственности в формировании культурно-исторической среды, ярким примером садово-паркового искусства Сибири. Современное состояние парка настоятельно требует реализации новой концепции его развития, для разработки которой весьма актуальным является изучение исторических предпосылок, послуживших факторами предшествовавших преобразований.

В 1822 году Красноярск стал административным центром Енисейской губернии. Первый енисейский губернатор А.П. Степанов активно занялся благоустройством города. Он предпринял меры по составлению проектного плана Красноярска, который был завершен и получил высочайшее утверждение в 1828 году [1]. На плане определился новый общегородской центр – Соборная площадь, которая с южной стороны примыкала к участку лесного массива, сохраненному по предложению Степанова для устройства публичного сада. Губернатор, поясняя истоки своего замысла, писал, что «на западной стороне Красноярска была некогда хвойная роща над крутым берегом Енисея; но самоуправство граждан подрубило ее и теперь на самом этом месте воздвиглись песчаные горы, с которых песок не только засыпал дома, но до половины улицы, лежащие на южной стороне и даже, мчась через Енисей на восток, завалил село Ладейское, состоящее в 7 верстах на противоположном берегу» [2].

Следует отметить, что первоначальные границы участка, отведенного под сад, имели несколько иные размеры, как показано на плане, «снятого с Красноярска в настоящем его виде» (1827 год) [3]. Они определялись с северной стороны Воскресенской улицей (ныне проспект Мира), а с южной – берегом Енисея. Восточная граница участка проходила по направлению современной улицы Диктатуры Пролетариата, а западная – вдоль нынешней улицы Декабристов. Прямоугольник лесного массива, размеры которого составляли примерно 660×430 м, в меридиональном и широтном направлении пересекали по центру две прямые аллеи (рис. 1).



*Рис. 1. Фиксационный план Красноярска 1827 г. Фрагмент [3]*

В 1825 году петербургский архитектор В.И. Гесте, занимавшийся совместно с губернским архитектором П.Ф. Воцким составлением плана Красноярска, в своем рапорте в министерство внутренних дел сообщал, что «публичный сад, ими назначенный в середине к проливу, сохранен и сделан в правильном виде» [4]. В соответствии с проектным замыслом В.И. Гесте уменьшил на плане площадь сада, который приобрел новые границы: с северной стороны – вдоль Гостинской улицы (ныне улица К. Маркса), а с восточной от участка лесного массива отсекалась территория для трех новых городских кварталов. По плану размеры участка для сада составили около 440×270 м. Планировочную структуру сада на чертеже столичный архитектор выполнил по регулярным принципам, господствовавшим в российском градостроительстве того времени, в виде центричной, радиально-лучевой схемы. Главный луч структуры – центральная (меридиональная) аллея сада, должна была стать основной осью общегородского центра, на которую предполагалось ориентировать здание будущего собора, а также она обеспечивала связь между Соборной площадью и берегом Енисея (рис. 2). Однако проектная планировка городского сада с мелкочаеистой структурой, рассчитанной в большей степени на низкорастущие насаждения, в условиях существовавших высоких древесных пород не была реализована.



*Рис. 2. Проектный план губернского города Красноярска, утвержденный в 1828 году. Фрагмент [5]*

Губернатор А.П. Степанов, характеризуя первые мероприятия красноярской администрации по осуществлению проектного плана, писал: «Площадь новая, очерченная, так сказать, легкими постройками, что б сообщить ей надлежащую форму, будет одною из лучших площадей, ежели окружится каменными зданиями, по плану предназначенными; в настоящее время с южного фаса закладывается каменный гостинный двор, легкой архитектуры; он будет обращен одною стороною на площадь, а противоположно к саду, в который должна измениться роща, сохраненная от назойливого стада граждан (на том месте, где ныне существуют новые кварталы, был до 1822 года выгон скота)» [2, с. 178].

Следующий этап преобразований городского сада в Красноярске связан с деятельностью губернатора В.К. Падалки, охватывающей 1845–1861 годы. В описаниях города XIX века отмечалось, что стараниями губернатора «сад был отлично распланирован, по главной и некоторым боковым аллеям были разбиты цветочные клумбы, выстроено было летнее помещение для благородного собрания, дачный домик для губернатора, красивая крытая веранда для танцев, помещение для игры в кегли и роскошная, в строго китайском стиле беседка, с разноцветными расписными стеклами, причудливым китайским фонарем, стеклянными разноцветными колокольчиками на крыше и флюгером в виде дракона» [6].

Результаты преобразований городского сада, осуществленные в середине девятнадцатого века, получили графическое отражение на проектом плане Красноярска, составленном губернским землемером А.И. Бутаковым и утвержденном в 1855 году [7]. В соответствии с предшествующим проектным планом города северная граница сада прошла вдоль Гостинской улицы, формируя ансамбль Соборной площади. Вместо предлагавшихся прежде с восточной стороны сада трех городских кварталов на новом плане показаны три сложившиеся полуквартала, отделявшиеся от садового участка переулком, получившим название Садовый (ныне улица Дзержинского). С западной стороны значительный участок сада вновь был отсечен пробивкой нового переулка (ныне улица Горького). Первоначально на этом участке, находившемся между современными улицами Горького и Декабристов, был разбит сквер, который к концу столетия исчез. Планировка сада, новые размеры которого составили примерно 420×260 м, имела центральную аллею, проложенную с севера на юг от Соборной площади до берега Енисея. На ней находились две площадки: первая – в форме круга была устроена недалеко от главного входа. Она пересекалась второй аллеей, пролежавшей в широтном направлении. В центре площадки находилась, вероятно, постройка округлых очертаний. К юго-западу от нее, судя по плану, в окружении деревьев стояли несколько строений. Вторая площадка, эллипсовидной формы, размещалась в центральной части сада. На ней находилась, вероятно, веранда для танцев. По территории сада были проложены криволинейные тропинки, на пересечениях которых имелось несколько небольших круглых площадок (рис. 3).

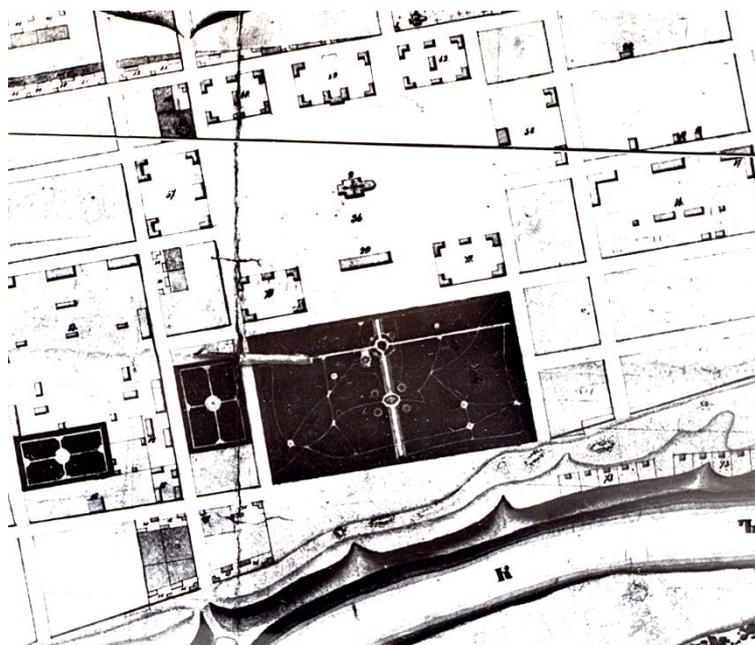


Рис. 3. Проектный план Красноярска. 1855 г. Фрагмент [7]

К концу XIX века состояние городского сада значительно ухудшилось, о чем с сожалением высказывались горожане. «Ранее за исправным содержанием сада был строгий надзор. Но после губернатора Падалки все это пришло в упадок: от китайской беседки остался только жалкий остов, дачный домик сгорел, остальные сооружения также предоставлены разрушительному действию времени. Только ко времени проезда наследника цесаревича, в 1891 году, вместо обветшавшего старого, было выстроено новое здание для летнего помещения благородного собрания и беседка в русско-византийском стиле для встречи высокого гостя. Но, несмотря на такое плохое содержание сада, последний все-таки привлекает летом со всех концов города массу разнообразной публики, приходящей сюда подышать чистым, здоровым воздухом после душливой пыли, столбом стоящей на городских улицах» [6, с. 112] (рис. 4).



*Рис. 4. Красноярск. Городской сад: китайская беседка (открытка начала XX века. Красноярский краеведческий музей)*

В начале 1890-х годов прибрежный участок, примыкавший к саду, так называемый «тир», был уступлен обществу попечения о начальном образовании, организовавшему здесь площадку для игр и физических занятий детей. Однако в 1896 году эту территорию отвели под здание мужской духовной семинарии, которое возвели в 1900–1903 годах. Каменная ограда, окружившая участок семинарии, и жилая застройка, появившаяся на южной границе сада, преградили его выход к реке, что нарушило градостроительную идею раскрытия общегородского центра к Енисею.

План Красноярска, составленный в 1906 году [8], показывает, что в начале двадцатого века по южной границе сада пролегла Садовая улица (ныне улица Богграда), отделившая его от Енисея. Планировка участка, размеры которого не изменились, сохраняла основные элементы, унаследованные со середины девятнадцатого столетия. Из объектов в саду размещались деревянные постройки летнего общественного собрания и веранды, поставленной на центральной аллее (рис. 5).

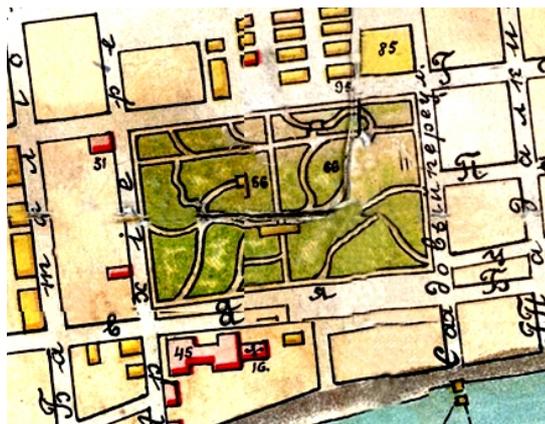


Рис. 5. Фиксационный план Красноярска. 1906 г. Фрагмент [8]

В описаниях Красноярска начала XX века указывалось, что «в юго-западном углу сада устроен детский сад с приспособлениями для разных игр и гимнастических упражнений, территория которого была отведена взамен отданного для духовной семинарии участка «тира»; вход в сад с Архиерейского переулка, так как детский сад отделен от городского высоким досчатым забором для изолирования детской публики от взрослой и разнородной массы посетителей сада» [9]. На участке этого детского сада, по воспоминаниям горожан, «деревьев было мало; почти в центре была большая горка, похожая на курган; наверху стояла скамейка; с горки зимой катались на санках, а летом просто забегали, состязаясь на скорость забега; кроме площадки для игры в городки и крокет, требующие большого поля, здесь же были «исполинские шаги»; детвора, да и подростки усиленно посещали этот сад, а в некоторые периоды играми пользовались и взрослые, особенно это касалось городков» [9, л. 17] (рис. 6).



Рис. 6. Красноярск. Участок «детского сада» в городском саду (фотография 1903 г. Красноярский краеведческий музей)

В 1908 году техник В.А. Поляков построил в северо-восточной части городского сада деревянное здание для кинематографа. Оно прослужило городу до 1960-х годов, когда на его месте был выстроен кинотеатр «Луч».

Одним из первых мероприятий, осуществленных советской властью в Красноярске, явилась подготовка в 1917 году воззвания к горожанам, призывавшего сохранить городской сад «как учреждение, служащее для бедноты средством иметь возможность пользоваться бесплатно свежим воздухом» [10].

С 1935 года городской сад стал называться Центральным парком культуры и отдыха имени М. Горького. В 1936 году в ЦПКиО оборудовали первую в республике детскую железную дорогу. В том же году был разрушен Богородице-Рождественский собор, формировавший вместе с городским садом ансамбль главной площади Красноярска.

В послевоенный период в Центральном парке была осуществлена частичная замена древесных насаждений, в результате которой в 1952 году удалили 300 погибших деревьев, а взамен их высадили более 1800 молодых сосен, лиственниц, лип и других ценных растений [11].

Во второй половине 1950-х годов в Центральном парке стал культивироваться американский клен, а также другие лиственные деревья. Очень хорошо было развито цветоводство, представленное клумбами и дорожкам с цветами, среди которых выделялись розы, гладиолусы, канны. Некоторые горожане высказывали мнение о том, что в дальнейшем следовало бы разнообразить древесную растительность, «взяв курс на развитие здесь ботанического сада в условиях паркового его использования» [9, с. 12].

В генеральном плане Красноярска, утвержденном в 1951 году (Ленгипрогор), архитекторы обратили внимание на необходимость расширения парка в связи с ростом населения центральной части левобережного города. Сложившаяся система улиц, ценность окружающей застройки, а также наличие реки в непосредственной близости продиктовали целесообразность дальнейшего развития парка в южном направлении. По замыслу главного архитектора генплана Ю. И. Киловатова, из центра верхней береговой полосы парка предполагалось построить широкую каменную лестницу к водной и лодочной станциям. По обе стороны от лестницы намечалось строительство трибун для зрителей, которые имели бы возможность наблюдать за соревнованиями по гребле, плаванию, прыжкам с вышки и другим видам водного спорта. Береговые границы города от парка планировалось очертить широкой лентой бульвара [11].

С северной стороны парка культуры и отдыха в проекте предлагалось реконструировать центральный вход, который должен был находиться на одной оси с главным подъездом Дома Советов, возведенного на противоположной стороне площади Революции. В описаниях архитектурных идей 1950-х годов указывалось, что «центральная площадь в Красноярске характерна своими большими размерами; условия уже сложившейся капитальной застройки по ее периметру еще до утверждения генерального плана не позволили архитекторам обычным путем сократить эти размеры; это будет сделано разбивкой двух больших скверов у зданий управления железной дороги и краевой библиотеки; цветники, кустарниковая зелень, переходящая постепенно в полосу высокорастущих деревьев, значительно сократят излишние размеры площади и одновременно превратят ее в место отдыха трудящихся; в скверах будут сооружены красивые фонтаны, стенды, цветочные вазы, скульптурные украшения; многочисленные светильники и прожекторы зальют площадь ярким электрическим светом» [11, с. 68].

1960-е годы стали очередным этапом преобразований Центрального парка Красноярска, связанным с разработкой нового генерального плана города (Ленгипрогор, 1960 г.). Исследователи архитектуры города указывали в те годы, что «особого внимания заслуживает опыт использования озеленения в организации общегородского центра, раскрываемого в сторону главной водной артерии города – Енисея; этот принцип, заложенный еще в прошлом, по генеральному плану и проекту детальной планировки центральной части должен получить дальнейшее развитие» [12].

Проектная концепция формирования общегородского центра предусматривала реконструкцию исторически сложившейся системы озеленения, на основе которой предлагалось создать «зеленую анфиладу», включавшую ЦПКиО имени М. Горького и сквер на площади Революции с выходом на север от Дома Советов к скверу имени В. И. Сурикова и далее к реке Каче [12] (рис. 7).



Рис. 7. Красноярск. Центральный парк культуры и отдыха имени М. Горького (открытка 1960-х годов. Красноярский краеведческий музей)

Центральный парк культуры и отдыха как главное ядро этой анфилады предлагалось реконструировать с максимальным сохранением существовавших деревьев и планировки. Проектом реконструкции предусматривался вынос зоны шумного отдыха за пределы основной части парка, в сторону Енисея. Парадный, открытый характер придавался лишь главной аллее парка, которая должна раскрыть перспективу от площади Революции и здания Дома Советов к реке, что требовало сноса застройки на прибрежной территории. При дальнейшей реконструкции парка предлагалось учесть необходимость всемерной изоляции его от транспортных направлений, с устройством свободной и безопасной связи с прибрежной зоной отдыха и пляжем. Другим, не менее важным условием организации Центрального парка культуры и отдыха Красноярска являлся вынос аттракционов и спорта за пределы существовавшей территории, с использованием для этого островов Отдыха и Татышев [12].

В 1972 году начались практические мероприятия по реконструкции Центрального парка, в результате которых он снова получил выход на берег Енисея. Однако очередные планировочные преобразования привели к значительному сокращению зеленых насаждений. Осталась нереализованной проектная идея создания системы озеленения, охватывающей весь полуостров центральной части города, которая должна была связать ее планировку и застройку с естественным ландшафтом. В центральную парковую зону общегородского значения не получили достаточного включения енисейские острова.

В основных положениях действующего генерального плана Красноярска (РосНИИПИурбанистики, СПб.), утвержденного в 2001 году, вновь зазвучали предложения о создании единой системы озеленения города с включением островов и новых набережных Енисея, лесопарков и пригородных лесных массивов. Однако по прошествии более десяти лет после утверждения генплана эти проектные идеи остаются нереализованными.

Рассмотренные особенности исторических этапов формирования Центрального парка Красноярска свидетельствуют о необходимости использования в новой концепции его развития принципа преемственности, основанного на изучении и применении в современных условиях прежних проектных идей (взаимосвязь с речной акваторией и природными ландшафтами, создание «зеленой анфилады»). Воссоздание Центрального парка как главного ядра системы озеленения Красноярска потребует пересмотра его роли в культурно-исторической среде города, которая может быть направлена на реализацию идеи формирования ботанического сада. В целом, ближайшие преобразования центрального парка должны быть

связаны с усилением его значения как важнейшего элемента общегородского центра и экологического каркаса Красноярска.

### Литература

1. Царев В.И., Крушлинский В.И. Красноярск. История и развитие градостроительства. – Красноярск: Кларетианум, 2001. – С. 36–39.
2. Степанов А. П. Енисейская губерния. – СПб., 1835. – Ч. 1. – С. 176.
3. Российский государственный исторический архив. – СПб. Ф. 1293. Оп. 168. Д. 16. План города Красноярска. 1827.
4. Российский государственный исторический архив. СПб. Ф. 1286. Оп. 3. Д. 312. По отношению Иркутского и Енисейского генерал-губернатора об утверждении вновь составленного плана города Красноярска. 1824–1829.
5. Российский государственный исторический архив. СПб. Ф. 1293. Оп. 166. Д. 21. План города Красноярска. 1828.
6. «Великий путь». Виды Сибири и Великой Сибирской железной дороги. – Красноярск: Изд. М. Б. Аксельрод и К°, 1899. – Вып. 1. – С. 111.
7. Российский государственный исторический архив. СПб. Ф. 1293. Оп. 168. Д. 13. План Енисейской губернии губернского города Красноярска, сочиненный в 1852 году.
8. План губернского города Красноярска Енисейской губернии, составленный и дополненный в 1906 году. Красноярский краеведческий музей.
9. Государственный архив Красноярского края. Ф. Р-2120. Оп. 1. Д. 15. Яворский А. Материалы к истории Центрального парка культуры и отдыха им. А.М. Горького в Красноярске. 1960. Л. 16.
10. Бердников Л.П. Вся красноярская власть: очерки истории местного советского управления и самоуправления (1917–1993). Факты, события, люди. – Красноярск: Кн. изд-во, 1996. – С. 17.
11. Нифантьев Е.С. Город на Енисее. – Красноярск: Кн. изд-во, 1954. – С. 62.
12. Ружже В.Л. Красноярск. Вопросы формирования и развития. – Красноярск: Кн. из-во, 1966. – С. 135.





## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.147.88:371.388.6

Л.Ю. Айснер

### К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПОТЕНЦИАЛА УЧАЩИХСЯ (ИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА)

*Представлен краткий обзор зарубежных методов обучения, способствующих развитию научно-исследовательского потенциала учащихся образовательных учреждений разного уровня.*

**Ключевые слова:** научно-исследовательская работа, методы исследования, научное мышление, учебные навыки, образовательные технологии.

L.Yu. Aisner

### TO THE ISSUE OF STUDENT SCIENTIFIC-RESEARCH POTENTIAL DEVELOPMENT (FROM FOREIGN EXPERIENCE)

*The brief review of foreign teaching methods facilitating the development of scientific-research potential among students of different level educational institutions is given.*

**Key words:** scientific-research work, research methods, scientific thinking, study skills, educational technologies.

В современном обществе, обществе знания, одна из важнейших компетенций человека – это умение «учиться». Это связано с тем, что новые технологии повсеместно ускоряют создание и распространение знаний. Обучение становится ключевой ценностью [5]. Важное значение приобретают способность ориентироваться в потоке информации, когнитивные способности, критический ум, позволяющий отличать полезную информацию от бесполезной, то есть способность к научно-исследовательской работе.

Научно-исследовательский потенциал – это способность и стремление к творческой и исследовательской деятельности, позволяющие учащемуся самостоятельно осваивать, перерабатывать предлагаемые идеи, теоретические и практические задачи, знания; а также применяемые учащимся методы, позволяющие использовать полученные и освоенные знания для принятия собственных нетиповых решений в русле актуальных исследований или проектирования.

За рубежом цель развития научно-исследовательского потенциала учащихся стоит в первую очередь перед системой высшего образования: «...исследования, проведенные в Германии, показывают, что если способности и навыки к самостоятельному труду не прививаются систематически на начальном этапе обучения в вузе, то студенты не смогут в фазе непосредственного включения в научное исследование полностью применить и использовать свои возможности» [2, с. 114].

Данная образовательная ориентация заложена еще в эпоху романтизма Вильгельмом фон Гумбольдтом, который занимал пост тайного советника министерства внутренних дел Пруссии [3, с. 160]. Университетская реформа Гумбольдта позволила выдвинуть на первый план исследовательскую деятельность – в этой ситуации профессор был в первую очередь ученым, а потом уже преподавателем. Соответственно, у преподавателя был опыт ученого, который он мог передать и передавал учащимся.

Такое отношение к научно-исследовательской деятельности студентов позволяет искать новые пути в развитии и стимулировании научно-исследовательского потенциала учащихся. В высшей школе за рубежом применяют такие методы развития научного мышления, как «метод проектов», анализ конкретных ситуаций (case-study), групповая дискуссия, метод мозгового штурма (brainstorming) [1]. Кратко остановимся на том, какие научно-исследовательские навыки развивают эти методы обучения.

«Метод проектов» ставит своей целью формировать и развивать критическое и творческое мышление учащихся. Данный метод предполагает проблемную постановку вопроса, самостоятельное решение задачи

и презентацию достигнутых результатов. Метод «анализ конкретных ситуаций» призван развивать аналитические способности, навык правильного использования информации, а также ставит своей целью вырабатывать самостоятельность и инициативность студентов. При использовании этого метода организуется активная познавательная деятельность обучающихся.

Метод «групповой дискуссии» ставит целью научить четко выражать мысли, отстаивать свою точку зрения, аргументированно высказывать возражения, умение опровергать ошибочную позицию. Данный метод развивает способность диалогического общения участников обучения.

Метод «мозгового штурма» ставит целью произвести генерацию идей и одновременно, путем введения эксперта, осуществить критический анализ сгенерированных идей. Данный метод позволяет обучить студентов умению сформулировать проблему, имеющую неординарное решение, и развить способности генерировать идеи и гипотезы.

Однако некоторые из указанных методов (особенно это касается метода проектов) применяются не только в вузах, но и в школах. На сегодняшний день существуют технологии развития творческих и исследовательских способностей детей даже в дошкольных учебных заведениях, например монтессори-педагогика и вальдорфская школа.

Коротко рассмотрим школьные и дошкольные развивающие технологии. Вальдорфская школа получила свое название от фабрики «Вальдорф». Она рассматривала душу как божественное начало. И поскольку человек приходит на землю с определенной миссией, задача школы – помочь ребенку проявить свою душу и выполнить свое предназначение. Основные положения вальдорфской педагогики можно свести к следующим положениям: природосообразность, свободное воспитание и обучение, воспитание и обучение приспособляется к ребенку, приоритет воспитания, культ здоровья и творчества, подражание в качестве средства обучения, синтез европейской и восточной культур, единство развития интеллекта, духовных качеств и трудовых навыков, школа одного учителя, одна жизнь для педагога и ученика, школа для всех. Целью вальдорфской педагогики является задача сформировать целостную и гармоничную личность. Это возможно благодаря акценту на самореализацию, самоопределение и индивидуальную ответственность. Для данной системы характерна возможность сопоставить результаты образования с традиционной системой [4].

Монтессори-школа: Мария Монтессори получила первоначально образование врача и работала с детьми, имеющими ограниченные возможности. Наблюдая за такими ребятами, она предположила, что их состояние связано не столько с заболеванием, сколько с отсутствием возможности развиваться – ими никто не занимался и не пытался давать образование. В своей педагогической практике Мария Монтессори реализовала идеи свободной педагогики и выдвинула идею раннего развития. Она предположила, что детям нужна развивающая среда, которая будет стимулировать процесс саморазвития. Результаты ее педагогической деятельности были ошеломительными, и данная педагогическая система получила широкое распространение по всему миру.

Целью данной системы можно считать раскрытие самостоятельности и всестороннее развитие. Образовательные технологии данной школы базируются на идее о возможности саморазвития ребенка при условии создания развивающей среды. В разном возрасте у детей проявляется особая чувствительность к тому или иному образовательному материалу. Так, можно выделить периоды:

- до 3 лет: свойственна предметно-чувственная ориентация, особая чувствительность (сензитивность) к способу расположения предметов в пространстве;
- от 3 до 6 лет: развивается наглядно-образное мышление; для этого возраста свойственна особая чувствительность к речи и языку;
- от 6 до 9 лет: осваиваются абстрактные действия, характерна сензитивность к социализации;
- старше 9 лет происходит завершение начального периода школы и для следующих этапов характерна самостоятельность.

По мнению Марии Монтессори, до 5 лет ребенок строит сам себя. Очень важно на данном этапе развивать моторные и сенсорные чувства и умения. После 5 лет развивается сознание, ребенок проявляет исследовательские качества. К 8 годам происходит становление исследовательского интереса к тексту. Исходя из этих особенностей возраста, детям предлагается различная педагогическая развивающая среда [4].

Дальтон-план-школа: Хелен Паркхерст в США (г. Дальтон) в 1920 году на основе идей М. Монтессори организовала школу, которую принято называть дальтон-план-школа. Основным принципом организации является свобода, самостоятельность и сотрудничество. Основная задача Хелен Паркхерст была в том, чтобы привлечь ребят к организации обучения. Дети сами составляли план обучения на неделю. Таким образом, индивидуальный план стал средством самоконтроля и саморефлексии. Помимо этого, у ребят есть возможность выбрать различный темп обучения. В данной школе могут быть как группы одного возраста, так

и разновозрастные группы. Дети получают возможность планировать свою учебную деятельность, самостоятельно ставить цели, совершать выбор, творчески мыслить, работать в группе и распределять обязанности. Дети свободно планируют свое время, выбирают порядок выполнения заданий, организуют общение друг с другом. Задача учителя в данной школе состоит в формировании доброжелательной, доверительной и активной атмосфере. Учитель формирует как учебные навыки, так и социальные. Основная дидактическая единица этой школы – это задача или задание. Ведется строгий учет по выполнению каждым учеником заданий. Учеба начинается с «круга», на котором обсуждаются планы учащихся на день, старшие школьники планируют свою деятельность на более длительный срок. Таким образом, каждый может составить индивидуальный план обучения. По каждому предмету есть 3 уровня обучения (минимальный, средний и развернутый) и 3 темпа прохождения программы (медленный, средний и быстрый) [4].

Йена-план-школа: германский профессор П. Петерсен внедрил в экспериментальной школе при Йенском университете в 1924 году новую модель образования. В основе данной модели лежат следующие принципы: уважение к личности, признание уникальности каждого человека; организация школы по принципу самоуправления; создание гармоничных групп, которые развивают индивидуальность; процесс обучения строится на базе четырех видов деятельности: игры, диалога, обучения, праздника; оценка достижений учащихся с точки зрения его индивидуального развития

С точки зрения П. Петерсена, школа должна превратиться в школьную общину, где все участники должны относиться друг к другу как братья. Форма контроля вводится в виде патронажа старших над младшими. В школе нет четкого деления на перемены и уроки – учащиеся могут свободно передвигаться в пространстве школы и обращаться друг к другу. В данной школе отсутствует понятие классической школьной отметки. Широко практикуется учет, самоучет, самооценка. В конце года педагоги предлагают одну оценку для обсуждения в группе и другую – объективную оценку – для родителей. Управление школой находится в руках комитета из родителей и учителей. Указанный комитет планирует работу, организывает школьные мероприятия, решает вопросы хозяйственной деятельности. В педагогической системе «Йена-план» родители принимают активное участие, вплоть до того, что руководят творческими мастерскими. Для данной школьной системы характерны гетерогенные по возрасту группы: младшая, средняя и старшая. Помимо основных групп, организованных для работы по учебной деятельности, есть подгруппы, которые возникают месяца на три по интересам. Для группы детей предполагается два работающих учителя. Роль учителя в системе «Йена-план» синтезирует две крайности. П. Петерсен резко критиковал как авторитарную позицию учителя в традиционной школе, так и служебную роль в альтернативных системах образования. Школьный день начинается с планирования, ребята говорят о своих проблемах, задают вопросы и получают задания сразу по всем предметам. Получают время на самостоятельную подготовку, и каждый работает в своем ритме и осваивает индивидуальный объем знаний. Старшие ребята получают задание на неделю. Если ребята выполняют раньше свой план – они могут выбрать себе дополнительное задание. В понедельник планируется неделя, в пятницу подводятся итоги.

Неотъемлемой частью этой педагогической системы является система праздников, которые проводятся обязательно раз в две недели (это ярмарки); раз в год устраивается очень большой праздник.

В педагогической системе «Йена-план» приоритет принадлежит воспитанию. Одной из основных целей является необходимость дать детям разностороннее представление об изучаемой теме. Конечная цель начального образования – обучить чтению, письму, счету и поиску новой информации с опорой на приобретенные знания [4].

Глядя на применяемые методы и технологии в зарубежном альтернативном образовании, мы можем сделать вывод о том, что только метод проектов применяется как в высшем профессиональном образовании, так и в школьном. Данный факт доказывает то, что метод проектов является наиболее предпочтительным методом в образовании учащихся как в системе высшего образования, так и в системе дополнительного образования. Метод проектов служит своего рода связующим звеном между школой и вузом и может послужить основой для интеграции вузовских программ в дошкольное образование.

### Литература

1. *Бондаренко Е.Н.* Технологии и методы обучения студентов в зарубежном педагогическом вузе // Высшее образование в России. – 2009. – № 6. – С. 132–138.
2. *Курганов А.В.* Опыт реформирования готовности студентов к исследовательской деятельности на примере стран Европы // Казанский пед. журн. – 2006. – № 2. – С. 114–119.

3. Мотрошилова Н.В. Социально-исторические корни немецкой классической философии. – М.: Наука, 1990. – 205 с.
4. Селевко Г.К. Альтернативные педагогические технологии. – М.: Изд-во НИИ школьных технологий, 2005. – 224 с.
5. Lane R.E. The Decline of Politics and Ideology in the Knowledgeable Society // American Sociological Review. – 1966. – Vol. 31. – P. 649–662.



УДК 37.033

*Н.А. Гончаревич, О.В. Шайдурова*

### ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕННОСТЕЙ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

*В статье обосновываются проблемы формирования экологических ценностей будущих специалистов, обусловленных необходимостью развития современной личности студента, обладающего устойчиво положительным отношением к природе и навыками защиты окружающей среды.*

**Ключевые слова:** экологические ценности, образовательный процесс, экологическое воспитание, экологическое сознание.

*N.A. Goncharevich, O.V. Shaydurova*

### PROBLEMS OF THE ECOLOGICAL VALUE FORMATION FOR FUTURE SPECIALISTS

*The article substantiates the problems of the ecological value formation for future specialists caused by the development need of the modern student personality, who has consistently positive attitude to the nature and environmental protection skills.*

**Key words:** environmental values, educational process, environmental education, environmental consciousness.

---

Серьезнейший экологический кризис внес существенные коррективы в отношения человека и природы, заставил переосмыслить все достижения мировой цивилизации, наполнил новыми смыслами понятие гармоничности отношений человека и природы, повлек изменения влияния человека на окружающую среду, в связи с чем повысилась актуальность экологической культуры и экологического воспитания. Проблема формирования ценностных ориентаций подрастающего поколения, становления того спектра ценностей, которые определяли бы его отношение к окружающей среде, вызвала необходимость целенаправленного воспитательного и обучающего воздействия на сознание с целью формирования экологических ценностей.

В работе Т.В. Ивановой «Экологические ценности в общественном сознании» понятие «экологические ценности» раскрывается как отражение в сознании человека природных ценностей, которые могут рассматриваться как фактор, обеспечивающий определенный тип поведения в условиях конкурирующих внешних воздействий.

Необходимость формирования экологических ценностей у будущих специалистов обусловлена отсутствием потребности молодежи придерживаться основных моральных категорий, определяющих нравственное обязательство личности перед обществом и окружающей средой.

Проблема экологического воспитания, формирования экологических ценностей лежит на стыке таких наук, как психология, педагогика и экология и на сегодняшний день практически не разработана в научной литературе.

Образовательный процесс, основанный только на традиционном знаниево-ориентированном подходе, не может в полной мере обеспечить решение актуальных экологических проблем, потому что человек, усвоивший необходимые знания, еще не обязательно проявляет себя как субъект экологической культуры. Изменить такое положение дел можно при условии, что в процессе образования студента не только научат, как

правильно поступать, но и обеспечат организационно-педагогические условия для того, чтобы он осознавал себя носителем экологических норм и ценностей.

Экологическое воспитание позволяет личности обрести свой образ в природе, создать условия для гармоничного развития во взаимодействии с природой на основе принципов эгоцентризма и превращения пассивного мыслителя в активного исследователя природных процессов и творца своего будущего. В этой связи в образовательной среде необходимо создать единый социально-педагогический режим, который будет способствовать развитию экологического сознания личности. По этой же причине содержание образования должно быть перестроено с позиций экологического императива: человек – прежде всего часть природы, биологический вид, поэтому он либо погибнет вместе с ней, либо отыщет пути дальнейшей совместной эволюции.

Человечество стоит перед необходимостью перейти от созерцательной констатации наиболее общих свойств природного мира и воспроизведению их в той или иной естественнонаучной картине к пониманию перспектив общественного развития, осмыслению активности человека, его устремленности к переустройству мира. Выход из экологического кризиса может стать управляемым лишь на основе участия в этом процессе людей, объединенных экологическим мировоззрением, основные установки которого заданы в образовательном процессе.

В этом заключается основная сущность проблемы экологического образования и воспитания, выступающей объектом исследования ученых с давних времен и до наших дней. Первыми представителями педагогической науки, изучавшими уникальную перспективу воспитания ребенка в тесной связи с природой, явились итальянские гуманисты.

Влияние природы на нравственно-экологическое развитие личности раскрыли великие педагоги прошлого: Я.А. Коменский, Ж.-Ж. Руссо, И.Г. Песталоцци, Ф.В.А. Дистервег, А. Гумбольдт.

Теоретические основы нравственного воспитания подрастающего поколения в процессе общения с природой получили освещение в научных трудах таких известных деятелей отечественной педагогической науки и просвещения, как А.С. Макаренко, В.Г. Огородников, В.А. Сухомлинский, К.Д. Ушинский, которые рассматривали природную красоту как фон для духовного развития человека, неисчерпаемый источник его эмоциональной и интеллектуальной жизни.

Важными являются работы видных просветителей воспитания: А.Г. Асмолова, А.И. Захлебного, И.Д. Зверева, И.Т. Суравегиной, С.Д. Дерябо, В.П. Ясвина и др. И.Д.Зверев определяет цель и задачи, принципы и перспективы экологического образования и воспитания школьников и подчеркивает идею о необходимости реализации экологического воспитания в системе всех направлений всестороннего развития личности. Большое внимание в исследованиях А.И. Захлебного уделено системе и содержанию природоохранного образования в средней школе и эффективным условиям реализации этой системы. И.Т. Суравегина в своих работах выявила содержание и методику изучения мира природы в курсе биологии, а также показала междисциплинарный характер данного аспекта воспитания. В ряде исследований подчеркивается необходимость реализации экологического воспитания путем воплощения его в поведении, образе жизни, системе ценностей, семейном воспитании и внутренней жизни в целом (Иогонзен Б.Г., Печко Л.П., Романова Э.О., Раков И.А., Черная Г.А.).

В научно-исследовательских трудах В.Н. Дикого, Е.М. Кудрявцевой, А.В. Миронова, Е.А. Соловьевой и др. раскрыта роль нравственного и эстетического воспитания в формировании экологической культуры личности.

Отдельным нравственным аспектам экологического воспитания школьников в процессе трудового обучения посвящены исследования Т.В. Денисовой, Н.Н. Пустовит, В.В. Серикова и др., в которых раскрывается сущность бережного отношения к природе путем организации эколого-краеведческой и биотехнической деятельности школьников.

Существенный вклад в развитие школьного краеведения внесли труды И.И. Баранского, М.И. Исханова, В.П. Фомина, Н.Э. Якубовой, в которых подчеркивается необходимость формирования экологической личности путем вовлечения школьников в природоохранную деятельность и ознакомления каждого ребенка школьного возраста с природой той местности, на которой он проживает.

В своих психолого-педагогических исследованиях В.В. Давыдов, А.В. Запорожец, Ю.А. Миславский и др. раскрывают существующие подходы к экологическому воспитанию старшеклассников, целью которых является развитие у детей ценностного отношения к природе, а также формирование экологического мировоззрения.

Важная роль в изучении психолого-педагогических особенностей отношения к природе в юношеском возрасте принадлежит Л.И. Божович, А.В. Запорожец, С.Д. Дерябо, А.Н. Эльконину, Э. Эрикссону, которые

указывают на необходимость учета возрастных особенностей школьников при разработке эффективных методов экологического воспитания.

Все перечисленные исследования внесли существенный вклад в изучение проблемы экологического воспитания, однако в настоящее время существует целый ряд противоречий, среди которых можно выделить противоречия между необходимостью нового подхода к оценке экологической ситуации и сложившимся общественным сознанием, между необходимостью изменения общественного сознания и отсутствием разработанной научно-теоретической базы формирования экологических ценностей.

В настоящее время уровень экологического воспитания соотносится с глобальным экологическим кризисом. Вследствие чего следует отметить, что уровень экологической культуры прямо пропорционален экологической обстановке в мире и находится в прямой зависимости от экологического воспитания.

Сущность экологического воспитания рассматривается не только как составная часть природоохранной системы – это необходимый компонент формирования личности, способной решать задачи будущего этапа развития цивилизации. Поэтому экологическому воспитанию в настоящее время придается особое общественное значение.

Сущность экологического воспитания можно определить следующими категориями: сознание – мировоззрение – ценности – отношение – поведение, которые являются основными компонентами всей системы. Каждое звено представляется в последовательности и выполняет определенную функцию, но все они взаимосвязаны и взаимодействуют в процессе личностного развития и организации экологического воспитания.

Экологическое сознание в самом широком смысле этого слова представляет собой сферу общественного и индивидуального сознания, связанного с отражением природы как части бытия, которое также формируется в процессе экологического воспитания.

Формирование специфического восприятия мира природы и своеобразного отношения к этому миру способствует с течением времени развитию экологического сознания.

В свою очередь, сформировавшееся экологическое сознание оказывает существенное влияние как на своеобразие восприятия природных объектов и явлений, так и на специфику отношения к ним.

Во второй половине прошлого века исследователи обратили внимание на необходимость выделения понятия экологического сознания и выявления его структуры. Первоначально понятие экологического сознания заменялось такими понятиями, как «экологическое мышление», «экологическая мудрость», «природоохранительное мышление» и др. Но достаточно быстро эти понятия были трансформированы в дефиницию «экологическое сознание». В начале 80-х годов XX столетия Р.У. Биджиевой предпринята попытка дать трактовку экологическому сознанию, адекватную тому времени. Автор понимает под экологическим сознанием комплекс экологических воззрений, оценок, теорий различных социальных групп, определяемых характером общественного производства вообще и экономическим положением группы в частности. В то же время реально содержание экологического сознания сводится к экологическим знаниям, хотя и подчеркивается, что ядро этих знаний составляют представления о природе как саморазвивающейся системе [1].

Немного позже А.Н. Кочергин, Ю.Г. Марков, Н.Г. Васильев предприняли попытку изучить специфику развития экологического сознания, выступающего в качестве важного условия решения многих актуальных экологических проблем. По их мнению, экологическое сознание – это отражение социальных, природных и специфических социально-экологических законов функционирования системы «природа–общество», которые выступают объектом отражения этой формы сознания [2].

Представления об экологическом сознании меняются. В настоящее время предпринята попытка оценить экологическое сознание с точки зрения будущего (экологический оптимизм и экологический пессимизм), с позиции утилитарно-экономического подхода (сколько это будет стоить), а также с позиции экологического (ценностного) подхода, выявляющего ценности, которые в определенный момент времени значимы для человечества. Кроме того, на первый план выдвигается проблема собственного психолого-педагогического анализа содержания и структуры экологического сознания.

В современной психологии под сознанием понимается высшая, интегрирующая форма психики, заключающаяся в отражении, целеполагании и конструктивно-творческом преобразовании действительности. Как в процессе отражения, так и в процессе конструктивно-творческого преобразования участвуют все психические процессы человека (восприятие, память, мышление, воображение и др.), в результате чего формируется система знаний о мире, которая, в свою очередь, находит отражение в объективной действительности, в поведении. Все эти процессы сопровождаются эмоциональным откликом, который придает сознанию субъективность и пристрастность.

Экологическое сознание – сознание, имеющее свою направленность, специфику, связанную со своеобразием отражения мира природы и конструктивно-творческим его преобразованием.

В.А. Скребец, характеризуя экологическое сознание в целом, отмечает, что это высший уровень психического отражения природной и искусственной среды, своего внутреннего мира, рефлексия места и роли человека в биологическом, физическом и химическом мире, а также саморегуляция данного отражения. В его понимании экологическое сознание выступает как непрерывно меняющаяся совокупность чувственных и мысленных образов, непосредственно отражаемых в аналитически создаваемых категориях и явлениях, непосредственно фиксирующих индивидуальный, либо общественный экологический опыт, который предвосхищает экологическую практику. Таким образом, преодолеваются первоначальные попытки сведения экологического сознания только лишь к знаниям. Автор выявил структурно-временной аспект взаимосвязи мышления и эмоций как единиц экологического сознания. При этом он обращает внимание на предвосхищающе-прогностическую функцию экологического сознания. Опираясь на такого рода представления, В.А. Скребец предпринимает попытку выделить структурные компоненты экологического сознания и описать основные его свойства или признаки. В качестве структурных компонентов экологического сознания исследователь выделяет прежде всего центрированность сознания на предметах и явлениях природного мира; использование принятых нормативов экологического взаимодействия с природой, характерных для данного общества, конкретного поколения; сочетание чувственных и рациональных аспектов того культурно-исторического опыта, который усвоен как определенной категорией людей, так и конкретным индивидом. Этот опыт опосредован разрешениями и запретами, знаково-символическими функциями взаимодействия с миром, принятыми в данной социальной группе [3].

С.Д. Дерябо и В.А. Ясвин, выделяя противоположные типы экологического сознания (антропоцентрическое и эоцентрическое), ставят следующие вопросы: что представляет собой высшая ценность в существующем мире? Существует ли иерархическая картина мира? Какова цель взаимодействия человека с природой [4]?

В результате экологического воспитания должно быть уже сформировано экологическое мировоззрение, основанное на естественнонаучных и гуманитарных знаниях, отражающее глубокую убежденность личности в понимании единства человека и природы. Справедливо высказывание И.В. Цветковой о том, что формирующееся понятие о гармонии и целостности взаимоотношений природы и общества в результате экологического воспитания может способствовать установлению социального порядка. Экологическое мировоззрение составляет основу принципов и методов познания в экологическом воспитании. Процесс формирования экологического мировоззрения является сложной задачей педагогики. Оно определяет систему ценностей, соответствующее ей отношение и поведение к природе, человеку, обществу [5, 7].

В педагогическом процессе отношение как элемент системы экологического воспитания характеризуется психологическими установками обучающихся к природному и социальному окружению. В них проявляется система ценностей, выражающих сформированное мировоззрение. Отношения отражают психологический настрой обучающихся, особенности восприятия ими экологических проблем. Экологическое воспитание способствует формированию такой системы отношений, которая пронизана чувством глубокой ответственности за окружающую среду перед будущими поколениями и отражает гармоническое сочетание личных и общественных интересов.

Разумное и ответственное отношение к природе нужно в первую очередь самому человеку, чтобы он смог стать и быть человеком, оберегая и развивая полноту и достоинство своего человеческого бытия. Вместе с тем от того, какой тип человека будет формироваться в процессе образования, каким будет уровень его индивидуального сознания, характер и широта межличностных связей, степень включенности в социальную жизнь, профессионализм и т.д., зависят и возможности решения глобальных проблем современности. От уровня зрелости экологического мышления зависит успешность природоохранной и природопреобразующей деятельности. Кроме того, через отношение к природе формируется нравственное отношение к социальному окружению, ведь природа – это общий дом всего человечества и забота о нем предполагает учет интересов как ныне живущих, так и будущих поколений. Формирование развитого экологического мышления является основанием формирования экологической культуры, развития гражданской ответственности и патриотизма: нельзя быть гражданином и патриотом и не заботиться о сохранении качества природной среды.

Экологическая ситуация в нынешнее время такова, что современная педагогическая система на всех уровнях обучения должна обеспечивать не только возможности для развития личностных способностей, но и прививать самостоятельность в овладении знаниями, усвоении их в максимально полном объеме, что обеспечивает формирование экологической компетентности, которая является необходимым условием преодоления бездумного отношения к природной среде.

Сегодняшняя экологическая ситуация формирует новые каноны культуры и образованности, которые должны стать ориентирами для разработки новых педагогических технологий и моделей профессионально-

образовательных учреждений. Конечным продуктом образовательной деятельности должен стать образованный человек, стремящийся к реализации высших ценностей и идеалов. В силу этого в процессе образования необходимо содействовать стимулированию самостоятельного развития способностей и готовности к высокой культуре самореализации личности.

Социальные преобразования, рост народонаселения привели к существенным изменениям значения экологических ценностей. В современном мире большая часть городского населения начинает воспринимать природу не только как источник материальных благ, но и в качестве эстетической и познавательной ценности. Она перестает служить только источником ресурсов, необходимых для экономической деятельности, и становится все более ценным компонентом благоприятной для жизни окружающей среды.

И.В. Макрушина пишет: «...Основываясь на исследованиях отечественных и зарубежных ученых, а также учитывая структурно-содержательную характеристику экологического сознания, важно использовать совокупность педагогических условий, обеспечивающих эффективность процесса формирования экологического воспитания будущих специалистов. Приоритетное значение в данной совокупности имеют гуманизация образовательного процесса, межпредметная интеграция содержания экологического образования, ориентация содержания, методов и форм преподавания на экологизацию образования. Реализация указанных педагогических условий возможна посредством внедрения в образовательный процесс вуза основных положений системного, гуманистического, интегративного, личностно-ориентированного и деятельностного подходов к обучению и воспитанию студентов...» [6].

Необходимость развития у будущих профессионалов устойчиво положительного отношения к природе и навыков защиты окружающей среды влечет за собой необходимость решения ряда проблем.

В педагогическом процессе важно формировать систему экологических ценностей для обеспечения гармоничного взаимоотношения будущих специалистов с окружающей средой. Основными педагогическими условиями формирования экологических ценностей являются: побуждение к внутренней мотивации и рефлексии собственной социально-экологической деятельности; воспитание и формирование субъектной позиции в социально-экологической деятельности, управление системой формирования экологических ценностей; интеграция экологических знаний. Организационно-методическое обеспечение формирования у будущих специалистов экологических ценностей включает стимулирование интереса к экологическим проблемам и организацию учебной деятельности по межпредметному принципу, насыщение практических занятий эмоциональным содержанием экологического характера и создание благоприятной психологической атмосферы при освоении экологических идей и ценностей. Эти условия моделируются в специально организованных педагогических ситуациях. Для оценки сформированности экологических ценностей нам представляется актуальным и целесообразным выделить следующие критерии: познавательный (сформированность эколого-экономических знаний и социальной ответственности), нравственно-ценностный (осознание значимости и уровня развития социальной ответственности) и поведенческий (высокий уровень общественной активности и развитости социальной ответственности по отношению к природным ценностям).

Таким образом, экологизация образования обуславливает формирование системы экологических ценностей через проникновение идей, концепций, принципов, подходов экологического знания и культуры в систему подготовки специалистов.

### Литература

1. Биджиева Р.У. Диалектика формирования экологического сознания в условиях развитого социализма. – М., 1981. – С.13–14.
2. Кочергин А.Н., Марков Ю.Г., Васильева Н.Г. Экологическое знание и сознание. – Новосибирск, 1987. – 218 с.
3. Скребец В.А. Психологическая диагностика. – Киев, 2001. – 152 с.
4. Дерябо С.Д., Ясвин В.П. Экологическая педагогика и психология. – Ростов н/Д: Феникс, 1996. – 480 с.
5. Цветкова И.В. Как создать программу воспитательной работы. – М.: Просвещение, 2006. – 207 с.
6. Макрушина И.В. Педагогические условия формирования экологического сознания у будущих учителей безопасности жизнедеятельности // Вестн. Адыгейского ГУ. – 2007. – № 3. – С. 258–266.
7. Ростовцева М.В., Машанов А.А. Основные подходы к исследованию адаптивности личности // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 7. – С.191–196.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАНИЯ

*В статье рассматриваются проблемы развития адапционных возможностей личности студента и представляется эмпирическое исследование их связи с уровнем социальной и профессиональной идентификации.*

**Ключевые слова:** социальная адаптация, уровень профессиональной идентификации, самооценка, образ «Я».

*E.B. Zalenskaya, J.V. Mironova*

## THE RESEARCH RESULTS OF PROFESSIONAL IDENTIFICATION IN THE EDUCATION PROCESS

*The problems of the student personality adaptive capacity development are considered and the empirical research of their connection with the level of social and professional identification is presented.*

**Key words:** social adaptation, professional identification level, self-evaluation, image of "I".

В современном обществе, в условиях необходимости непрерывного образования из-за динамических процессов в экономике и на рынке труда вопросы адаптации и профессиональной идентичности являются весьма актуальными. Многими авторами признается значимость психологической готовности субъектов труда к предстоящей деятельности, целесообразность более раннего начала профессиональной адаптации, а также ее роль в обеспечении действия механизма переноса (перенос навыков и умений, сформированных в одних условиях, – в новые).

Механизмы адапционных процессов личности и их перенос в новую среду начинают формироваться с самого детства при переходе из одной статусной группы в другую. Для первичной адаптации выпускника вуза к организации в качестве предварительных стадий большое значение имеет, какой была его адаптация к вузовской среде, которая, в свою очередь, включала в себя адаптацию к вузу как к организации, адаптацию к учебной деятельности и упреждающую профессиональную адаптацию.

Можно сказать, что еще до начала трудовой деятельности у студентов должна начать складываться определенная установка на свою будущую профессиональную роль и связанные с ней компетенции и социальные нормы. Одной из функций социальной установки является приспособительная. Поэтому успех адаптации к будущей профессиональной роли во многом зависит от степени конфликтности, соответствия, несоответствия сложившейся установки и на организацию в целом, и на свою профессиональную роль в ней с ее нормами и ценностями, а также и на другие составляющие организационной культуры. Чем реалистичнее эти представления, тем меньше будет у начинающего специалиста разочарований в себе и тем успешнее будет проходить процесс профессиональной идентификации, результатом которой является устойчивая профессиональная идентичность.

В научной литературе отмечается существующая взаимозависимость между адаптированностью субъекта труда и его профессиональной идентичностью. Так, например, в исследовании В.М. Ковальчишиной психологических особенностей формирования профессиональной идентичности у курсантов следственно-криминалистического факультета показано, что уровень устойчивости профессиональной идентичности влияет на адаптацию и изменяется в процессе обучения. Автор отмечает, что у курсантов, которые ясно осознавали и внутренне принимали себя как будущих правоохранителей, уровень адаптации к условиям обучения в вузе и дальнейшей практической деятельности был выше [4]. В диссертационном исследовании С.Н. Старостина показано, что основой выбора сотрудниками ОВД стратегии поведения в служебных конфликтах являются идентификационные механизмы. Именно они включают установку личности на определенные проблеморазрешающие формы поведения, повышают адаптивность и уровень развития социально-психологических качеств личности, а следовательно, и большую корреляцию поведения с ситуационными факторами [7]. В приведенных примерах идентификационные механизмы рассматриваются как необходимые факторы появления социальных установок личности, повышающих ее адаптационные возможности. В соответствии с определением В.А. Ядова возникает иерархическая система диспозиций личности, выступающая регулятором поведения.

Существует и другие взгляды на соотношение процессов адаптации и профессиональной идентификации. Так, например, в диссертационном исследовании З.В. Ермаковой автор исходит из того, что профессиональная идентичность обеспечивает адаптацию человека к меняющимся условиям труда и равновесие между уровнем профессионализма человека и требованиями, предъявляемыми профессиональной средой [2]. Аналогичного взгляда придерживается и Е.Ю. Ворожкая, говоря, что в процессе профессионального развития от «Я формирующегося» до «Я стабильного» профессиональная адаптация является одной из первых ступеней к профессиональной идентичности. В исследованиях Е.П. Ермолаевой [3] профессиональная идентичность рассматривается как компонент личностной идентичности, обеспечивающий успешную профессиональную адаптацию, а также как доминантный фактор профессиональной карьеры. В работе Е.А. Петраш социально-психологическая адаптация личности на разных этапах профессионализации рассматривается и как механизм формирования профессиональной идентичности, и как функция профессиональной идентичности, и как ее критерий [6].

Не останавливаясь в рамках данной статьи на методологических основаниях вышеприведенных исследований, можно говорить о том, что соотношение идентичности и социально-психологической адаптации в динамике развития этих процессов требует своего дальнейшего рассмотрения на различных этапах профессиональной деятельности, в различных ее видах, а также на стадиях подготовки к ней.

С целью уточнения специфики взаимовлияния процессов адаптации и начальной профессиональной идентификации на этапе профессиональной подготовки студентов нами проведено экспериментальное исследование, в котором мы исходили из того, что:

1. Чем выше уровень адаптации студентов к «учебной» среде, тем сильнее у них социальная идентичность превалирует над личностной.
2. С переходом от младших к старшим курсам в социальной идентичности наряду с отнесением себя к студенчеству все большее место занимает осознание будущей профессиональной принадлежности.
3. В структуре растущей от младших к старшим курсам самооценки учащихся преобладает оценка себя как студента, но еще не будущего специалиста.
4. Процесс становления профессиональной идентичности студентов и их адаптация к будущему профессиональному статусу «надстраивается» с отставанием на два-три года к процессу идентификации себя с ролью студента.

*Эмпирическая база исследования.* Выборку для проведения данного исследования составили студенты Сибирского федерального университета специальностей «Экономическая безопасность» и «Менеджмент». Всего в эксперименте приняло участие 78 студентов (9 юношей, 69 девушек), из них: 1-й курс – 55 человек, 4-й курс – 23 человека.

Для проверки первого из выдвинутых предположений нами было проведено исследование, цель которого – установление корреляционных связей между степенью адаптированности студентов, их эмоциональным состоянием и идентификации себя с ролью студента, а также изучение динамики этих процессов от первого курса к старшим. В качестве диагностического инструмента были применены следующие методики:

1. *Тест «Кто Я»* М. Куна, Т. Макпартленда. Данная методика была предложена М. Куном и Т. Макпартлендом в 1954 г. Теоретической основой методики является концепция М. Куна, согласно основным постулатам которой сущность личности можно определить через ответы на вопрос: «Кто Я такой?», обращенный к самому к себе. Данный тест представляет собой простую процедуру работы с испытуемым, которому предлагается 20 раз ответить в письменной форме на вопрос "Кто Я?". Форма ответов испытуемым в этом задании представляет собой самописание. Как отмечают авторы методики, вопрос «Кто Я?» является вопросом, который логически должен связываться с тем, с чем себя идентифицирует индивид, т.е. с социальным статусом и теми чертами, которые, по его мнению, связываются с ним. Испытуемым предлагается бланк методики с инструкцией. В нашем исследовании мы использовали данную методику для изучения места учебной и профессиональной идентичности в структуре самосознания студентов и динамики их самооценки.

2. *Методика диагностики социально-психологической адаптации К. Роджерса и Р. Даймонда* – личностный опросник, предназначенный для изучения особенностей социально-психологической адаптации и связанных с этим черт личности. Авторами данной методики выделено шесть интегральных показателей: адаптация, принятие других, интернальность, самовосприятие, эмоциональная комфортность, стремление к доминированию [8].

На первом этапе этой части исследования были рассмотрены корреляционные связи по шкале «адаптивность» методики диагностики социально-психологической адаптации К. Роджерса и Р. Даймонда с соотношением социальных ролей, с которыми идентифицируют себя студенты по методике теста «Кто Я». Процедура заключалась в том, что по каждому опрашиваемому подсчитывалось количество указанных со-

циальных ролей и делилось на общее количество отнесенных к себе характеристик. По мнению авторов методики, за этим соотношением стоит вопрос о соотношении социальной и личностной идентичности. При этом под личностной идентичностью понимается набор характеристик, который делает человека подобным себе и отличным от других (люблю кататься на лыжах, обидчивая, немного ленивая и пр.), социальная идентичность трактуется в терминах группового членства (студент, спортсмен, человек, сын и пр.).

Опрашивались студенты первого курса специальности «Экономическая безопасность» – 55 человек. Результаты проведенного корреляционного анализа показали умеренную связь между уровнем социальной адаптации и социальной идентичностью (коэффициент Спирмена  $r = 0,35$  при уровне значимости  $p < 0,05$ ). Менее адаптированные студенты чаще указывали не на принадлежность к какой-нибудь из социальных групп, а отмечали только свои индивидуальные особенности.

Нами было также проведено сравнение уровня эмоционального комфорта (вторая шкала по методике Роджерса К. и Даймонда Р.) в среднем по подгруппе опрошенных, указавших на свою принадлежность к студентам (68,25 балла) и не сделавших этого (64,1 балл). Данное сравнение показало, что эмоционально более комфортно ощущают себя первокурсники, принадлежность которых к студенчеству еще недостаточно актуализирована.

На втором этапе исследования было проведено сравнение первокурсников и студентов – менеджеров четвертого курса по следующим характеристикам: 1) средние показатели соотношения социальной и личностной идентичности; 2) идентификация себя со студентом и будущим профессионалом; 3) самооценка. Результаты сравнения по первым двум характеристикам представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Сравнительные показатели идентичности на первом и четвертом курсах

Характеристика	Первый курс	Четвертый курс
Идентификация – «студент», %	73	94
Идентификация – «профессия», %	13	87
Отношение «социальная/личностная идентичность»	1,68	3,89

Из приведенных данных следует, что в возрастной динамике социальная идентичность себя как студента постепенно начинает превалировать над личностной и все большее место в ней, наряду с отнесением себя к студенчеству, занимает будущая профессиональная принадлежность. Следует, однако, отметить, что в таблице указан только процент студентов, соотносших себя с профессиональным сообществом (будущий менеджер, специалист, директор по персоналу и др.). В характеристиках личностной идентичности у студентов практически еще не представлены описания себя как будущего профессионала, встречаются лишь достаточно аморфные высказывания вроде «сделаю карьеру».

Таблица 2

## Сравнительные показатели самооценки студентов первого и четвертого курсов, %

Самооценка	Первый курс	Четвертый курс
Завышенная	34	38
Адекватная	50	56
Заниженная	16	6

Из представленной в таблице 2 динамики самооценки видно, что к старшему курсу она значительно повышается; уменьшается процент студентов с пониженной самооценкой, что не противоречит логике роста у них уровня социальной адаптации и социальной идентичности; растет уверенность в себе, в своих силах; появляется более четкое и адекватное представление о себе.

Подобные результаты не противоречат данным других исследователей. Так, например, Е.А. Петраш в структуре профессиональной идентичности личности выделила следующие три уровня: нижний уровень ролевых представлений; средний уровень, характеризующийся ценностно-смысловой и мотивационно-

потребностной сферой; высший уровень, соответствующий «Образу Я». Проведенные ею исследования показали, что на всех этапах профессионализации: профессионального самоопределения, профессионального обучения и профессиональной адаптации самооценка на уровне «Образ Я» являлась адекватной с тенденцией к завышению [6].

Дальнейший рост процента завышенной самооценки в нашем эксперименте можно объяснить тем, что к четвертому курсу учащиеся хорошо самоопределились с ролью студента, освоили правила, нормы, способы поведения. Они уже достаточно четко могли дифференцировать некоторые критерии своей «успешности» как студента в настоящем (знать, где получить «помощь» с рефератом, понимать вес промежуточной аттестации в итоговой экзаменационной оценке и пр.) и переносить некоторые из них на себя как на будущего специалиста (умение делать презентации, коммуникативные навыки, высокие оценки по некоторым дисциплинам, участие в НИРС и пр.). На этом этапе у них возникает потребность в большей определенности относительно своего ближайшего профессионального будущего. Как уже отмечалось выше, у старшекурсников возросла идентификация с будущей профессией, но она не конкретизировалась профессиональными характеристиками в описании себя.

Для более точного понимания динамики элементов профессиональной идентификации в структуре самооценки студентов от младших к старшим курсам нами был проведен анализ психологического аспекта идентичности, основанный на данных того же теста «Кто Я». Данный анализ включает в себя определение того, какие части речи и какой содержательный аспект самоидентификации является доминирующим в самоописании человека. Для этого было подсчитано количество существительных, прилагательных и глаголов в самоописании каждого опрошенного студента, вычислено их суммарное процентное соотношение относительно общего количества высказываний в каждой группе (табл. 3).

Таблица 3

**Данные психологического аспекта идентичности, %**

Часть речи	Первый курс	Четвертый курс
Существительные	37	50
Прилагательные	57	41
Глаголы	6	9

Из приведенных данных видно, что в самоописаниях студентов первого курса значительно преобладают прилагательные. По мнению авторов методики, это соотносится с повышенной демонстративностью и эмоциональностью респондентов. Действительно, в ответах многих первокурсников имеются крайне эмоционально окрашенные оценки себя (чаще положительные) и своего отношения к поведению других (обожаю, ненавижу и пр.), а также достаточно «вычурные» аналоги общей характеристики своей личности (солнце, стихия, загадка, ароматная вода и пр.).

Но, как видно из представленных результатов, к старшим курсам эта тенденциозность несколько снижается, и в самоописаниях студентов увеличивается число существительных. Последнее говорит о возрастающей потребности в определенности, постоянстве. Студенты частично осознают, а частично не осознают приближение их перехода из обжитой университетской среды в океан профессиональной деятельности, но самооценки своих возможностей в этой новой для себя среде у них еще нет.

Процент использования студентами глаголов в самоописаниях и на первом, и на следующих курсах остался очень низким. Преобладание глаголов, по мнению авторов методики, говорит об активности, самостоятельности человека. Столь низкие показатели означают недостаточность уверенности в себе, в своей эффективности. Для первого курса – это связано с включением в новую для себя социальную группу, а также с продолжающимся становлением своей половой идентичности и идентификации с ролью студента.

Структура профессионального самосознания, по Е.А. Климову, содержит в себе следующие основные моменты: сознание своей принадлежности к определенной профессиональной общности; знание о степени своего соответствия профессиональным эталонам, своем месте в системе профессиональных ролей; знание о степени признания в профессиональной группе; знание о своих сильных и слабых сторонах в работе, путях совершенствования; представления о себе, о своей работе в будущем [5, с. 73–74]. На старших курсах низкий показатель использования глаголов можно объяснить тем, что из выделенных Е.А. Климовым элементов профессионального самосознания к этому периоду появляется осознание своей будущей принад-

лежности к определенной профессиональной общности (с разными долями вероятности), но такие составляющие, как знание степени своего соответствия профессиональным эталонам, своего (возможного) места в системе профессиональных статусов и ролей, знание о своих сильных и слабых сторонах в работе и пр., у студентов практически еще не представлены.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Существует положительная корреляционная связь между социальной адаптацией личности и ее идентификацией с основными социальными ролями, которые должны быть актуализированы в определенной ситуации и среде, хотя в исследованиях многих авторов высказываются различные точки зрения на соотношение этих процессов в динамике.

2. В период студенчества социальная идентичность постепенно начинает превалировать над личностной и все большее место в ней, наряду с отнесением себя к студенчеству, занимает будущая профессиональная принадлежность, однако в характеристиках личностной идентичности у студентов практически еще не встречаются описания себя как будущего специалиста.

3. Процесс становления профессиональной идентичности студентов и их адаптация к будущему профессиональному статусу «надстраивается» с отставанием на два-три года к процессу идентификации себя с ролью студента и базируется на схожих психологических закономерностях.

4. Чем ближе студенты к выпускному курсу, тем более у них возрастает потребность в соотношении себя и своих компетенций с типом личности профессионала, привлекательной для самоидентичности, но им еще не хватает обратной связи в своих компетенциях и возможностях.

5. Социальная идентичность личности претерпевает изменения на протяжении ее жизненного пути, причем эти изменения связаны и с набором тех социальных ролей, с которыми идентифицирует себя человек, и со степенью их иерархизированности в структуре социальной идентичности отдельной личности.

### Литература

1. *Вороцкая И.Ю.* Профессиональная идентичность бортпроводников: структура и особенности: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.05. – М., 2007. – 21 с.
2. *Ермакова З.В.* Профессиональная идентичность социального педагога: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.03. – Владивосток, 2007. – 24 с.
3. *Ермолаева Е.П.* Профессиональная идентичность и маргинализм: концепция и реальность (статья первая) // Психол. журн. – 2001. – Т. 22, № 4. – С. 51–59.
4. *Ковальчишина В.М.* Исследование психологических особенностей формирования профессиональной идентичности курсантов следственно-криминалистического факультета // Психология и право. – 2012. – №1.
5. *Климов Е.А.* Психология профессионала. – М., Воронеж, 1996. – 397 с.
6. *Петраш Е.А.* Социально-психологическая адаптация личности в структуре профессиональной идентичности на разных этапах профессионализации: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.05. – Курск, 2009. – 28 с.
7. *Старостин С.Н.* Влияние профессиональной идентичности сотрудников органов внутренних дел на выбор стратегий поведения в служебных конфликтах: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.06. – М., 2011. – 24 с.
8. *Фетискин Н.П., Козлов В.В., Майнулов Г.М.* Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. – М.: Изд-во Ин-та психотерапии, 2002. – 490 с.



**В.И. Зайнчковский, О.П. Баженова, Г.В. Барайщук,  
Н.Б. Газрилова, Е.А. Молибога, В.В. Мяло**

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
И ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ В ОМСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АГРАРНОМ  
УНИВЕРСИТЕТЕ им. П.А. СТОЛЫПИНА**

*В статье приведена структура Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина (ОмГАУ, пять институтов и факультетов). Представлены достижения в области биотехнологии, по основным направлениям подготовки бакалавров, магистров, аспирантов.*

**Ключевые слова:** биотехнология, биопрепараты, ремедиация, возобновляемые биоресурсы, клеточные и тканевые технологии, клональное микроразмножение растений, закваски, биодизель.

*S.L.Petukhovskiy, L.Ya.Plotnikova, A.A.Novitskiy, V. V. Semchenko,  
V.I.Zaynchkovskiy, O. P. Bazhenova, G. V. Barayshchuk,  
N. B. Gavrilova, E.A.Moliboga, V.V. Myalo*

**THE CONDITION AND PROSPECTS OF THE SCIENTIFIC RESEARCH AND EDUCATION DEVELOPMENT  
IN THE BIOTECHNOLOGY FIELD AT THE OMSK STATE AGRARIAN  
UNIVERSITY NAMED AFTER P.A.STOLYPIN**

*The structure of the Omsk state agrarian university named after P.A. Stolypin (OmSAU, five institutes and faculties) is given in article. The achievements in the biotechnology field according to the main directions of Bachelor, Master, post-graduate student training are presented.*

**Key words:** biotechnology, biological preparations, remediation, renewable bio-resources, cellular and tissue technologies, plant clonal micro-reproduction, ferments, biodiesel.

---

Стратегической задачей ускоренного развития России является переход от экспортно-ориентированной сырьевой на инновационную диверсифицированную модель экономики. Правительством РФ определены три ключевых направления ускорения развития страны: информационные, нано- и биотехнологии. В развитых странах биотехнология является основой высокоэффективных направлений производства, основанных на использовании микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, а также продуктов их биосинтеза и биотрансформации. Необходимость приоритетного развития и внедрения биотехнологий сформулирована в «Комплексной программе развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденной Правительством РФ 24.04.2012 г. (далее – Комплексная программа) [1]. В документе определены приоритетные направления промышленных направлений биотехнологии, имеющие особую значимость для экономики России.

Современная биотехнология – широко разветвленная отрасль науки и производства, объединенная общей биологической теорией и принципами и методами работы на клеточном или субклеточном уровне. С учетом ведомственной принадлежности ОмГАУ к Министерству сельского хозяйства биотехнологические исследования в вузе направлены на работу с животными, растениями и микроорганизмами, а также природоохранную (экологическую) биотехнологию и биоэнергетику.

**Животноводство, ветеринария и экология.** В Комплексной программе отмечено, что в животноводческой отрасли наиболее приоритетным является производство кормовых добавок и ветеринарных биопрепаратов, а также создание новых форм животных. В ОмГАУ активные исследования в области применения биопрепаратов для лечения и профилактики заболеваний животных, улучшения их кормления и биоремедиации территорий проводятся в Институте ветеринарной медицины и биотехнологии (ИВМиБ). Научные исследования реализуются в трех направлениях: ЭМ-технология; биопрепараты на основе возобновляемых природных ресурсов; клеточные технологии в ветеринарной медицине.

Основоположником отечественной технологии применения эффективных микроорганизмов (ЭМ-технология) является П.А. Шаблин, создавший первые отечественные ЭМ-препараты на основе микроорганизмов, выделенных из Байкальской экосистемы [2]. Изготавливаемые препараты представляют устойчивые ассоциации аэробных и анаэробных микроорганизмов (молочнокислые, ферментирующие, фотосинтезирующие бактерии, дрожжи и др.), активно участвующих в регуляции процессов жизнедеятельности.

В ОмГАУ ЭМ-технологии разрабатываются и реализуются под руководством доктора ветеринарных наук, профессора А.А. Новицкого с применением экологически безопасного препарата «Байкал ЭМ1» и кормового концентрата «ЭМ-курунга». Исследования показали, что при применении ЭМ-препаратов микроорганизмы заселяют пищеварительный тракт животных, перерабатывают органику в легкоусваиваемую форму, способствуют более полному усвоению питательных веществ из кормов, профилактируют желудочно-кишечные расстройства и устраняют дисбактериозы. ЭМ-препараты являются мощным альтернативным средством, современным химиотерапевтическим препаратом, включая антибиотики, и более эффективны, чем применяемые в настоящее время пробиотики. В результате улучшается здоровье животных, повышается мясная и молочная продуктивность скота, яйценоскость птицы, сохранность молодняка [2–4]. Применение ЭМ-препаратов активизирует компенсаторно-восстановительные механизмы, усиливает рост тканей, органов и повышает биорезистентность животных [5, 6]. ЭМ-технология позволяет резко улучшить экологическую ситуацию на животноводческих фермах. Обработка ЭМ-препаратами способствует подавлению патогенной микрофлоры в помещениях и внешней среде, устраняет неприятные запахи и улучшает зоогигиенические параметры. Препарат «Байкал ЭМ-1» испытан в трех хозяйствах Омской области как биорегулятор развития злаковых культур. Установлено положительное влияние ЭМ-технологии на урожайность и качество пшеницы [4]. Результаты, полученные при испытании ЭМ-технологии в хозяйствах Алтайского края, Омской области и Северного Казахстана, позволили считать внедрение этого направления в агропромышленный комплекс перспективным. В 2010 году бизнес-план «Разработка и внедрение научно обоснованной системы применения ЭМ-технологии в АПК РФ» получил статус партийного проекта при региональном совете партии «Единая Россия».

Ученые ОмГАУ в комплексе с Хакасским институтом аграрных проблем Россельхозакадемии и Институтом почвоведения и агрохимии СО РАН проводят исследования по испытанию ЭМ-технологии для ремедиации нарушенных техногенных ландшафтов. В 2011 году университет выиграл тендер и заключил договор с ОАО «СУЭК-Красноярск» на разработку технологии рекультивации земель при добыче угля.

Ученые ОмГАУ принимают активное участие в разработке биопрепаратов из возобновляемых природных ресурсов. ОмГАУ входит в региональное творческое научное объединение «Омская сапропелевая группа», включающее семь научных и производственных коллективов (ОмГАУ, ОмГМА, СибНИИСХоз, ООО «Бион» и др.). На его основе создана экспериментальная и производственная база для научно обоснованной реализации программы комплексной переработки возобновляемого природного органического сырья. В ОмГАУ создан ряд препаратов для защиты животных на основе сапропеля, защищенных патентами «Энтеросепт», «ГуматЭн», «Гуматом», «ЭДС», «Экстракт сапропеля ЭС-2», «Дипепсилат» и др. [7, 8]. Кормовое средство «ГуматЭн» в 3–4 раза повышает сохранность молодых животных. Экстракт «Литом» обладает мощными гепатопротекторным и антиоксидантным свойствами, что делает его ценной сырьевой субстанцией для производства средств защиты здоровья населения. Особую ценность имеют разработки по конверсии отходов производства продуктов животноводства в дефицитные импортозамещающие лекарственные средства и биологически активные добавки (например «апротинин») [8].

Интересные результаты получены экологами ОмГАУ под руководством доктора биологических наук, профессора О.П. Баженовой при исследованиях водоемов Омского Прииртышья. В гипертрофном озере Соленом была найдена цианобактерия *Arthrospira fusiformis* (Woronich.) Komárek et Lund. (= *Spirulina fusiformis* Woronich), близкая по своим свойствам к *A. platensis* (Nordst.) Gom., которая широко используется во всем мире как источник белка и ценных биопрепаратов [9]. Промышленное выращивание биомассы артроспиры требует значительных затрат, прежде всего энергетических, поэтому наличие природного и легкодоступного источника этого возобновляемого биоресурса будет экономически выгодно. В теплое время года *A. fusiformis* вызывает в озере Соленом «цветение» воды, запасы ее сырой биомассы имеют промышленное значение, составляя летом от 1,89 до 4,45 т. Биомасса артроспиры может использоваться в животноводстве и птицеводстве Омской области, а ее извлечение улучшит экологическое состояние озера. В дальнейшем усилия ученых ОмГАУ будут направлены на усовершенствование технологий получения и применения кормовых белковых добавок и биологически активных препаратов из продуктов переработки сапропеля и артроспиры.

**Клеточные биотехнологии в ветеринарной медицине.** На протяжении последних лет в университете в качестве фундаментального и прикладного направления разрабатываются клеточные технологии регуляции адаптивных и репаративных процессов жизненно важных органов и систем животных в норме, при патологических состояниях и в реабилитационном периоде [5, 6]. Технологии включают использование клеточных культур (клетки пуповинной крови, фетальные и эмбриональные клетки) и биоинженерных систем (гистерезисные композитные никелидтитановые эндопротезы). Это обусловлено необходимостью поиска новых путей усиления терапевтического потенциала экологически безопасных клеточных технологий для повышения биорезистентности животных и целенаправленной коррекции деструктивных и компенсаторно-

восстановительных процессов в организме [10]. Данное направление работы сложно в теоретическом и методическом отношении. Для его реализации заключены договоры о совместной деятельности по разработке биотехнологических систем с различными научными учреждениями России и Казахстана: Российским национальным исследовательским медицинским университетом им. Н.И. Пирогова (РГНИМУ, Москва), НИИ медицинской биологической химии им. Ореховича (НИИ МБХ, Москва), Казахским национальным аграрным университетом (КазНАУ г. Алматы) и др.

**Растениеводство и лесное хозяйство.** В «Комплексной программе развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года» определено, что приоритетным для растениеводства будет создание новых сортов полезных растений с использованием современных и биотехнологических методов, а также применение биологических средств защиты и стимуляторов роста растений. В лесном хозяйстве особое внимание обращено на разработку технологий получения и применения биологических средств для защиты леса от вредных организмов.

В ОмГАУ исследования в области биотехнологии сельскохозяйственных растений и лесных древесных культур сосредоточены на агрономическом факультете. Научные исследования в области биотехнологии сосредоточены в трех направлениях: 1) создание селекционного материала пшеницы в культурах тканей; 2) клональное микроразмножение плодовоовощных, декоративных и лесных древесных культур; 3) биологическая защита растений.

Научная работа в области биотехнологии растений начата недавно. В настоящее время освоены методики работы с клеточными культурами и способы клонального микроразмножения различных культур. Под руководством доктора биологических наук, профессора Л.Я. Плотниковой ведутся работы по получению селекционного материала мягкой пшеницы, устойчивого к засухе, высоким температурам, септориозу. Работы осуществляются путем отбора соматоклональных вариантов на селективных средах с осмотиками и грибными токсинами. В перспективе планируется создать молекулярно-генетическую лабораторию и начать работу по созданию селекционного материала зерновых культур с помощью молекулярных маркеров (MAS-селекция). Данное направление представляет большой интерес для получения новых сортов пшеницы, устойчивых к основным абиотическим факторам в зоне рискованного земледелия, а также грибным болезням.

Клональное микроразмножение *in vitro* – высокоэффективный способ размножения ценных форм растений. Это направление работы необходимо для обеспечения продовольственной безопасности региона. С участием кафедры плодовоовощеводства и ботаники начаты работы по микроразмножению ценных сортов гибридов косточковых культур. Работы проводятся с учетом Государственной программы «Стратегия развития садоводства и питомниководства РФ до 2020 г.», предусматривающей увеличение многолетних садовых насаждений с целью обеспечения населения свежей продукцией и перерабатывающей промышленности сырьем. В перспективе планируется применение методов *in vitro* для создания оздоровленного посадочного материала черной и красной смородины и декоративных культур, поскольку университет принимает активное участие в развитии садоводства в регионе, а также в программе озеленения г. Омска. Благодаря многолетней работе кафедры сложились плодотворные научные связи с научными учреждениями России, Департаментом дорожной деятельности и благоустройства г. Омска и производственными хозяйствами разной формы собственности, что способствует быстрому внедрению инновационных методов в производство.

Исследования по биологической защите растений проводятся на кафедре лесоводства и защиты растений под руководством доктора биологических наук, профессора Г.В. Барайщук. Разработаны защищенные патентами технологии защиты и стимуляции роста посадочного материала в лесопитомниках с помощью препаратов на основе грибов рода *Trichoderma*, бактерий *Pseudomonas fluorescens* и гуминовых кислот. Проанализировано состояние популяции непарного шелкопряда в лесах Омского Прииртышья, а для подавления вспышек размножения вредителя в 2005–2006 гг. применен биологический препарат «Лепидоцид СК-М» на основе бактерии *Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki* на площади более 22 тыс. га [11]. В дальнейшем будут продолжены исследования по разработке технологий применения биологических средств для защиты леса от вредных организмов (разработка уменьшенных норм расхода, их влияние на энтомофагов, оценка санитарного состояния леса). Планируется работа по отбору и селекции штаммов-продуцентов новых инсектицидных бактериальных препаратов на основе коллекции штаммов *B. thuringiensis*, выделенных из трупов насекомых и клещей в лесных экосистемах.

**Пищевая биотехнология.** Исследования в области пищевых биотехнологий реализуются в ОмГАУ на факультете пищевых производств под руководством проректора по научной деятельности, доктора технических наук, профессора Н.Б. Гавриловой. Основные научные исследования направлены на повышение качества молочных и молочно-растительных продуктов за счет разработок состава заквасок, биотехнологии мо-

лочных и молокосодержащих продуктов с функциональными свойствами, включения в состав продуктов ценных в биологическом отношении растительных ингредиентов (ягод, сои и т.д.). Плодотворная научная работа коллектива факультета подтверждена получением более 30 патентов на улучшенные продукты питания: йогурты, сыры и биопродукты для специального питания [12, 13]. Исследования проводятся в тесном контакте с ведущими предприятиями по переработке молока (Манрос-М», ОАО «Любинский МКК» и др.). Благодаря этому научные результаты быстро внедряются в производство и усиливают инновационную составляющую промышленности. В перспективе планируется наладить производство отдельных пищевых ферментов, ароматизаторов, иммобилизованных культур для создания импортозамещающих компонентов для пищевой промышленности.

**Биоэнергетика.** РФ является крупнейшей энергетической державой, реализующей неиспользуемые источники энергии, но для устойчивого развития страны в будущем необходимо развивать технологии получения энергии из возобновляемых ресурсов. Мировое потребление биотоплива растет темпами, превышающими 10% в год, но в России доля биоэнергетики не превышает 3% в общем объеме энергетики [1]. На факультете технического сервиса в АПК ОмГАУ под руководством кандидата технических наук В.В. Мяло реализуются работы по усовершенствованию технологии получения биодизеля. Сырьем для производства биодизельного топлива являются жиры растительного и животного происхождения. Такое топливо в качестве добавки к традиционному дизельному топливу может применяться в муниципальном транспорте для снижения нагрузки на городскую экологию [14]. В перспективе планируется внедрение технологий и технических средств биоэнергетики на сельскохозяйственных предприятиях региона. В 2011–2012 гг. по заказу Минсельхоза России выполнена работа на тему «Усовершенствование способа получения биодизельного топлива с разработкой установки для его реализации», по ее результатам подана заявка на изобретение на способ переработки жира в жидкое топливо, создается установка по производству биодизеля.

Важнейшей особенностью научных исследований ученых ОмГАУ в области биотехнологий является не только высокий уровень исследований и взаимосвязь с научными учреждениями, но и тесная связь с производственными предприятиями, благодаря чему результаты научных исследований внедряются в производство. Это имеет особое значение для реализации проекта промышленно-аграрного кластера (ПАРК) – комплекса глубокой переработки продукции сельского хозяйства и взаимосвязанных с ним промышленных производств, обеспечивающих друг друга сырьем и продукцией.

**Развитие образования в сфере биотехнологий.** В соответствии с действующими требованиями деятельность университетов очень многообразна, при этом приоритетное внимание уделяется образовательной и научной деятельности. Приведенная выше информация показывает, что профессорско-преподавательский состав ОмГАУ имеет существенный задел для участия и реализации в регионе «Комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года». Активная научная деятельность позволяет повышать профессиональный уровень профессорско-преподавательского состава и осуществлять качественную подготовку бакалавров, магистров, кандидатов и докторов наук.

Широкое внедрение биотехнологий в производство невозможно без подготовки высококвалифицированных кадров. С учетом приоритетов инновационного развития РФ пересмотрены траектории получения необходимых знаний, навыков и компетенций на базе новых образовательных стандартов в программах вузовского и послевузовского обучения. Выстраивается система непрерывного повышения квалификации в ОмГАУ с обязательным приглашением специалистов высокого уровня, в том числе из-за рубежа. При включении в образовательные программы биотехнологической тематики университетом особое внимание уделяется сельскохозяйственной, лесной и природоохранной (экологической) биотехнологии.

Для реализации образовательной и исследовательской деятельности необходимо расширение материально-технической и информационной базы. В связи с этим в ОмГАУ принято решение о создании Биотехнологического ресурсного центра, на базе которого будут активно развиваться приоритетные для региона направления биотехнологии.

## Литература

1. *Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации до 2020 г.* (№ 1853п-П8, утв. Правительством РФ 24.04.2012 г. – URL: [http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/development/doc20120427\\_06](http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/development/doc20120427_06)).
2. *Шаблин П.А.* Применение ЭМ-технологии в сельском хозяйстве. Микробиологические препараты «Байкал ЭМ1», «Тамир», «ЭМ-Курунга» // *Практическая биотехнология в сельском хозяйстве, экологии, здравоохранении: сб. тр.* – М., 2006. – С. 23–36.
3. ЭМ-технология – инновационный путь развития АПК / *А.А. Новицкий [и др.]* // *Научное обеспечение развития агропромышленного комплекса стран таможенного союза: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф.* – Астана, 2010. – С.177–181.
4. ЭМ-технология – путь решения экологических и продовольственных проблем / *А.А. Новицкий [и др.]* // *Вестн. кадровой политики, аграрного образования и инновации МСХ РФ.* – 2011. – № 7. – С. 5–9.
5. *Парадигма* изучения гистогенеза и дифференной организации тканей организма животных и человека / *В.В. Семченко [и др.]* // *Вопросы морфологии XXI века: сб. науч. тр.* – Вып. 3. – СПб.: ДЕАН, 2012. – С. 77–82.
6. *Подвижность* клеточно-дифференной организации тканей как основа их реактивных и компенсаторно-восстановительных изменений / *В.В. Семченко [и др.]* // *Морфология.* – 2012. – Т. 141. – № 3. – С. 141.
7. Использование сапропелей и продуктов их переработки в различных отраслях экономики / *Г.В. Плаксин [и др.]* // *Болота и биосфера: мат-лы VIII Всерос. и междунар. науч. школы.* – Томск: Изд-во Том. гос. пед. ун-та, 2012. – С. 104–108.
8. Применение сапропеля и продуктов его переработки в ветеринарии / *В.И. Зайнчковский, В.Д. Конвай, Е.И. Воцатынский [и др.]* // *Сапропель и продукты его переработки: мат-лы междунар. науч.-практ. конф.* – Омск, 2008. – С. 4–5.
9. *Баженова О.П., Коновалова О.А.* Фитопланктон озера Соленого (г. Омск) как перспективный источник биоресурсов // *Сиб. экол. журн.* – 2012. – № 3. – С. 375–382.
10. Регенеративная биология и медицина. Кн. 1. Генные технологии и клонирование / *В.В. Семченко [и др.]*; под ред. *В.П. Пузырева [и др.]*. – Омск; М.; Томск, 2012. – 296 с.
11. *Барайщук Г.В.* Экологически безопасная защита лесов Омской области во время массового размножения непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. // *Вестн. КрасГАУ.* –2008. – № 6. – С.63–67.
12. *Гаерилова Н.Б.* Биотехнология комбинированных молочных продуктов. – Омск: Вариант, 2004. – 224 с.
13. *Гаерилова Н.Б., Гладилова О.А., Чернопольская Н.Л.* Научная и практические основы биотехнологии молочных и молокосодержащих продуктов с использованием иммобилизации клеток микроорганизмов. – Омск: Вариант, 2011. – 182 с.
14. Использование биологических добавок в дизельное топливо / *В.Ф. Федоренко [и др.]*. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2007. – 52 с.





## ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

УДК 664:631.743

Е.С. Чиркова

### ХАРАКТЕРИСТИКА СИБИРСКИХ СОРТОВ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ (*RIBES NIGRUM L.*), ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

*Изучены морфологические особенности сибирских сортов смородины черной (*Ribes nigrum L.*) и биохимический состав ягод. Обоснована возможность использования смородины черной сибирских сортов в качестве сырья для функциональных продуктов питания.*

**Ключевые слова:** смородина черная (*Ribes nigrum L.*), морфологические особенности, биохимический состав, функциональные продукты.

E.S. Chirkova

### CHARACTERISTICS OF THE SIBERIAN BLACK CURRANT (*RIBES NIGRUM L.*) SORTS, INTRODUCED IN KRASNOYARSK TERRITORY

*The morphological peculiarities of Siberian black currant (*Ribes nigrum L.*) sorts and berry biochemical composition are studied. The possibility of Siberian sort black currant use as raw materials for functional foodstuff is substantiated.*

**Key words:** black currant (*Ribes Nigrum L.*), morphological characteristics, biochemical composition, functional products.

---

В настоящее время все большее значение приобретает проблема здорового питания. Важнейшим фактором повышения уровня качества жизни населения России является оптимальное, рациональное, функциональное питание.

Население России не имеет оптимального пищевого рациона. Наблюдается острый дефицит водорастворимых витаминов, фруктовых кислот, микроэлементов и некоторых других биологических веществ.

В настоящее время современный рынок предъявляет повышенные требования к использованию сырья и продуктов с повышенными биологическими характеристиками при высоком уровне качества [5].

В Сибирском регионе в качестве функционального продукта питания (ФПП) и функциональной добавки (ФД) эффективно используют смородину черную (*Ribes nigrum L.*). Ягоды смородины черной являются ценным источником биологически активных компонентов, обладают высокой пищевой и биологической ценностями.

Сибирские сорта ягод смородины черной отличаются по ряду характеристик от европейских сортов. Изучение конкретных сибирских сортов не проводилось. С целью использования сибирских сортов смородины черной в качестве ФПП нами проведены исследования морфологических и биологических характеристик различных сортов смородины черной, выращенных в Красноярском крае.

В качестве объектов исследования было взято 12 сибирских сортов смородины черной, выращиваемых в питомнике опытной плодово-ягодной станции г. Красноярска (табл. 1).

## Краткое описание исследуемых сортов

Помологический сорт	Куст	Лист	Ягоды	Вес 100 ягод, г	Достоинства сорта
1	2	3	4	5	6
Гармония	Среднерослый, среднераскидистый	Пятилопастный, средний, светло-зеленый, матовый	Крупные, округлые, черные, блестящие	130,30 ±1,63	Крупноплодность, высокая урожайность, высокая устойчивость к мучнистой росе и почковому клещу, хороший вкус ягод
Забава	Среднерослый, слабораскидистый	Пятилопастный, с мелкими вырезами, светло-зеленый, матовый	Крупные, округлые, черные, блестящие	150,34 ±2,15	Крупноплодность, высокая урожайность, устойчивость к септориозу, антракнозу, галловой тле, очень хороший вкус ягод
Калиновка	Среднерослый, полураскидистый	Средний, светло-зеленый, матовый	Очень крупные, округлые, черные, с тусклым блеском	150,36 ±3,30	Устойчивость к мучнистой росе, антракнозу и к засухе
Лама	Сильнорослый, сжатый, с прочными ветвями, густой	Пятилопастный, крупный, темно-зеленый, слабоблестящий, гладкий	Средней величины, округлые, черные	87,60 ±6,13	Пригодность сорта к механизированной уборке урожая, высокая зимостойкость, высокая комплексная устойчивость к грибным болезням, почковому клещу, галловой тле, паутинному клещу
Лана	Среднерослый, слабораскидистый, с компактной кроной	Пятилопастный, средний и мелкий, светло-зеленый, блестящий	Крупные, округлые, буроватой окраски	128,30 ±8,99	Устойчив к почковому клещу, септориозу, столбчатой ржавчине
Марьюшка	Слабораскидистый	Пятилопастный, зеленый, слабоморщинистый, матовый	Крупные, черные, округлые	95,51 ±6,68	Крупноплодность, высокая урожайность, устойчивость к мучнистой росе и почковому клещу
Ника	Среднерослый, среднераскидистый	Пятилопастный, средний и мелкий, светло-зеленый, блестящий	Крупные, округлые, черные	142,20 ±2,42	Самоплодность, скороплодность, высокая урожайность, высокая устойчивость к мучнистой росе
Поклон Борисовой	Слаборослый, среднераскидистый, средней густоты	Пятилопастный, средний, светло-зеленый, матовый	Очень крупные, округлые, черные	160,00 ±11,20	Высокая урожайность, крупноплодность, хороший вкус ягод, высокая устойчивость к мучнистой росе и галловой тле
Радость	Сильнорослый, полураскидистый	Трехлопастный, средний, зеленый с легким «загаром»	Крупные, одномерные, округлые, черные, блестящие	126,20 ±8,86	Скороплодность, зимостойкость, устойчивость к мучнистой росе и почковому клещу, высокая стабильная урожайность, высокие вкусовые качества ягод

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Сумрак	Среднерослый, полураскидистый	Крупный, зеленый, пластинка голая, матовая	Крупные, овальные, черные с бурым оттенком	134,80 ± 9,43	Высокая стабильная урожайность, зимостойкость, хорошая транспортабельность ягод
Тайна	Среднерослый, полураскидистый	Пятилопастный, крупный, зеленый, пластинка голая, матовая	Средние, круглые, черные	67,80 ± 4,75	Высокая стабильная урожайность, зимостойкость, устойчивость к грибным болезням, почковому клещу, галловой тле
Ядреная	Среднераскидистый, редкий	Пятилопастный, средней величины, темно-зеленый, блестящий	Крупные, сливовидные, одномерные, черные, слабо-блестящие	122,3 ± 1,83	Крупноплодность, скороплодность, высокая зимостойкость, устойчивость к рябухе и почковому клещу

Исследуемые сорта являются достаточно высокими, окрас листьев варьирует от светло-зеленого до темно-зеленого цвета, ягоды от бурых до черных, округлые, блестящие, средний вес 100 ягод варьирует от 67,80 до 160 г. Достоинством сортов является устойчивость к заболеваниям различной этиологии, что является очень важным в условиях Сибири. Сорт Лама пригоден для механизированной уборки урожая, обладает высокой зимостойкостью и высокой комплексной устойчивостью к грибным болезням, почковому клещу, галловой тле, паутинному клещу при весе 100 ягод – 87,60 г. К высокоурожайным, устойчивым к септориозу, антракнозу, галловой тле, можно отнести сорта Забава, Калиновка, Радость, Сумрак.

Для выбора оптимального сорта исследована их биопродуктивность (табл. 2).

Таблица 2

### Характеристики ягод смородины черной различных сортов

Помологический сорт	Средний диаметр ягод, см	Вес 100 ягод, г	Средняя урожайность, кг/куст	Средняя толщина кожицы ягоды, мм	Среднее количество семян, шт.
Гармония	1,20±0,08	130,30±9,12	4,20±0,21	0,20±0,0020	49,00±3,43
Забава	1,30±0,09	150,34±10,53	3,10±0,15	0,30±0,0030	31,00±2,17
Калиновка	1,25±0,08	150,36±10,52	2,90±0,14	0,18±0,0018	44,00±3,08
Лама	0,80±0,06	87,60±6,13	2,70±0,14	0,16±0,0016	42,00±2,94
Лана	0,90±0,06	128,30±8,98	1,60±0,08	0,15±0,0015	46,00±3,22
Марьюшка	0,85±0,06	95,51±6,68	2,20±0,11	0,20±0,0020	63,00±4,41
Ника	1,05±0,07	142,20±9,95	2,60±0,13	0,30±0,0030	29,00±2,03
Поклон Борисовой	1,30±0,09	160,00±11,20	4,80±0,34	0,35±0,0035	48,00±3,36
Радость	1,05±0,07	126,20±8,86	2,00±0,10	0,15±0,0015	60,00±4,20
Сумрак	1,20±0,08	134,80±9,43	1,80±0,09	0,20±0,0020	34,00±2,38
Тайна	0,70±0,05	67,80±4,75	2,80±0,39	0,20±0,0020	23,00±1,61
Ядреная	1,15±0,08	122,30±8,56	2,90±0,14	0,25±0,0025	42,00±2,94

По морфологическим параметрам ягоды значительно различаются по сортам. Средний диаметр ягоды варьирует от 0,7 до 1,3 см; вес от 67,80 до 160,00 г; средняя урожайность куста также изменяется в 2–2,5 раза. Достоинством сортов смородины черной является толщина кожицы ягоды и количество семян в мякоти. Наиболее крупные ягоды наблюдаются у сортов Поклон Борисовой – 1,3 см (16,0 г); Забава – 1,3 см (15,04 г) и Калиновка – 1,25 см (15,03 г). Исследуемые сорта отличаются друг от друга по сложению ягоды, т.е. по содержанию кожицы, семян. Наименьшее содержание кожицы с твердыми частями мякоти у сортов Лама, Лана и Радость. Наибольший процент семян от массы обнаружен у сортов Марьюшка, Радость, а наименьший – у сорта Тайна. Высокая урожайность выявлена у сортов Гармония – 4,2 кг/куст и Поклон Бо-

рисовой – 4,8 кг/куст.

На технологические характеристики влияют такие биохимические показатели, как содержание сухих веществ, сахаров, пектинов. Вкусовые достоинства сортов зависят от содержания в них моно- и олигосахаров и кислотности, рассчитываемой по яблочной кислоте.

Нами определен химический состав ягод смородины черной (табл. 3). Растворимые сухие вещества определяли рефрактометрическим методом; содержание глюкозы – йодометрическим методом; кислотность – титрованием щелочью до нейтральной среды; пектиновые вещества – объемным методом по С.Я. Риак [1, 2, 4].

Таблица 3

**Некоторые биохимические показатели исследуемых помологических сортов ягод смородины черной, %**

Помологический сорт	Массовая доля сухих веществ	Содержание моно- и олигосахаров	Титруемая кислотность	Сахарокислотный коэффициент	Пектин
Гармония	10,46±0,15	7,80±0,12	2,80±0,04	2,78	2,10±0,03
Забава	10,20±0,16	6,90±0,10	3,20±0,04	2,15	2,30±0,03
Калиновка	12,09±0,17	12,60±0,14	4,31±0,04	2,92	2,03±0,02
Лама	10,64±0,12	8,10±0,12	3,97±0,04	2,04	1,30±0,02
Лана	10,46±0,15	9,08±0,13	3,14±0,04	2,89	1,80±0,02
Марьюшка	13,23±0,17	5,10±0,08	3,10±0,05	1,65	2,64±0,03
Ника	13,15±0,14	6,70±0,011	3,35±0,05	1,56	1,75±0,02
Поклон Борисовой	10,08±0,15	9,10±0,01	2,55±0,03	3,56	2,29±0,03
Радость	14,02±0,21	9,20±0,14	4,37±0,06	2,10	1,56±0,02
Сумрак	10,02±0,14	9,70±0,14	2,87±0,04	3,37	3,04±0,04
Тайна	10,08±0,15	9,90±0,14	3,70±0,05	2,67	1,70±0,02
Ядреная	12,81±0,19	7,10±0,10	2,75±0,04	2,58	2,86±0,04

Исследования химического состава ягод смородины черной показали, что содержание моно- и олигосахаров колеблется от 5,1% у сорта Марьюшка до 12,6% у сорта Калиновка. Наибольшее содержание пектиновых веществ выявлено у сорта Сумрак – 3,04 %

В ягодах смородины черной содержится значительное количество антиоксидантов (табл. 4). К таким веществам прежде всего относят витамин С и антоцианы, причем высокое содержание витамина С препятствует окислению антоцианов [6].

Нами определялся витамин С реакцией Тильманса, количественное определение суммы антоцианов проводилось спектрофотометрическим методом [3].

Таблица 4

**Содержание витамина С и антоцианов в исследуемых образцах, мг%**

Помологический сорт	Витамин С	Антоцианы
Гармония	184,50±1,27	45,50±0,68
Забава	128,29±1,92	47,10±0,64
Калиновка	204,00±2,13	25,13±0,40
Лама	103,42±1,55	37,10±0,55
Лана	124,60±1,72	20,80±0,31
Марьюшка	192,90±1,45	41,70±0,62
Ника	154,48±2,32	17,50±0,29
Поклон Борисовой	193,86±2,60	37,70±0,56
Сумрак	247,60±1,33	21,00±0,31
Радость	184,00±1,70	43,70±0,65
Тайна	166,05±2,49	35,30±0,53
Ядреная	189,30±1,43	24,10±0,36

Содержание витамина С в исследуемых сортах смородины черной заметно отличается друг от друга и этот показатель находится в пределах 124,60–247,60 мг%. По наибольшему его содержанию выделен сорт Калиновка – 247,60 мг%.

Изученные нами сорта смородины черной, интродуцированные в Красноярском крае, обладают сходными морфологическими особенностями, высокой пищевой и биологической ценностью. Из изученных сортов смородины черной для промышленного применения можно выделить сорта Калиновка, Поклон Борисовой и Сумрак.

Важное значение имеет биохимическая оценка сорта. У изученных образцов определена высокая пищевая ценность. Выявлены достоверные различия химического состава ягод: моно- и олигосахариды (от 6,70 до 12,60%), вкусовые достоинства (сахаро-кислотный индекс от 1,558–2,156) и содержание антиоксиданты (витамин С от 84,50–173,56 мг% и антоцианов от 17,50–47,10 мг%), содержание пектиновых веществ (1,30–3,04 %).

Таким образом, сибирские сорта смородины черной могут использоваться как сырье для производства функциональных продуктов питания.

### Литература

1. ГОСТ 28562-90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. – М.: Стандартиформ, 2005. – 12 с.
2. ГОСТ 25555.0-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 5 с.
3. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 11 с.
4. *Виноградова А.А., Мелькина Г.М., Фомичева Л.А.* Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335 с.
5. *Жбанова Е.В.* Изменчивость химического состава плодов черной смородины в разных регионах // *Аграрная Россия*. – 2012. – № 1. – С 10–13.
6. *Титова Л.В.* Сорта европейского, сибирского, скандинавского подвида смородины черной, смородины дикуши – основа селекции высоковитаминных форм // *Современное состояние культур смородины и крыжовника: сб. науч. тр.* – Мичуринск – Научград, 2007. – С. 312–319.



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Аветисян А.Т.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. растениеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-39-06
- Аёшина Е.Н.* – канд. техн. наук, доц. каф. инженерной графики Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 227-06-66
- Айснер Л.Ю.* – канд. культурологии, доц., зав.каф. профессиональной коммуникации и иностранных языков Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-36-09
- Акимов Р.Ю.* – асп. каф. лесоводства Приморской государственной сельскохозяйственной академии, г. Уссурийск  
692510, г. Уссурийск, просп. Блюхера, 44  
Тел.: (84234) 26-07-03
- Андрейчик М.Ф.* – д-р геогр. наук, проф., доц. каф. экономической географии и геоинформационных систем Тувинского государственного университета, г. Кызыл  
667000, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Ленина, 36  
Тел.: (839422) 2-19-69
- Афанасова Е.Н.* – канд. ист. наук, доц. каф. экономики и управления Усть-Илимского филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, г. Усть-Ильимск  
666679, г. Усть-Илимск, ул. Ленина, 20 а  
Тел.: (839535) 7-55-59
- Бадардинова Т.Е.* – ст. преп. каф. технического сервиса и общеинженерных дисциплин Иркутской сельскохозяйственной академии, п. Молодежный  
664038, Иркутская обл., п. Молодежный  
Тел.: (83952) 23-70-52
- Баженова О.П.* – д-р биол. наук, проф. каф. экологии и биологии Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск  
644008, г. Омск, Институтская площадь, 1  
Тел.: (83812) 65-11-46
- Баландайкин М.Э.* – асп. каф. лесного хозяйства Ульяновского государственного университета, г. Ульяновск  
432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42  
Тел.: (88422) 41-20-88
- Барайщук Г.В.* – д-р биол. наук, зав. каф. лесоводства и защиты растений Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск  
644008, г. Омск, Институтская площадь, 1  
Тел.: (83812) 65-11-46
- Баранов М.Е.* – ст. преп. учебного военного центра Сибирского государственного аэрокосмического университета им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск  
660014, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31  
Тел.: (8391) 262-95-62
- Бенькова А.В.* – канд. биол. наук, мл. науч. сотр. лаб. структуры древесных колец Института леса им. В.Н. Сукачёва, г. Красноярск  
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50  
Тел.: (8391) 249-46-69

- Буторова О.Ф.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 266-03-88
- Величко Н.А.* – д-р техн. наук, проф., дир. Института пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-36-09
- Влощинский П.Е.* – д-р мед. наук, зав. каф. технологий и организаций общественного питания Сибирского университета потребительской кооперации, г. Новосибирск  
630087, г. Новосибирск, просп. К. Маркса, 26  
Тел.: (8383) 346-55-31
- Гаврилова Н.Б.* – д-р техн. наук, проректор по науке Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск  
644008, г. Омск, Институтская площадь, 1  
Тел.: (83812) 65-11-46
- Гаевая Е.В.* – канд. биол. наук, зав. лаб. мониторинга и охраны окружающей среды, радиационного контроля каф. техносферной безопасности Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень  
625000, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2  
Тел.: (83452) 43-07-29
- Гилев А.В.* – д-р биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. экологии птиц и наземных беспозвоночных Института растений и животных Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург  
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 марта, 202  
Тел.: (8343) 374-02-23
- Гончаревич Н.А.* – доц. каф. социальных технологий Института педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79  
Тел.: (8391) 206-20-16
- Горбунов А.К.* – науч. сотр., зав. лаб. элитного семеноводства картофеля Южно-Уральского научно-исследовательского института плодовоовощеводства и картофелеводства, г. Челябинск  
454902, г. Челябинск, ул. Гидрострой, 16  
Тел.: (8351) 232-65-10
- Горнин Л.В.* – канд. экон. наук, докторант отд. экономики сельскохозяйственных предприятий и социально-трудовых проблем села Сибирского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства РАСХН, п. Краснообск  
630501, Новосибирская обл., п. Краснообск  
Тел.: (8383) 348-18-27
- Данилова Н.С.* – д-р биол. наук, проф., вед. науч. сотр. Якутского ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск  
677980, г. Якутск, просп. Ленина, 41  
Тел.: (84112) 33-56-90
- Демиденко Г.А.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. агроэкологии и природопользования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-36-09
- Едренкина Н.М.* – канд. экон. наук, зав. отд. экономики сельскохозяйственных предприятий и социально-трудовых проблем села Сибирского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства РАСХН, п. Краснообск  
630501, Новосибирская обл., п. Краснообск  
Тел.: (8383) 348-18-27
- Елисеева Т.В.* – асп. каф. защиты растений и биотехнологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-36-09

- Журавлев С.Ю.* – канд. техн. наук, доц. каф. эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-36-09
- Зайнчковский В.И.* – канд. вет. наук, зав. лаб. резистентности животных Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск  
644008, г. Омск, Институтская площадь, 1  
Тел.: (83812) 65-11-46
- Заленская Е.Б.* – канд. пед. наук, доц. каф. менеджмента производственных и социальных технологий Института управления бизнес-процессами и экономики Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660074, г. Красноярск, пер. Вузовский, 3  
Тел.: (8391) 206-37-25
- Захаров Р.В.* – канд. экон. наук, докторант отд. экономики сельскохозяйственных предприятий и социально-трудовых проблем села Сибирского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства РАСХН, п. Краснообск  
630501, Новосибирская обл., п. Краснообск  
Тел.: (8383) 348-18-27
- 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
- Илюшко М.В.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. сельскохозяйственной биотехнологии Приморского научно-исследовательского института сельского хозяйства Россельхозакадемии, п. Тимирязевский  
692539, Приморский край, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30  
Тел.: (84234) 39-24-00
- Келер В.В.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. растениеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049 г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-36-09
- Кириллов К.А.* – д-р физ.-мат. наук, доц. каф. прикладной математики и компьютерной безопасности Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26  
Тел.: (8391) 291-25-75
- Кичильдеев А.Г.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 266-03-88
- Козинец Л.О.* – магистр 2-го года обучения Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-39-06
- Козицина А.Н.* – магистрант 1-го года обучения Института управления бизнес-процессами и экономики Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26  
Тел.: (8391) 249-78-38
- Колосовская Ю.Е.* – асп. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 266-03-88
- Кочетков В.П.* – д-р техн. наук, проф. каф. электроэнергетики Хакасского технического института – филиала Сибирского федерального университета, г. Абакан  
655017, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27  
Тел.: (83902) 22-53-55

- Красовская Р.Э.* – канд. вет. наук, ст. преп. каф. морфологии и физиологии животных Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан  
655017, г. Абакан, ул. Хакасская, 6  
Тел.: (839020) 34-32-72
- Кулижский С.П.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. почвоведения и экологии почв Томского государственного университета, г. Томск  
634050, г. Томск, просп. Ленина, 36  
Тел.: (83822) 52-98-53
- Курицын В.Н.* – канд. техн. наук, проф. каф. технологий и оборудования лесозаготовок Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 227-53-11
- Курочкин Н.С.* – асп. каф. электроэнергетики Хакасского технического института – филиала Сибирского федерального университета, г. Абакан  
655017, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27  
Тел.: (83902) 22-53-55
- Кучкин А.Г.* – канд. техн. наук, проф., зав. каф. инженерной экологии Сибирского государственного аэрокосмического университета им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск  
660014, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31  
Тел.: (8391) 262-95-62
- Лашин А.П.* – асп. каф. патологии, морфологии и физиологии Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск  
675000, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86  
Тел.: (84162) 52-65-47
- Литвиненко В.Н.* – гл. агроном Сельскохозяйственного производственного кооператива «Луговое», с. Хороль  
692251, Приморский край, с. Хороль, ул. Волочевская, 1  
Тел.: (842347) 2-12-39
- Литовка Ю.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. химической технологии древесины и биотехнологии Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 221-04-91
- Марамохина Е.В.* – ассист. каф. экономики и управления Дзержинского политехнического института – филиала Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск  
606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49  
Тел.: (8313) 34-84-02
- Мардваев Н.Б.* – канд. с.-х. наук, руководитель филиала Россельхозцентра по Республике Бурятия, г. Улан-Удэ  
670034, г. Улан-Удэ, ул. Челябинская, 11  
Тел.: (83012) 55-55-13
- Матвеева Р.Н.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 266-03-88
- Матвеев Е.В.* – асп. каф. инженерной графики Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 266-03-88
- Махачева Е.В.* – асп. каф. технологий и организаций общественного питания Сибирского университета потребительской кооперации, г. Новосибирск  
630087, г. Новосибирск, просп. К. Маркса, 26  
Тел.: (8383) 346-55-31

- Махутов А.А.* – канд. техн. наук, доц. каф. технического сервиса и общеинженерных дисциплин Иркутской сельскохозяйственной академии, п. Молодежный  
664038, Иркутская обл., п. Молодежный  
Тел.: (83952) 23-70-52
- Медведева О.М.* – канд. экон. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660075, г. Красноярск, ул. Лиды Прушинской, 2  
Тел.: (8391) 221-93-33
- Мельникова Е.А.* – асп. 3-го года обучения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 227-36-54
- Мионов П.В.* – д-р хим. наук, проф., декан факультета переработки природных соединений Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 227-36-54
- Мионова Ж.В.* – канд. техн. наук, доц. каф. экономики и международного бизнеса горно-металлургического комплекса Института управления бизнес-процессами и экономики Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660074, г. Красноярск, пер. Вузовский, 3  
Тел.: (8391) 206-37-12
- Молибога Е.А.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологии оборудования пищевых производств Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск  
644008, г. Омск, Институтская площадь, 1  
Тел.: (83812) 65-11-46
- Монгуш Л.Д.-Н.* – нач. отдела метеорологических наблюдений Тувинской центральной гидрометеорологической станции «Кызыл», г. Кызыл  
667001, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Крюкова, 1  
Тел.: (839422) 5-92-91
- Мяло В.В.* – канд. техн. наук, доц., зав. каф. агроинженерии Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск  
644008, г. Омск, Институтская площадь, 1  
Тел.: (83812) 65-11-46
- Новицкий А.А.* – д-р вет. наук, проф. каф. эпизоотологии, инфекционных и инвазионных болезней Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск  
644008, г. Омск, Институтская площадь, 1  
Тел.: (83812) 65-11-46
- Носкова Н.Е.* – канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и физиологии растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-39-06
- Орлов А.В.* – канд. хим. наук, доц. каф. экономики и управления Держинского политехнического института – филиала Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Дзержинск  
606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49  
Тел.: (8313) 34-84-02
- Острошенко В.В.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. лесоводства Приморской государственной сельскохозяйственной академии, ст. науч. сотр. лаб. мониторинга лесной растительности Горно-Таежной станции ДВО РАН, с. Горно-Таежное  
692533, Приморский край, с. Горно-Таежное, ул. Солнечная, 26  
Тел.: (84234) 39-11-10
- Отева С.Ю.* – соискатель каф. эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-39-06

- Павлова П.А.* – науч. сотр. Якутского ботанического сада Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск  
677980, г. Якутск, просп. Ленина, 41  
Тел.: (84112) 33-56-90
- Палкин Е.В.* – ст. преп. каф. технологий и оборудования лесозаготовок Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 266-04-02
- Панюкова В.А.* – доц. каф. менеджмента производственных и социальных технологий Института управления бизнес-процессами и экономики Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26 а  
Тел.: (8391) 291-27-81
- Пестерева А.А.* – магистрантка Иркутской сельскохозяйственной академии, п. Молодежный  
664038, Иркутская обл., п. Молодежный  
Тел.: (83952) 23-70-52
- Петуховский С.Л.* – канд. с.-х. наук, ректор Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск  
644008, г. Омск, Институтская площадь, 1  
Тел.: (83812) 65-11-46
- Плотникова Л.Я.* – д-р биол. наук, проф. каф. селекции, генетики и физиологии растений Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск  
644008, г. Омск, Институтская площадь, 1  
Тел.: (83812) 65-11-46
- Полонская Д.Е.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-39-06
- Полонский В.И.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ботаники и физиологии растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-39-06
- Пономарева Ю.А.* – соискатель отдела вычислительной физики Института вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН, г. Красноярск  
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50  
Тел.: (8391) 243-44-29
- Попова Н.Н.* – асп. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 266-03-88
- Прудникова Г.А.* – студ. 5-го курса каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 266-03-88
- Рачинский Ю.А.* – асп. каф. морфологии и физиологии животных Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан  
655017, г. Абакан, ул. Хакасская, 6  
Тел.: (839020) 34-32-72
- Репях М.В.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 266-03-88

- Родикова А.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. географии Томского государственного педагогического университета, г. Томск  
634050, г. Томск, ул. Карла Ильмера, 15/1  
Тел.: (83822) 47-01-08
- Романова А.Б.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391)266-03-88
- Романова Л.И.* – канд. биол. наук, доц. каф. лесной таксации, лесоустройства и геодезии Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 266-03-88
- Савельева А.Ю.* – канд. вет. наук, доц. каф. анатомии и гистологии животных Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-39-06
- Сафронова Т.Н.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660075, г. Красноярск, ул. Лиды Прушинской, 2  
Тел.: (8391) 221-93-33
- Седельникова Л.Л.* – д-р биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. интродукции декоративных растений Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, г. Новосибирск  
630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101  
Тел.: (8383) 339-97-92
- Сейдафаров Р.А.* – канд. биол. наук, учитель биологии МАОУ СОШ № 7, р.п. Приютово  
452017, Республика Башкортостан, р.п. Приютово, ул. Бульвар Мира, 3  
Тел.: (834786) 7-21-09
- Селиванов Н.И.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-36-09
- Семченко В.В.* – д-р мед. наук, проф. каф. анатомии, гистологии, физиологии и патологической анатомии Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск  
644008, г. Омск, Институтская площадь, 1  
Тел.: (83812) 65-11-46
- Симанько В.В.* – асп. лаб. структуры древесных колец Института леса им. В.Н. Сукачёва, г. Красноярск  
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50  
Тел.: (8391) 249-46-69
- Симонова Н.В.* – д-р биол. наук, доц. каф. фармакологии Амурской государственной медицинской академии, г. Благовещенск  
675000, г. Благовещенск, ул. Горького, 95  
Тел.: (84162) 31-90-15
- Симонова Н.П.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. медико-социальной работы Амурского государственного университета, г. Благовещенск  
675000, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21  
Тел.: (84162) 39-45-01
- 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

- Складнева Е.Ю.* – д-р вет. наук, доц. каф. морфологии и физиологии животных Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан  
655017, г. Абакан, ул. Хакасская, 6  
Тел.: (839020) 34-32-72
- Солодухина М.А.* – мл. науч. сотр. лаб. геохимии и рудогенеза Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита  
672014, г. Чита ул. Недорезова, 16 а  
Тел.: (83022) 20-61-97
- Старинова Т.Т.* – канд. биол. наук, доц. каф. высшей математики и информатики Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 227-87-81
- Сумина А.В.* – асп. каф. ботаники и физиологии растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-39-06
- Токмакова А.Л.* – ст. преп. каф. технического сервиса и общеинженерных дисциплин Иркутской сельскохозяйственной академии, п. Молодежный  
664038, Иркутская обл., п. Молодежный  
Тел.: (83952) 23-70-52
- Усова Е.А.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391)266-03-88
- Уфимцев В.И.* – канд. биол. наук, науч. сотр. Кузбасского ботанического сада Института экологии человека СО РАН, г. Кемерово  
650065, г. Кемерово, просп. Советский, 18  
Тел.: (83842) 28-72-89
- Фаренкова И.В.* – магистр товароведно-технологического факультета Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660075, г. Красноярск, ул. Лиды Прушинской, 2  
Тел.: (8391) 221-93-33
- Филимоненко И.В.* – канд. экон. наук, доц. каф. маркетинга Института управления бизнес-процессами и экономики Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26  
Тел.: (8391) 249-78-38
- Фролова О.Я.* – канд. экон. наук, доц. каф. управления персоналом Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-39-06
- Хижняк С.В.* – д-р биол. наук, проф. каф. защиты растений и биотехнологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-36-09
- Худолей Н.В.* – ст. преп. каф. иностранных языков Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-36-09
- Царёв В.И.* – д-р архитектуры, проф. каф. градостроительства Института архитектуры и дизайна Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 82  
Тел.: (8391) 206-27-52
- 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

- Черник Д.В.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологий и машин природообустройства Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 227-23-95
- Черноталова Е.В.* – ассист. каф. международных экономических отношений Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79  
Тел.: (8391) 206-20-88
- Чиркова Е.С.* – асп. каф. товароведения и экспертизы товаров Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660075, г. Красноярск, ул. Лиды Прушинской, 2  
Тел.: (8391) 221-93-33
- Чобанян В.Л.* – магистр каф. градостроительства Института архитектуры и дизайна Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 82  
Тел.: (8391) 206-27-52
- Чумаков В.Ю.* – д-р вет. наук, проф. каф. морфологии и физиологии животных Хакасского государственного университета, г. Абакан  
655017, г. Абакан, ул. Хакасская, 6  
Тел.: (83902) 34-32-72
- 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.: (83822) 41-90-17
- Шайдурова О.В.* – ст. преп. каф. социальных технологий Института педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79  
Тел.: (8391) 206-20-16
- Шапсович С.Н.* – канд. с.-х. наук, вед. агроном филиала Россельхозцентра по Республике Бурятия, г. Улан-Удэ  
670034, г. Улан-Удэ, ул. Челябинская, 11  
Тел.: (83012) 55-55-13
- Шашкин А.В.* – канд. физ.-мат. наук, зав. лаб. структуры древесных колец Института леса им. В.Н. Сукачёва, г. Красноярск  
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50  
Тел.: (8391) 249-46-69
- Шаяхметов И.Ф.* – канд. биол. наук, доц. вак, зав. каф. управления и информатики Восточной экономико-юридической гуманитарной академии, г. Уфа  
450105, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. М. Рыльского, 9/1  
Тел.: (83472) 41-22-01
- Шенмайер Н.А.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. селекции и озеленения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 227-06-66
- Юрлов Ф.Ф.* – д-р техн. наук, проф. каф. экономики и предпринимательства Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород  
603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24  
Тел.: (8314) 36-98-74

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОНОМИКА

<i>Горнин Л.В., Захаров Р.В., Едренкина Н.М.</i> Развитие социальной инфраструктуры на селе.....	3
<i>Марамохина Е.В., Юрлов Ф.Ф.</i> Сравнительная оценка инновационно-экономической эффективности функционирования промышленных объектов.....	7
<i>Орлов А.В.</i> Прогноз экспорта нефти из России.....	12
<i>Фролова О.Я.</i> Формирование системы социально ориентированной экономики региона.....	18
<i>Черноталова Е.В.</i> Методологические подходы к оценке стоимости человеческого капитала фирмы....	22

### МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

<i>Кириллов К.А.</i> Об оценке нормы функционала погрешности на пространствах $S_p$ весовых квадратурных формул, точных для полиномов Хаара.....	30
<i>Козицина А.Н., Филимоненко И.В.</i> Информационная модель прогнозирования кадровой потребности региона (на примере Красноярского края).....	36

### ВЕТЕРИНАРИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

<i>Лашин А.П., Симонова Н.В., Симонова Н.П.</i> Влияние адаптогенов на иммунобиохимический статус новорожденных телят.....	42
<i>Савельева А.Ю.</i> Морфологические особенности репродуктивных органов самки хорька.....	46
<i>Старинова Т.Т.</i> Математическая модель эритропоэтической активности при острых дозированных кровопотерях.....	50
<i>Чумаков В.Ю., Складнева Е.Ю., Красовская Р.Э., Рачинский Ю.А.</i> Особенности лимфангионов желудка собак на некоторых этапах постнатального онтогенеза.....	55

### ПОЧВОВЕДЕНИЕ

<i>Кулижский С.П., Родикова А.В.</i> Сведения о почвах и почвенном покрове территории водосборного бассейна озера Шира (Чулымо-Енисейская котловина, Минусинский межгорный прогиб) конца XIX-начала XXI вв.....	60
<i>Чухарева Н.В.</i> Исследование группового состава торфов месторождений Томской области.....	65

### РАСТЕНИЕВОДСТВО

<i>Аветисян А.Т.</i> Интродукция новых, малораспространенных кормовых культур в условиях лесостепи.....	72
<i>Горбунов А.К.</i> Урожайность клубней картофеля сорта Тарасов в зависимости от приемов агротехники....	74
<i>Илюшко М.В., Литвиненко В.Н.</i> Применение препарата Экстрасол при выращивании риса в условиях Приморского края.....	78
<i>Келер В.В., Козинец Л.О.</i> Роль матрикальной разнокачественности в формировании морфометрических параметров проростков семени яровой пшеницы.....	82
<i>Келер В.В.</i> Роль экологических условий в формировании урожайности ярового ячменя в Канской лесостепи.....	86
<i>Острошенко В.В., Акимов Р.Ю.</i> Влияние стимуляторов на рост саженцев сосны кедровой корейской ( <i>Pinus koraiensis</i> Siebold et Zucc.) под пологом хвойно-широколиственных лесов.....	89
<i>Павлова П.А., Данилова Н.С.</i> Интродукция касатика щетинистого ( <i>Iris setosa</i> Pall. ex link) в Центральной Якутии.....	94
<i>Релях М.В., Попова Н.Н.</i> Особенности роста и плодоношения летних сортов яблони на нижней террасе Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского.....	99
<i>Романова А.Б.</i> Декоративность редких видов интродуцентов в насаждениях Центрального района г. Красноярска.....	102
<i>Седельникова Л.Л.</i> К биологии кандыка сибирского ( <i>Erythronium sibiricum</i> (Liliaceae)).....	106
<i>Сумина А.В., Полонский В.И.</i> Плотность зерна как альтернативный показатель качества и его зависимость от условий выращивания и генотипа ячменя.....	114
<i>Усова Е.А.</i> Семенное размножение абрикоса маньчжурского и барбариса амурского в дендрарии СибГТУ.....	120
<i>Шапсович С.Н., Мардваев Н.Б.</i> Влияние температуры и влажности почвы на полевую всхожесть суданской травы в сухостепной зоне Бурятии.....	122
<i>Шаяхметов И.Ф., Сейдафаров Р.А.</i> Адаптация подроста липы мелколистной виргинильного возраста к пессимальным условиям произрастания (на примере Павловского водохранилища).....	126
<i>Шенмайер Н.А., Прудникова Г.А.</i> Перспективные сорта черной смородины, предназначенные для выращивания в условиях Сибири.....	134

## ЭКОЛОГИЯ

- Баландайкин М.Э.* Нелинейные модели взаимосвязи распространения *Inonotus obliquus* (Pers.) Pil. с бонитетом и возрастом березового леса. Влияние ряда морфологических характеристик насаждений на встречаемость базидиального макромицета..... 139
- Андрейчик М.Ф., Монгуш Л.Д.-Н.* Исследование индекса континентальности на фоне потепления климата в Хемчикской котловине Республики Тыва..... 146
- Гаевая Е.В., Захарова Е.В., Скипин Л.Н.* Содержание экотоксикантов в птицеводческой продукции Тюменского района..... 152
- Гилев А.В.* Влияние рекреации на муравьев в лесопарках г. Екатеринбурга..... 156
- Колосовская Ю.Е.* Изменчивость, отбор клонов и рамет плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской.... 160
- Матвеева Р.Н., Буторова О.Ф., Кичкильдеев А.Г.* Влияние диаметра сеянцев на рост и репродуктивное развитие 41-летних деревьев сосны кедровой сибирской..... 166
- Мельникова Е.А., Литовка Ю.А., Миронов П.В.* Морфологические особенности базидиального гриба *Pleurotus pulmonarius* в поверхностной и глубокой культуре..... 170
- Носкова Н.Е., Романова Л.И.* Структурно-функциональные свойства мужских генеративных органов у лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в условиях изменения климата в Сибири..... 175
- Отева С.Ю., Полонская Д.Е.* Встречаемость нетуберкулезных микобактерий у населения г. Красноярска..... 180
- Пономарева Ю.А.* Химический состав воды и структура фитопланктона в нижнем бьефе Красноярской ГЭС..... 183
- Симанько В.В., Бенькова А.В., Шашкин А.В.* Применение метода «скользящих функций отклика» для выявления влияния климатических факторов на радиальный рост деревьев..... 188
- Солодухина М.А.* Биогеохимические особенности поведения мышьяка в системе технозем – тополь душистый (*Populus suaveolens* fischer) в антропогенных ландшафтах Шерловогорского рудного района (Забайкальский край)..... 195
- Уфимцев В.И.* Влияние экологических условий угольных месторождений Юга Кузбасса на произрастание культур кедра сибирского..... 199
- Хижняк С.В., Демиденко Г.А., Елисеева Т.В., Кучкин А.Г., Баранов М.Е.* Микробиологические характеристики и фитотоксичность загрязнённого мазутом грунта в посёлке Кедровый..... 205

## ТЕХНИКА

- Журавлев С.Ю.* Методика оптимизации параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов с использованием генетических алгоритмов..... 211
- Махутов А.А., Бадардинова Т.Е., Токмакова А.Л., Пестерева А.А.* Траектория движения хона при восстановлении гильз автотракторных двигателей методом ремонтных размеров..... 224
- Палкин Е.В., Курицын В.Н.* Анализ энергетических затрат в процессе цеповой окорки древесины..... 229
- Селиванов Н.И.* Регулирование эксплуатационных параметров тракторов..... 234
- Черник Д.В.* Математическое моделирование динамики боковых нагрузок на технологическое оборудование лесопогрузчика..... 239

## ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ

- Кочетков В.П., Курочкин Н.С., Цугленок Н.В.* Исследование динамики асинхронного двигателя..... 248

## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ

- Величко Н.А.* Использование костяники каменистой в производстве алкогольных напитков..... 255
- Матвеевко Е.В., Аёшина Е.Н., Величко Н.А.* Состав настоев древесной зелени можжевельника сибирского..... 257
- Махачева Е.В., Влощинский П.Е.* Физико-химические изменения в многокомпонентных мясных рубленых изделиях..... 259
- Сафронова Т.Н., Медведева О.М., Фаренкова И.В.* Разработка современных систем управления качеством функциональных продуктов..... 265

## ПРАВО И СОЦИАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

- Панюкова В.А.* К вопросу о необходимости законодательного закрепления ответственности сторон за действия в процессе переговоров или после них..... 271

## ИСТОРИЯ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ

- Афанасова Е.Н.* Становление и развитие системы социальной защиты детей в Енисейской губернии в первой половине 1920-х гг..... 274

Худолей Н.В. Роль классического литературного текста как языка духовной культуры в социально-культурном пространстве России.....	278
Царёв В.И., Чобанян В.Л. Центральный парк в городе Красноярске: история формирования и архитектурно-планировочные преобразования.....	281
<b>ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ</b>	
Айснер Л.Ю. К вопросу о развитии научно-исследовательского потенциала учащихся (из зарубежного опыта).....	289
Гончаревич Н.А., Шайдурова О.В. Проблемы формирования экологических ценностей будущих специалистов.....	292
Заленская Е.Б., Миронова Ж.В. Результаты исследования профессиональной идентификации в процессе образования.....	297
Петуховский С.Л., Плотникова Л.Я., Новицкий А.А., Семченко В.В., Зайнчковский В.И., Баженова О.П., Барайщук Г.В., Гаврилова Н.Б., Молибога Е.А., Мяло В.В. Состояние и перспективы развития научных исследований и образования в области биотехнологии в Омском государственном аграрном университете им. П.А. Столыпина.....	302
<b>Трибуна молодых ученых</b>	
Чиркова Е.С. Характеристика сибирских сортов смородины черной ( <i>Ribes nigrum</i> L.), интродуцированных в Красноярском крае.....	307
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....	312