

ISSN 1819-4036

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Красноярский государственный аграрный университет

В Е С Т Н И К КрасГАУ

Выпуск 3

Красноярск 2014

Редакционный совет

- Н.В. Цугленок* – д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАСХН, действ. член АТН РФ, лауреат премии Правительства в области науки и техники, международный эксперт по экологии и энергетике, засл. работник высш. школы, почетный работник высш. образования РФ, ректор – *гл. научный редактор, председатель совета*
- А.С. Донченко* – д-р вет. наук, акад., председатель СО Россельхозакадемии – *зам. гл. научного редактора*
- Я.А. Кунгс* – канд. техн. наук, проф., засл. энергетик РФ, чл.-корр. ААО, СО МАН ВШ, федер. эксперт по науке и технике РИНКЦЭ Министерства промышленности, науки и технологии РФ – *зам. гл. научного редактора*

Члены совета

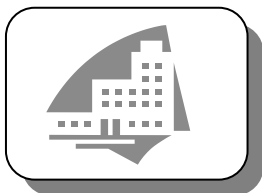
- А.Н. Антамошкин*, д-р техн. наук, проф.
И.О. Богульский, д-р из.-мат. наук, проф.
Г.С. Вараксин, д-р с.-х. наук, проф.
Н.Г. Ведров, д-р с.-х. наук, проф., акад. Междунар. акад. аграр. образования и Петр. акад. наук и искусства
А.Н. Городищева, д-р культурологии, доц.
С.Т. Гайдин, д-р ист. наук, проф.
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.
В.В. Матюшев, д-р техн. наук,
А.И. Машанов, д-р биол. наук, проф., акад. РАЕ
В.Н. Невзоров, д-р с.-х. наук, проф., акад. РАЕН
И.П. Павлова, д-р ист. наук, доц.
Н.И. Селиванов, д-р техн. наук, проф.
Н.А. Сурин, д-р с.-х. наук, проф., акад. РАСХН, засл. деятель науки РФ
Н.Н. Типсина, д-р техн. наук, проф.
Д.В. Ходос, д-р экон. наук, доц.
Г.И. Цугленок, д-р техн. наук, проф.
Н.И. Чепелев, д-р техн. наук, проф.
В.В. Чупрова, д-р биол. наук, проф.
Л.А. Якимова, д-р экон. наук, доц.
- Журнал «Вестник КрасГАУ» включен в утвержденный ВАК Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

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

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

Подписано в печать 13.03.2014 Формат 60x84/8
Тираж 250 экз. Заказ № 126
Усл. п.л. 29,75

Подписной индекс 46810 в Каталоге «Газеты. Журналы» ОАО Агентство «Роспечать»
Издается с 2002 г.
Вестник КрасГАУ. – 2014. – №3 (90).
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77-14267 от 06.12.2002 г.
ISSN 1819-4036



УДК 338.43(571.51)

Л.В. Калягина, П.Е. Разумов

ВЫЯВЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ МЕТОДОМ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

Авторами статьи из множества анализируемых показателей устойчивого развития сельских территорий методом факторного анализа отбираются обобщающие характеристики организационной структуры и механизма развития изучаемого явления. Модель устойчивого развития сельских территорий строится по данным Красноярского края.

Ключевые слова: устойчивое развитие, метод факторного анализа, факторные нагрузки, показатели, численность населения, возрастная структура населения, стратегия.

L.V. Kalyagina, P.E. Razumov

THE REVELATION OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICES OF THE KRASNOYARSK KRAIRURAL TERRITORIES BY THE FACTOR ANALYSISMETHOD

The authors of the article selected the generalized characteristics of the organizational structure and the mechanism of the studied phenomenon development from many analyzed indices of rural territoriesustainable development using the factor analysis method. The model of therural territoriesustainable development is developed according to the Krasnoyarsk Krai data.

Key words: sustainable development, factor analysismethod, factor loadings, indices, population number, populationage structure, strategy.

Устойчивое развитие сельских территорий является важнейшим условием бесконфликтного и демократического развития российского общества, его экономического и социального благополучия. В общем случае все факторы, определяющие условия и потенциальные возможности устойчивого развития сельских территорий страны, можно разделить на четыре группы [1]:

1) производственно-экономического развития, связанные с уровнем развития сельскохозяйственного производства и его положением в условиях открытого рынка, развитием иных видов производства и сферы услуг, особенно с состоянием снабжения производства и торговли произведенной продукцией (региональный маркетинг);

2) социально-экономического развития, связанные с населением, его культурой и способом расселения, уровнем занятости населения и его доходов, его социальным обеспечением, сложившейся инфраструктурой;

3) сохранения природного, культурного и духовного наследия, связанные с объектами природы (земельными, водными и иными природными ресурсами, особенными объектами живой природы), во многом определяющие возможности и экономическую ценность территории, а также с памятниками архитектуры, включая религиозные, и всем другим, составляющим историю края, историю страны и представляющим интерес как для настоящего поколения, так и последующих;

4) политики и институциональных преобразований, связанные с отношениями владения, распоряжения и пользования землёй, лесами, водными ресурсами, объектами производства, инфраструктуры и другими, участвующими в системе многофункционального развития сельских территорий.

Генеральная (обобщающая) проблема устойчивого развития охватывает проблемы и задачи, которые можно вскрыть при исследовании ситуации относительно конкретной территории, в нашем случае – Красноярского края.

Показатели устойчивого развития сельских территорий Красноярского края отбирались из статистической отчетности Министерства финансов Красноярского края, в которой проводилось межбюджетное выравнивание социально-экономических индикаторов территорий края [1]. Под бюджетным выравниванием рассматривается процесс, осуществляемый органами власти вышестоящего уровня с целью сглаживания различий в уровнях социально-экономического развития территорий, обеспечения сбалансированности бюджетов всех уровней и равной возможности реализации на всей территории Российской Федерации социальных гарантий. Следовательно, можно сделать выводы, что направление устойчивого развития совпадает с задачами межбюджетного выравнивания.

По всем сельским территориям были сформированы следующие показатели устойчивого развития Красноярского края:

- 1) кадастровая стоимость находящихся на территории муниципального образования участков земли, облагаемых земельным налогом, принадлежащих юридическим лицам;
- 2) начисленная сумма налога на прибыль организаций;
- 3) начисленная сумма налога на имущество физических лиц;
- 4) фонд оплаты труда;
- 5) протяженность улично-дорожной сети для проезда транзитного транспорта;
- 6) протяженность зимних автомобильных дорог (автозимников);
- 7) розничный оборот товаров и услуг (с досчетом на объемы скрытой деятельности);
- 8) объем выбросов в атмосферу загрязняющих веществ;
- 9) площадь территории;
- 10) численность постоянного населения;
- 11) численность населения, проживающего в "малых" поселениях;
- 12) численность детей в возрасте от 1 до 6 лет;
- 13) численность детей в возрасте до 17 лет;
- 14) численность населения старше трудоспособного возраста;
- 15) численность сельского населения;
- 16) размер средней заработной платы;
- 17) численность детей в возрасте до 17 лет, обучающихся в общеобразовательных школах-интернатах (за исключением детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей);
- 18) величина краевого стандарта предельной стоимости предоставляемых жилищно-коммунальных услуг (без учета газа и капитального ремонта) на 1 м² общей площади жилья в месяц.

Вышеназванные показатели можно разделить на четыре группы: производственно-экономические, социально-экономические, экологические, институциональные. Для проведения статистического анализа исходной информации была сформирована таблица данных с размерностью из 18 показателей и 46 наблюдений (населенных пунктов Красноярского края). Перед нами была поставлена задача выявления из собранных 18 показателей наиболее информативных, то есть определение тех показателей, которые несут на себе основную смысловую нагрузку и оказывают наибольшее влияние на формирование устойчивого развития 46 сельских территорий Красноярского края [2]. Далее на основании результатов обработки собранных эмпирических данных необходимо интерпретировать полученные числовые значения, придав им экономико-социальный смысл, и сформулировать предложения по совершенствованию устойчивого развития сельских территорий региона.

Для решения поставленной задачи подходят методы многомерной статистики, позволяющие снизить размерность исходных данных. Одним из наиболее распространенных методов снижения размерности является метод факторного анализа.

Факторный анализ (ФА) представляет собой совокупность методов, которые на основе реально существующих связей анализируемых признаков и связей самих наблюдаемых объектов позволяют выявлять скрытые (неявные, латентные) обобщающие характеристики организационной структуры и механизма развития изучаемых явлений, процессов.

Методы факторного анализа в исследовательской практике применяются главным образом с целью сжатия информации, получения небольшого числа обобщающих признаков, объясняющих вариативность (дисперсию) элементарных признаков (R-техника факторного анализа) или вариативность наблюдаемых объектов (Q-техника факторного анализа).

Алгоритмы факторного анализа основываются на использовании редуцированной матрицы парных корреляций (ковариаций). Редуцированная матрица – это матрица, на главной диагонали которой располо-

жены не единицы (оценки) полной корреляции, или оценки полной дисперсии, а их редуцированные, несколько уменьшенные величины. При этом постулируется, что в результате анализа будет объяснена не вся дисперсия изучаемых признаков (объектов), а ее некоторая часть, обычно большая. Оставшаяся необъясненная часть дисперсии – это характеристика, возникающая из-за специфичности наблюдаемых объектов, или ошибок, допускаемых при регистрации явлений, процессов, т.е. ненадежности вводных данных.

При классификации ФА можно выделить следующие группы методов:

1) **метод главных компонент** (Г. Хотеллинг);

2) **упрощенные методы ФА**, которые появились в первой половине двадцатого столетия во время формирования базисных теоретических разработок ФА. Они отличаются, с одной стороны, сравнительно простыми вычислительными процедурами, с другой – ограниченными возможностями в выделении латентных факторов и аппроксимации факторных решений. В данную группу входят:

- *однофакторная модель Ч. Спирмена*, которая позволяет выделять только один латентный фактор;

- *бифакторная модель Г. Хользингера*, ориентированная на выделение двух латентных факторов;

- *центроидный метод Л. Тэрстоуна*, в котором множество корреляций между переменными рассматривается как пучок векторов, латентный фактор в этом пучке появляется как некий уравнивающий вектор, проходящий через его центр;

3) **современные аппроксимирующие методы ФА**, имеющие по сравнению с предыдущей группой более гибкую модель выделения латентных факторов (искусственно не ограничивающую их число), а также позволяющие оптимизировать полученные решения. В эту группу входят:

- *метод главных факторов Г. Томсона*, применяемый на практике особенно часто, поскольку он более близок методу главных компонент;

- *групповой метод Л. Гуттмана и П. Хорста*, основанный на исследовании не простого набора данных, а предварительно отобранных анализируемых признаков (наблюдаемых объектов);

4) **методы с повышенными аппроксимирующими свойствами**, позволяющие получать и последовательно улучшать аналитические результаты, поскольку отличаются сложностью алгоритмов и высокой трудоемкостью вычислительных процедур, практически нереализуемы без технических средств. В эту группу входят методы:

- *максимального правдоподобия Д. Лоули и Д. Максвелла*;

- *минимальных остатков Г. Хармана*;

- *двухфакторного анализа Г. Кайзера и И. Кэффри*;

- *канонического факторного анализа К. Рао*.

Несмотря на различия, многочисленные методы факторного анализа имеют общую алгоритмическую схему реализации (рис. 1).

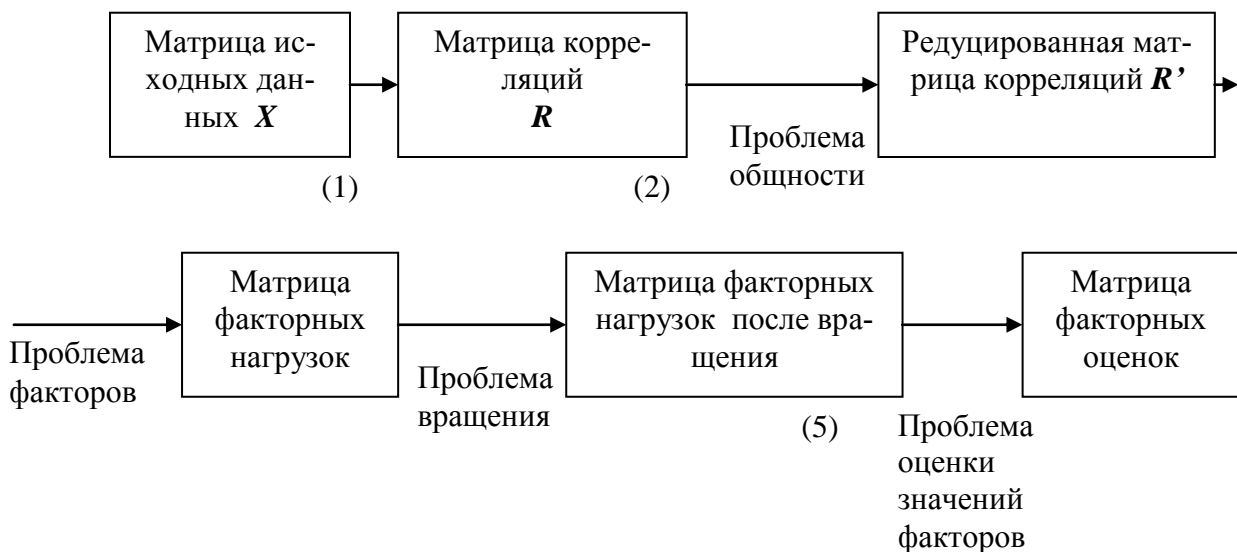


Рис. 1. Алгоритмическая схема реализации методов факторного анализа

В факторном анализе предполагается объяснение не всей дисперсии варьирующих элементарных признаков, а только некоторой ее части. Таким образом, матрицы факторного отображения (A) представляют только объясненную часть дисперсии – общность (h_j^2). Кроме того, остается необъясненная часть дисперсии, или характерность (d_j^2). Полное разложение дисперсии в факторном анализе в зависимости от возможностей применяемых методов можно представить в виде следующей схемы связей дисперсионных показателей.

Общность – доля дисперсии, объясненная действием общих факторов $h_j^2 = a_{j1}^2 + a_{j2}^2 + \dots + a_{jm}^2$ и $h_j^2 = 1 - d_j^2$.

Характерность – доля дисперсии, необъясненной действием общих факторов $d_j^2 = 1 - h_j^2 = b_j^2 + l_j^2$.

Специфичность – доля дисперсии, обусловленной специфичной вариабельностью анализируемого признака (X_j) $b_j^2 = d_j^2 - l_j^2$.

Ненадежность – доля дисперсии, обусловленной несовершенством измерений (ошибками измерений) $l_j^2 = 1 - h_j^2 - b_j^2$.

Надежность – доля дисперсии характерного фактора без измерений ошибки $c_j^2 = h_j^2 + b_j^2 = 1 - l_j^2$.

Полная дисперсия – дисперсия варьирующих значений стандартизованного признака (Z_j) $h_j^2 + d_j^2 = h_j^2 + b_j^2 + l_j^2 = 1$.

Общие факторы выделяют последовательно: первый фактор, объясняющий наибольшую долю дисперсии исходных переменных, затем второй, объясняющий следующую по величине долю дисперсии, и т.д. Процесс выделения общих факторов может быть прерван, если объяснена достаточная доля дисперсии элементарных признаков. В ходе построения матрицы факторного отображения (A) при необходимости, когда ее столбцы плохо структурированы и слабо поддаются интерпретации, производится вращение общих факторов. Вращение может быть ортогональным (при сохранении линейной независимости общих факторов) или косоугольным (в ходе вращения появляются линейно-зависимые общие факторы). Посредством вращения решается задача упрощения структуры общих факторов. Другими словами, в процессе вращения факторные нагрузки одних элементарных признаков (наиболее значимых) возрастают, а других (менее значимых) – снижаются. В результате получают упрощенную структуру факторов, которая легче поддается объяснению.

На основе матрицы факторного отображения (A) (без вращения или после вращения) определяют значения главных факторов по каждому из наблюдаемых объектов. При условии, что в анализе остаются все главные факторы и их число равно числу элементарных признаков, матрица значений главных факторов определяется как $F = A^{-1}Z^T$. В другом случае, который является более естественным для ФА и встречается чаще, число главных факторов значительно меньше числа элементарных признаков ($r < m$) и матрица A – неквадратная, тогда матрица значений главных факторов определяется как $F = (A^T A)^{-1} A^T Z^T$.

Результатом решения задачи методом главных факторов, так же как и методом главных компонент, будут системы линейных уравнений вида $Z = AF^T$; $F = \Lambda^{-1} A^T Z$ и матрица значений главных факторов (F).

Применение метода факторного анализа к исследуемой совокупности было реализовано с помощью программы SPSS – очень мощного и широко распространенного пакета профессионального компьютерного анализа данных.

В результате проведенной обработки данных методом факторного анализа на ППП SPSS по 46 сельским территориям Красноярского края из 18 собранных показателей было определено, что наиболее важными факторами, определяющими устойчивое развитие сельских территорий Красноярского края, являются те, которые расположены в порядке убывания факторной нагрузки. А именно:

- 1) численность постоянного населения (V11);
- 2) численность детей (V14 – в возрасте от 1 до 6 лет, V13 – в возрасте до 17 лет);
- 3) размер средней заработной платы (V18);
- 4) численность пенсионеров (V15).

Определено, что самым значимым фактором является численность постоянного населения. Следовательно, для устойчивого развития сельских территорий необходимо в первую очередь обеспечить увеличение численности постоянного населения сельской местности. Также из результатов обработки методом факторного анализа для сельских территорий Красноярского края видно, насколько актуально увеличение численности детей разных возрастов. Этот показатель выходит на второе место по значимости при выявлении характеристик организационной структуры и механизмов устойчивого развития сельских территорий. Первый, второй и четвертый факторы отражают демографическое состояние сельских территорий, являясь социальными характеристиками. Третий фактор можно отнести к экономическим показателям организационной структуры устойчивого развития.

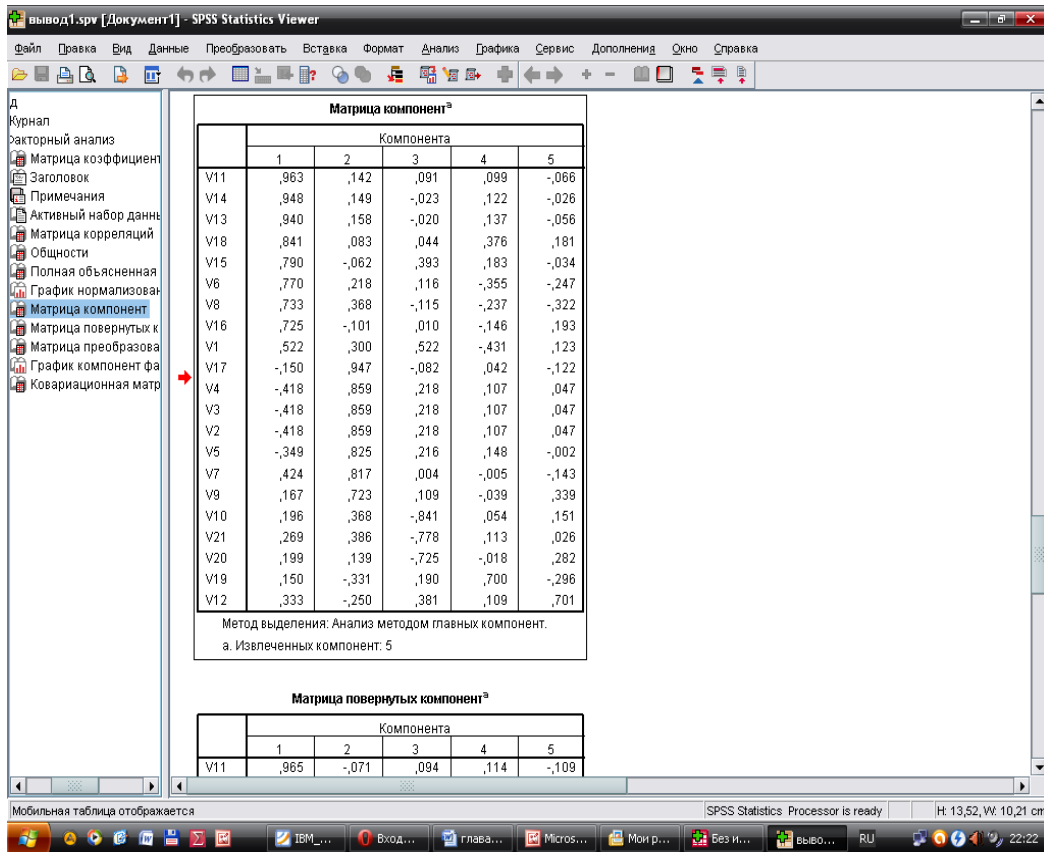


Рис. 2. Результат обработки данных SPSS. Матрица главных компонент

$$Z_{11(1)} = 0,963F_{11} + 0,142F_{12} + 0,091F_{13} + 0,099F_{14} - 0,066F_{15};$$

$$Z_{14(2)} = 0,948F_{21} + 0,149F_{22} - 0,023F_{23} + 0,122F_{24} - 0,026F_{25};$$

$$Z_{13(3)} = 0,940F_{31} + 0,158F_{32} - 0,020F_{33} + 0,137F_{34} - 0,056F_{35};$$

$$Z_{18(4)} = 0,841F_{41} + 0,083F_{42} + 0,044F_{43} + 0,376F_{44} + 0,181F_{45}.$$

Здесь Z_j зависит от общих факторов и характерного фактора. Систему полученных уравнений называют факторным отображением. Коэффициенты при факторах называют факторными нагрузками, которые показывают значимость каждого из факторов для j -го признака.

В результате обработки исходных данных были отобраны такие факторные нагрузки, значения которых превысило 0,8. Это прослеживается по промежуточным результатам обработки, представленным на рис. 2, из которых видно, что наиболее значимых фактора четыре.

После вращения матрицы исходных данных распределение факторных нагрузок осталось неизменным (рис. 3).

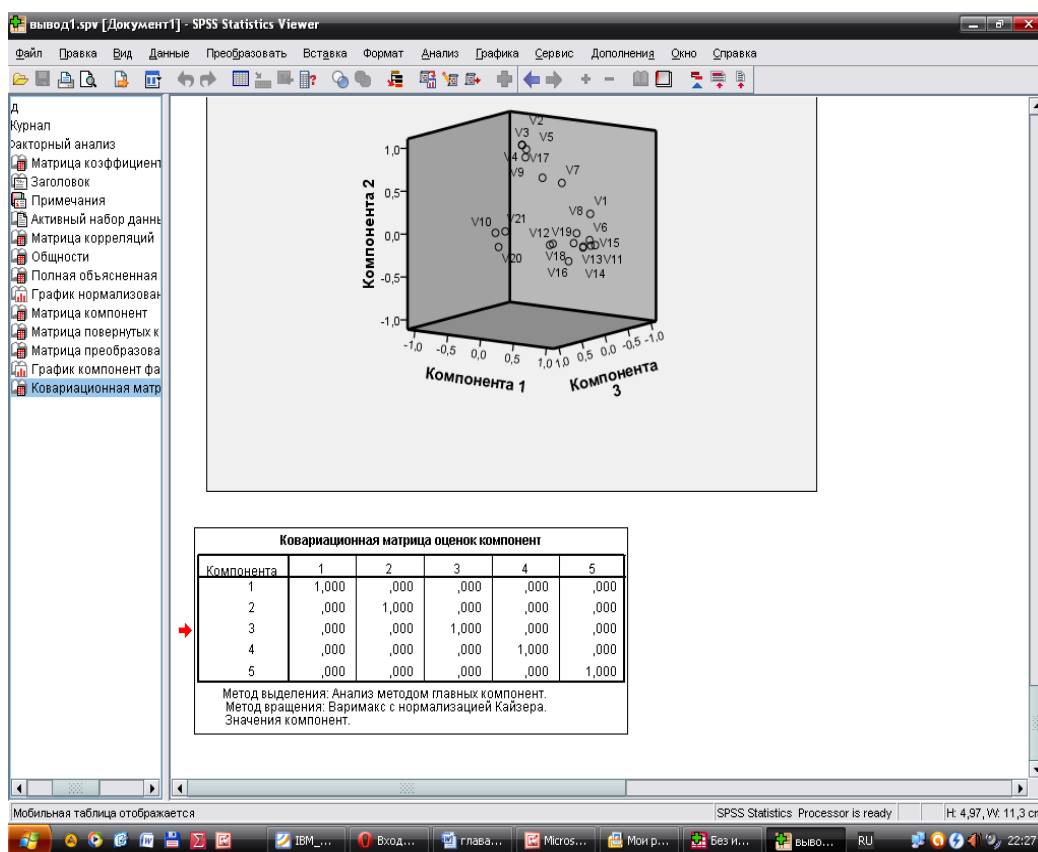


Рис. 3. Результат обработки данных SPSS. Вращение матрицы

По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, численность сельского населения Красноярского края стремительно снижается. По состоянию на начало 2013 года городское население составляет 76,64 %, сельское – 23,36 %.

Таблица 1

Динамика численности населения Красноярского края

Год	Население, тыс. чел.	В том числе		Доля в общей численности населения, %	
		городское	сельское	городского	сельского
2002	3015,3	2253,2	720,3	75,7	24,3
2003	2961,9	2245,3	716,6	75,8	24,2
2004	2942,0	2233,8	708,2	75,9	24,1
2005	2925,3	2220,8	704,6	75,9	24,1
2006	2906,2	2197,3	708,9	75,6	24,4
2007	2893,7	2181,9	711,8	75,4	24,6
2008	2890,4	2192,3	698,0	75,9	24,1
2009	2889,8	2186,3	703,5	75,7	24,3
2010	2893,9	2195,5	698,4	75,9	24,1
2011*	2829,1	2161,6	667,6	76,4	23,6
2012*	2838,4	2170,2	668,2	76,5	23,5

*Численность населения на 01.01.2011 г. и на 01.01.2012 г. с учетом предварительных итогов Всероссийской переписи населения 2010 г. по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю.

В 2010 году к территориям с очень высоким уровнем смертности относились четыре муниципальных района Красноярского края: Бирилюсский, Пировский, Саянский, Уярский. Основные причины смертности

связаны с заболеваниями системы кровообращения (34,8 %), онкологией (13,4 %), а также с внешними причинами (10,2 %) (несчастные случаи, травмы, отравления, убийства, самоубийства).

Снижение рождаемости и рост смертности населения на протяжении длительного периода привели к необратимым изменениям возрастной структуры населения Красноярского края. Оно считается демографически старым и относится к регрессивному типу, поскольку доля детского населения в возрасте до 14 лет почти в два раза ниже, чем доля населения в возрасте 50 лет и старше (16,1 и 30,9 % соответственно); доля пожилых людей в возрастной структуре населения составляет 15,8 % (табл. 2).

Таблица 2

Возрастная структура населения Красноярского края за 2000–2011 гг., %*

Год	Возрастная группа населения					
	0-14 лет	50 лет и старше	60 лет и старше	Моложе трудоспособного	Трудоспособное	Старше трудоспособного
2000	19,4	24,3	14,9	21,2	61,7	17,0
2001	18,6	24,9	15,3	20,4	62,5	17,0
2002	17,7	25,5	15,5	19,6	63,1	17,2
2003	17,0	26,1	15,3	18,9	63,9	17,3
2004	16,9	26,3	14,7	18,7	64,3	17,0
2005	16,4	26,9	14,3	18,1	64,8	17,1
2006	16,0	28,0	14,1	17,5	65,2	17,3
2007	15,7	27,6	14,1	17,1	65,3	17,6
2008	15,6	28,8	14,4	16,8	65,1	18,0
2009	15,7	29,3	14,6	16,8	64,8	18,4
2010	15,9	29,8	15,0	17,0	64,1	18,9
2011	16,1	30,9	15,8	19,4	60,8	19,8

* По данным Управления Роспотребнадзора.

Анализ статистических данных показывает, что в сельской местности Красноярского края происходит обезлюдение, запустение. При нехватке специалистов и молодежи имеет место избыток пожилых возрастных категорий, а также работников с низкой квалификацией труда.

Сложная социально-демографическая ситуация в сельских территориях в большинстве случаев является следствием проблем с трудоустройством, отсутствием элементарных условий жизни, бытового, медицинского, культурного обслуживания, слаборазвитой инфраструктуры.

Следовательно, в настоящее время существует острая необходимость поиска новых путей решения экономических и социальных проблем устойчивого развития сельских территорий в рамках приоритетных направлений политики государства. Основные направления предстоящих реформ нашли свое отражение в государственной национальной стратегии устойчивого развития сельских территорий, цивилизованно учитывающей не только общечеловеческие, но и этнические особенности российского сельского образа жизни, особую роль деревни (в силу пространственно-территориальной специфики) в социальной и экономической жизни российского общества и реализации российских геополитических интересов.

На основе национальной стратегии устойчивого развития сельских территорий на текущий момент разрабатываются федеральные целевые программы по социально-экономическому развитию российской деревни и, прежде всего, программы преодоления сельской бедности, повышения численности, занятости и доходов сельского населения, развития сельского самоуправления, стимулирования развития несельскохозяйственного бизнеса в сельской местности.

Литература

1. *Калягина Л.В.* Устойчивое развитие агроэкономической системы: сущность, термины и понятия // Вестн. Сибир. гос. аэрокосм. ун-та. – 2009. – № 11.
2. *Калягина Л.В.* Анализ устойчивого развития сельских территорий // Ползуновский альманах. – 2009. – № 1.



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ТОРГОВЛИ (НА ПРИМЕРЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ И БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)

В статье исследуются структура экспорта и импорта Калининградской и Брестской областей, преимущества и недостатки каждой области в направлении внешнеторговых экономических отношений. На основе проведенного анализа автором разработаны предложения по повышению эффективности внешнеторговой политики каждой области.

Ключевые слова: структура, экспорт, импорт, оборот, преимущество, оценка, эффективность.

E.V. Klimuk

THE COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE INTER-REGIONAL TRADE (ON THE EXAMPLE OF KALININGRAD AND BREST REGIONS)

The structure of exports and imports of Kaliningrad and Brest regions, advantages and disadvantages of each region in the direction of foreign trade economic relations are researched in the article. On the basis of the conducted analysis, the proposals on the efficiency increase of each region foreign trade policy are developed by the author.

Key words: structure, export, import, turnover, advantage, assessment, efficiency.

Введение. Одним из основных инструментов увеличения платёжных средств субъектов хозяйствования, локализованных экономических систем (областей, регионов, районов) является торговля. Она позволяет объектам на основе произведённой ими продукции (работ, услуг) обеспечить запланированный уровень выручки, товарооборота. Развивающимся направлением является межрегиональная торговля, реализующая возможности каждого региона-участника в удовлетворении своих потребностей (покрытии дефицита продукции, работ, услуг).

Каждый регион обладает абсолютными преимуществами, то есть имеет товары, которые производятся с меньшими издержками, чем в соседствующих субъектах. Для получения экономических выгод именно эти товары идут на экспорт, а импорт осуществляется по товарам, которые производятся другими регионами с меньшими издержками.

Межрегиональная торговля позволяет получать валютную выручку, если сделки совершаются с зарубежными регионами, что укрепляет стабильность национальной денежной единицы. Сделки же между регионами внутри одной страны позволяют сбалансировать уровень экономического состояния и развития регионов-участников, что приводит к планомерному и последовательному экономическому развитию страны в целом [1, 5, с. 89].

Методы и результаты исследований. Рассмотрим на примере Калининградской области Российской Федерации и Брестской области Республики Беларусь сложившуюся экономическую ситуацию, а также возможности дальнейших перспектив по различным направлениям деятельности.

В Калининградской области с 2009 г. лидирующую позицию в структуре экспорта занимают продовольственные товары (более 47 %), за ними следуют машины, оборудование и транспортные средства (более 24 %). На долю же остальных товарных групп приходится всего около 29 %. К таким товарам относится продукция топливно-энергетического комплекса, химической промышленности, древесина и целлюлозно-бумажные изделия, металлы и изделия из них [4]. Наибольшую валютную выручку от осуществления внешней (межрегиональной) торговли Калининградская область получает от реализации продовольственных товаров, машин и оборудования, а наименьшую выручку – от реализации металлов.

Хотя в данном регионе и размещено достаточное для наращивания объемов экспорта товаров количество промышленных предприятий, однако металлы занимают мизерную долю в экспорте товаров. Для изменения сложившейся ситуации и увеличения валютной выручки, на наш взгляд, необходимо переориентировать производственную деятельность предприятий Калининградской области на выпуск продукции, яв-

ляющейся дефицитной за рубежом и изготавливаемой внутри области с меньшими издержками по сравнению с другими регионами.

В импорте же Калининградской области преобладают машины, оборудование и транспортные средства (более 50 %). Вторую существенную позицию занимают продовольственные товары (более 34 %). Оставшаяся доля (около 16 %) приходится на остальные группы товаров, как и структуре экспорта [4]. Наиболее дефицитными для области являются машины и оборудование, продовольственные товары, которые они и импортируют за рубежом.

Для сбалансирования структуры внешнеторгового оборота и сокращения валютных затрат региону необходима переориентация промышленных предприятий на выпуск импортозамещающих товаров, строительство новых промышленных объектов, объединение (создание альянсов) предприятий с целью наращивания объемов выпуска продукции.

Аналогично данному примеру рассмотрим структуру экспорта и импорта товаров Брестской области за период 2009–2011 гг.

В Брестской области наибольшую долю в экспорте товаров за исследуемый период занимает продукция животноводства (более 28 %), за ней идут готовые пищевые продукты (более 18 %), промышленные товары (более 10 %). Оставшиеся около 44 % приходятся на долю таких товаров, как недрагоценные металлы и изделия из них, машины и оборудование, текстиль и текстильные изделия [2, 3]. По опубликованным данным, группа товаров животноводства в доле экспорта товаров Брестской области занимает лидирующую позицию, а наименьший удельный вес составляют текстиль и изделия из него. Хотя в Брестской области имеются крупные и мощные текстильные предприятия, но доля их продукции в экспорте незначительная. Поэтому следует переориентировать данные предприятия на выпуск дефицитной за рубежом продукции текстильного профиля и объединение действующих предприятий для наращивания объемов экспорта и увеличения валютной выручки.

В доле импорта товаров Брестской области наибольший удельный вес занимают машины и оборудование (более 15 %), продукция животноводства (более 14 %), пластмассы и изделия из них (более 10,3 %). На оставшиеся товарные группы (продукция химической промышленности, недрагоценные металлы и изделия из них, готовые пищевые продукты, продукты растительного происхождения) приходится около 60 % [2, 3]. Наиболее дефицитными товарами для Брестской области являются готовые пищевые продукты, несмотря на то, что в регионе размещено достаточное количество предприятий пищевой промышленности.

Для получения детальной картины относительно положения роли и положения региональной торговли в экономике исследуемых областей проанализируем данные внешней торговли, представленные в таблице.

Исходные данные внешней торговли Брестской и Калининградской областей*, млн долл. США

Область	2008 г.	2009 г.	+/- 2009 к 2008 г.	2010 г.	+/- 2010 к 2009 г.г.	2011 г.	+/- 2011 к 2010 г.
Внешнеторговый оборот общий							
Брестская	3315,6	2516,7	-798,9	3201,1	684,4	3900	698,9
Калининградская	11207,4	6249,6	-4957,8	9027,7	2778,1	11620,7	2593
Экспорт							
Брестская	1639,8	1229,5	-410,3	1588,6	359,1	1956,5	367,9
Калининградская	1323	817,6	-505,4	846,5	28,9	1260,6	414,1
Импорт							
Брестская	1675,8	1287,2	-388,6	1612,5	325,3	1943,5	331
Калининградская	9884,4	5432	-4452,4	8181,2	2749,2	10360,1	2178,9

* По данным [2–4].

Для наглядного представления сложившейся ситуации построим следующую диаграмму (рис. 1).

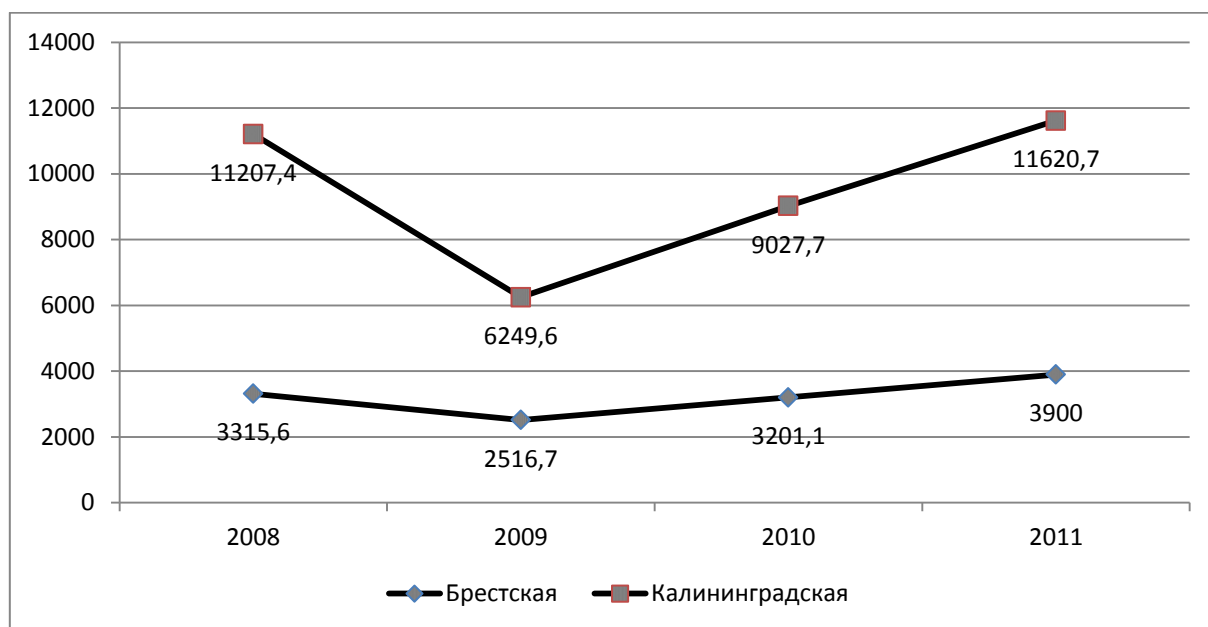


Рис. 1. Внешнеторговый оборот за 2008–2011 гг. по Брестской и Калининградской областям

Из рисунка 1 видно, что существенно выигрывает в осуществлении региональной торговли Калининградская область. По каждой из областей намечен спад в обороте в 2009 г., что связано с развитием финансового кризиса, обуславливающего сокращение выпуска продукции, оказания услуг. Так, в 2009 г. сокращение оборота внешней торговли по Брестской области составило 798,9 млн долл. США относительно предыдущего года, а по Калининградской – 4957,8 млн долл. США. В 2010–2011 гг. данный показатель увеличился.

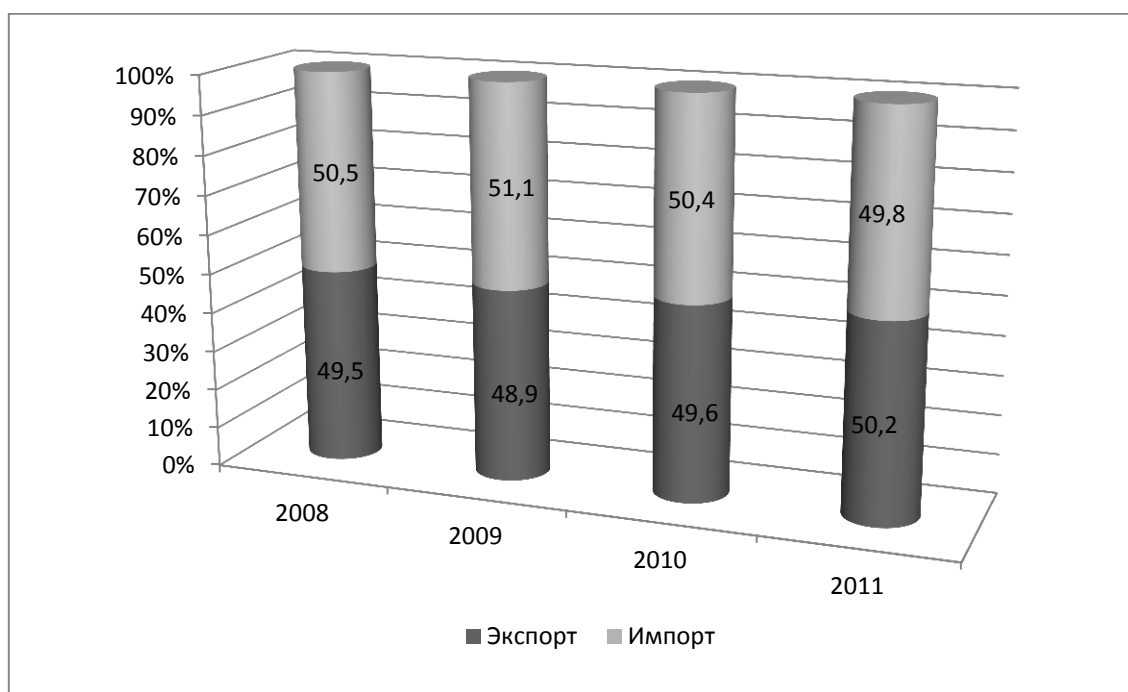


Рис. 2. Долевая динамика показателей экспорта/импорта Брестской области

Данные рис. 2 свидетельствует о том, что в Брестской области доля экспорта и импорта эквивалентна. Такая ситуация является показателем равноправной внешнеторговой политики Брестской области, которая балансирует запросы населения и предприятий и внутри региона, и за его пределами.

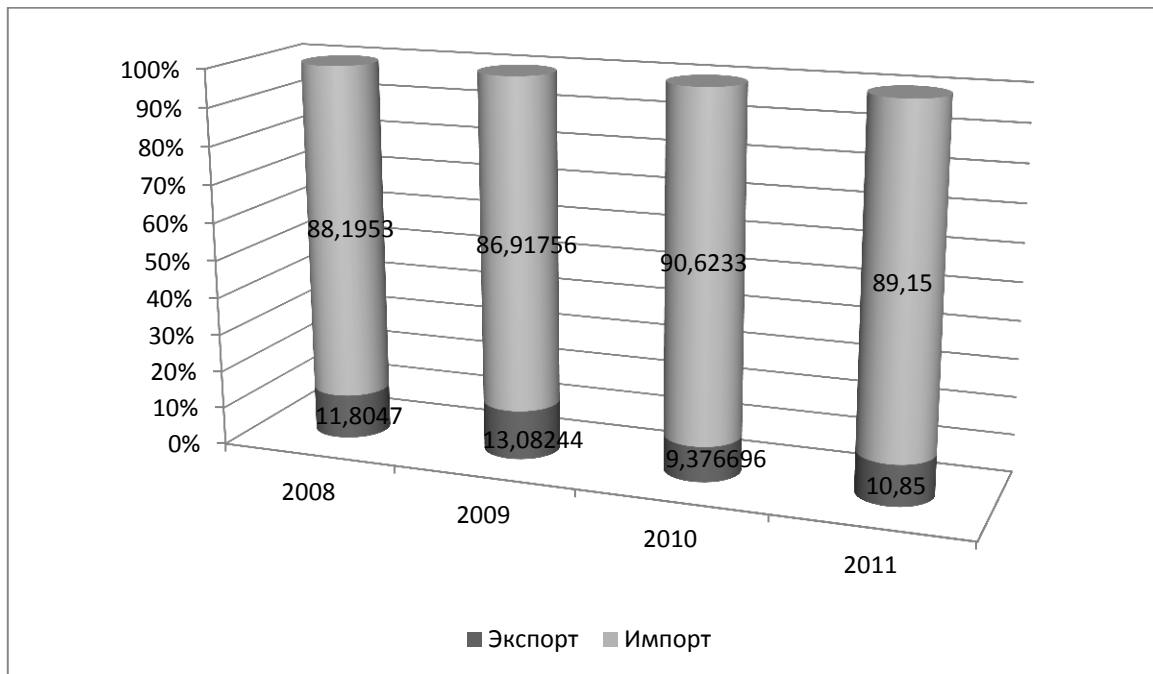


Рис. 3. Долевая динамика показателей экспорта/импорта Калининградской области

Из рисунка 3 видно, что объем импорта Калининградской области за период 2008–2011 гг. в 7–9 раз превышает объем экспорта, что является показателем дефицита данного региона в большом объеме товаров (услуг), цена которых существенно ниже и условия изготовления (выполнения) которых лучше, чем в Калининградской области. А это говорит о том, что регион должен переориентировать значительным образом свою внешнеторговую политику в сторону наращивания объемов экспорта относительно показателей импорта.

Наибольшую долю в импорте Калининградской области за 2008–2011 гг. составляют машины, оборудование, транспортные средства и продовольственные товары и сырье для их производства – 20 и 50 % соответственно.

Создание на территории области предприятий данного профиля позволит сократить их импорт и снизить процентное соотношение между экспортом и импортом.

Таким образом, на основе проведенного анализа данных региональной торговли между Калининградской и Брестской областями можно заключить, что:

- внешнеторговый оборот Калининградской области в 3 раза превышает данный показатель по Брестской области;
- долевое распределение объема экспорта и импорта в Брестской области равноценно;
- объем экспорта Калининградской области в 7–9 раз ниже экспорта Брестской области.

Для обоснования наиболее выгодных направлений экспортно-импортных отношений между исследуемым областями воспользуемся балансовым математическим методом в экономике, т.е. построим модель межотраслевого баланса, однако в качестве отраслей у нас будут выступать товарные группы, идущие на экспорт за период с 2006 по 2011 г. Объектом исследований будет являться внешнеэкономическая деятельность Калининградской области.

Основными товарными группами в экспорте Калининградской области будут выступать продовольственные товары, топливно-энергетическая продукция, продукция химической промышленности, древесина и целлюлозно-бумажные изделия, металлы и изделия из них, машины, оборудование и транспортные средства.

В качестве количественных значений будут выступать объемы экспорта каждой из вышеназванных товарных групп за 2006–2011 гг.

Построим в среде MS Excel межтоварную таблицу балансирования внешнеторговой деятельности Калининградской области (рис. 4).

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Конечный продукт	Валовой продукт
Продовольственные товары	80,6	109,8	188,6	237,7	268,5	281	117,8	1284
Топливо-энергетическая	6,7	8,9	10	9,9	4,8	10,2	31,8	82,3
Прод. химической промышл.	27	23,7	80,7	33,8	57,1	59	97,7	379
Древесина и цел-бум изд.	62,4	94,8	77,6	40,9	40,6	42,3	105,4	464
Металлы	55,5	54,7	73,6	54,8	68,8	69	98,6	475
Машины и оборудование	132	137,3	138	125,1	66,8	130	109,7	838,9
Добавленная стоимость	27,8	168,5	128,6	59,6	123	53,5	561	
Валовой продукт	392	597,7	697,1	561,8	629,6	645		3523,2

Рис. 4. Построение межтоварного баланса внешней торговли

Как видим, по каждой из исследуемых товарных групп наблюдается ежегодный рост объемов экспорта за 2006–2011 гг. Это объясняется актуальной политикой региона в направлении развития внешней торговли по дефицитным товарным группам, а также по тем товарам, по которым регион имеет абсолютные преимущества (продукция топливно-энергетического комплекса). Данные межтоварного баланса показывают экспортные значения за 2006–2011 гг. Конечным продуктом является величина промежуточного потребления данных товарных групп за 2006–2011 гг. Валовым продуктом выступает общий объем экспорта каждой товарной группы за анализируемый период. Добавленная стоимость образуется в каждом периоде на каждой стадии экспорта товаров. Конечный продукт образуется вычитанием из валового продукта по каждой товарной группе общего объема непосредственного экспорта за 2006–2011 гг. Добавленную стоимость получаем вычитанием из валового продукта общего объема непосредственного экспорта всех товарных групп за один анализируемый год. Таблица межтоварного баланса (рис. 4) является инструментом балансирования объемов экспорта между товарными группами и анализируемыми годами. С помощью межтоварной таблицы построим матрицу коэффициентов прямых затрат (рис. 5).

Коэффициенты прямых затрат					
0,20561	0,183704	0,2705	0,4231	0,4265	0,43566
0,01709	0,01489	0,0143	0,01762	0,0076	0,01581
0,06888	0,039652	0,1158	0,06016	0,0907	0,09147
0,15918	0,158608	0,1113	0,0728	0,0645	0,06558
0,14158	0,091517	0,1056	0,09754	0,1093	0,10698
0,33673	0,229714	0,198	0,22268	0,1061	0,20155

Рис. 5. Матрица коэффициентов прямых затрат

Коэффициенты прямых затрат отражают удельный вес экспорта по каждой исследуемой товарной группе в общем объеме экспорта за анализируемый период. Умножив на 100 такой коэффициент, мы узнаем процентную долю экспорта исследуемой товарной группы в общем экспорте за изучаемый период. Так, в период 2006–2007 гг. наибольшую долю экспорта составляли машины, оборудование и транспортные средства (33,673 % в 2006 г., 22,9714 % в 2007 г.), а наименьшую – топливно-энергетическая продукция (1,709 % в 2006 г., 1,489 % в 2007 г.). Это свидетельствует о том, что в 2006–2007 гг. наибольшие производственные мощности Калининградской области были сконцентрированы именно в области машиностроения, а наименьшие – в топливно-энергетическом комплексе. В 2008–2011 гг. наибольшую долю в экспорте товаров Калининградской области занимали продовольственные товары и сельскохозяйственное сырьё (от 27,05 % в 2008 г. до 43,566 % в 2011 г.), а наименьшую долю – топливно-энергетическая продукция (от 0,76 % в 2010 г. до 1,762 % в 2009 г.). С целью выявления оптимального состава товарной структуры экспорта Калининградской области воспользуемся инструментом MS Excel «Поиск решений» линейного программирования и получим наиболее выгодные и вероятные для данного региона количественные показатели по отстающим и

слаборазвивающимся товарным группам – топливно-энергетической продукции. Определив целевую функцию (общий экспорт товаров – валовой продукт), задав изменяемые ячейки выше 5 %-го размере от общего экспорта (строка «Топливо-энергетическая продукция»), установив ограничения (сумма количественных показателей коэффициентов прямых затрат должна равняться 1, или 100 %), получим результаты (рис. 6). Экспорт топливно-энергетической продукции существенно выше с учётом оптимальных коэффициентов.

Коэффициенты прямых затрат					
0,20561	0,183704	0,2705	0,4231	0,4265	0,43566
0,08801	0,296804	0,1988	0,12371	0,203	0,09876
0,06888	0,039652	0,1158	0,06016	0,0907	0,09147
0,15918	0,158608	0,1113	0,0728	0,0645	0,06558
0,14158	0,091517	0,1056	0,09754	0,1093	0,10698
0,33673	0,229714	0,198	0,22268	0,1061	0,20155
1	1	1	1	1	1

Рис. 6. Оптимальная схема расстановки коэффициентов прямых затрат

Заключение. Сложившаяся экономическая ситуация в Калининградской требует дальнейшего ускорения и развития отстающих по объемам экспорта отраслевых товарных групп (топливно-энергетической продукции, продукция химической промышленности) путём построения новых производств соответствующего направления, а также с помощью репрофилирования действующих производств. В комплексе это позволит существенно повысить показатели внешнеторговой деятельности и оздоровить экономическую ситуацию одной из ведущих областей Российской Федерации.

Литература

1. Ломакин В.К. Мировая экономика: учебник. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 735 с.
2. Официальный сайт Брестского облисполкома Республики Беларусь [Электронный ресурс] // www.brest-region.by.
3. Официальный сайт Министерства статистики и анализа Республики Беларусь [Электронный ресурс] // www.belstat.gov.by.
4. Официальный сайт статистики регионов Российской Федерации [Электронный ресурс] // www.gks.gov.ru.
5. Фетисов Г.Г., Орешин В.П. Региональная экономика и управление: учебник. – М.: ИФНРА-М, 2006. – 416 с.



**МАТЕРИАЛОЁМКОСТЬ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКОЙ
(НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ КАЛИНИНГРАДСКОЙ И БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)**

В статье исследуется динамика материалоемкости продукции предприятий Калининградской и Брестской областей. Автором представлены факторы, воздействующие на изменение материалоемкости продукции, а также прогнозные расчеты уровня материалоемкости по Калининградской и Брестской областям.

Ключевые слова: материалоемкость, материальные затраты, факторный анализ, экономико-математическое моделирование, регрессия.

V.V. Klimuk

**MATERIAL CONSUMPTION AS AN IMPORTANT FACTOR OF REGIONAL ECONOMY CONTROL
(ON THE EXAMPLE OF KALININGRAD AND BREST REGIONS)**

The material consumption dynamics of the production of Kaliningrad and Brest region enterprises is researched in the article. The author presents the factors influencing the change of production material consumption, as well as forecast calculations of the material consumption level in Kaliningrad and Brest regions.

Key words: material consumption, material costs, factor analysis, economic and mathematical modeling, regression.

Введение. Изучением вопросов анализа, измерения показателя материалоемкости региона (области, отрасли) занимались многие известные специалисты, в частности, В.И. Суслов, А.А. Глушко, Л.И. Рябина, Е.А. Татарникова, Л.В. Максимчук, В.Ф. Байнев, С.А. Пелих, А.Г. Гранберг, Г.Г. Фетисов.

По Г.В. Савицкой, под материалоемкостью продукции понимается «удельный расход материальных ресурсов в расчете на натуральную единицу или один рубль стоимости выпущенной продукции» [5, с. 238]. Успешное функционирование региональной экономики базируется на оптимизации использования имеющихся ресурсов, т.е. рациональном расходе каждого вида сырья, материалов, полуфабрикатов, энергии на производство продукции предприятиями региона. Измерение, анализ динамики, контроль и регулирование данного показателя позволит создать резерв для экономического развития исследуемого региона. Анализ, оценка и прогнозирование показателя материалоемкости обеспечит возможность оперативного управления региональной экономикой.

На основе обзора литературных источников [1–2, 5–9] можно заключить, что региональная материалоемкость представляет собой отношение материальных затрат предприятий исследуемого региона к объему произведенной продукции данной территориальной единицы. Для расчета данной величины необходимо определиться с составляющими элементами применяемых экономических категорий – материальными затратами и объемом произведенной продукции.

По Н.А. Сафронову, «материальные затраты включают расходы на сырье, основные материалы, вспомогательные материалы, покупные полуфабрикаты, топливо, энергия, а также расходы на тару, упаковочные материалы, инструмент, запасные части» [8, с. 153].

По А.И. Ильину, «материальные – это затраты на расходуемые материальные ресурсы, включающие сырье и основные материалы, вспомогательные материалы, полуфабрикаты, топливо-энергетические ресурсы» [9, с. 320].

Под объемом произведенной продукции понимается совокупность всех видов и категорий выпущенной готовой (конечной) продукции, предлагаемой для реализации покупателям. Для региона аналогом данного показателя будет выступать величина валового регионального продукта, представляющего собой стоимость произведенной конечной продукции (работ, услуг) отдельного региона.

Для оценки настоящего уровня материалоемкости региона ($M\ddot{e}p$) значения материальных затрат ($M3$) и ВРП берутся в текущих ценах, для учёта инфляционных издержек, рисков и сопоставления с аналогичными показателями прошлых периодов применяются сопоставимые цены материалов и конечной продукции.

$$M\ddot{e}p = \frac{M3}{ВРП} \text{ на 1 руб.}, \quad (1)$$

или $M\ddot{e}p = \frac{M3}{ВРП} \times 100, \%$.

Данный способ оценки является универсальным и используется для изучения уровня материалоемкости по областям, регионам, странам в целом с целью сопоставления уровня экономического развития, эффективности использования материальных ресурсов.

Методы и результаты исследований. Элементами научной новизны в данной статье выступают расчёт показателя материалоемкости по региону в целом (как составному элементу организованной системы и одновременно хозяйствующему субъекту), применение методики детерминированного факторного анализа для оценки воздействия факторов первого и второго порядков (на основе субъективно выбранного комплекса показателей) на изменение уровня материалоемкости, а также применение элементов экономико-математического моделирования с целью прогнозирования материалоемкости продукции регионов на перспективу.

Для анализа уровня материалоемкости в качестве примера данной методики нами были исследованы экономические показатели Калининградской области Российской Федерации и Брестской области Республики Беларусь, а именно уровень расхода материальных ресурсов, производственно-хозяйственная деятельность субъектов данных областей. Для сопоставления значений материальных затрат и ВРП приведем стоимостные показатели к эквивалентному значению относительно курсу доллара США. Представим исходные данные для расчёта величины материалоемкости в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчёта материалоемкости регионов*

Область	Показатель	Год				
		2008	2009	2010	2011	2012
Калининградская	Курс валюты, рос. руб./1\$	28,58	30,36	30,7	31,85	32,91
	Инфляция, %	-	11,6	8,1	7,4	5,3
	Материальные затраты реальные, млн руб./млн долл. США	118270/ 4138,2	113017/ 3335,6	128331/ 3465	150994/ 3658,95	166658/ 3711,7
	ВРП реальный относительно 2008 г., млн руб./млн долл. США	179266,7/ 6272,5	169519,6/ 5003,27	195063,2/ 5266,81	228000/ 5525,03	251800/ 5607,8
Брестская	Курс валюты, бел. руб./1\$	2200	2863	2978	8400	8560
	Инфляция, %	-	10,1	9,9	8,5	12
	Материальные затраты реальные, млрд руб./млн долл. США	7909/ 3595	9370/ 2972,6	11766/ 3265,3	16455,2/ 1474,6	32011/ 2544
	ВРП реальный относительно 2008 г., млрд руб./млн долл. США	12494,8/ 5679,45	14054,1/ 4458,56	17178,5/ 4767,33	24682,8/ 2238,1	48335,9/ 3841,3
Материалоёмкость, руб/1 руб. продукции						
Калининградская область		66	66,7	65,8	66,2	66,1
Брестская область		63,3	66,7	68,5	66,7	66,2

*Данные по [1, с. 38; 2, с. 149].

Так, в 2008 году уровень материалоемкости продукции предприятий Брестской области составил 63,3 руб. на 100 руб. произведенной продукции, Калининградской – 66 руб. на 100 руб. произведенной продукции. До 2012 года на каждом годовом периоде данная величина находилась в пределах 69 руб. и в конце 2012 года материалоемкость Брестской области составила 66,2 руб. на 100 руб. произведенной продукции, Калининградской области – 66,1 руб. на 100 руб. произведенной продукции. В последние годы отмечена тенденция к сокращению показателя материалоемкости, что обуславливается внедрением прогрессивных

технологий производства, высокопроизводительных машин и оборудования, а также стимулированием работников с целью увеличения объемов производства и сокращения величины брака.

Далее рассчитаем зависимость материалоемкости от материальных затрат и ВРП и представим с помощью регрессионного анализа прогнозные расчеты уровня материалоемкости продукции предприятий исследуемых областей на перспективу. Регрессионную модель представим уравнением:

$$ME = a_1x_1 + a_2x_2 + b, \quad (2)$$

где a_1, a_2, b – постоянные коэффициенты регрессионной модели;

x_1, x_2 – значения уровня материальных затрат и валового регионального продукта соответственно.

С помощью функции Excel «ЛИНЕЙН» и Пакета анализа «Регрессия» построим регрессионную модель материалоемкости продукции предприятий Брестской и Калининградской областей. Для выполнения прогнозов экономических показателей применяются также программы Statistika, ARIS, BPwin, BAAN EME и др.

Регрессионная модель материалоемкости продукции предприятий Калининградской области примет вид:

$$ME_K = 0,0000055x_1 - 0,0000037x_2 + 0,6626376;$$

множественный $R = 0,781$;
 R – квадрат = 0,8883.

Так, уровень корреляционной зависимости составляет 0,781 (тесная связь), коэффициент детерминации – 0,8883 (то есть 88,83 % дисперсии зависимой переменной объясняется построенной моделью).

Регрессионная модель материалоемкости продукции предприятий Брестской области примет вид:

$$ME_B = 0,0000685x_1 - 0,0000453x_2 + 0,6582954;$$

множественный $R = 0,799$;
 R – квадрат = 0,9005.

Так, уровень корреляционной зависимости составляет 0,799 (тесная связь), коэффициент детерминации – 0,9005 (то есть 90,05 % дисперсии зависимой переменной объясняется построенной моделью).

С помощью функций Excel «ПРЕДСКАЗ», «НАКЛОН», «ОТРЕЗОК» получим прогнозные значения составных элементов материалоемкости – материальных затрат и валового регионального продукта на 2013–2014 гг.

На основе разработанных уравнений регрессии можно рассчитать будущую величину материалоемкости на 2013–2014 гг. Представим расчёты материалоемкости продукции предприятий Калининградской и Брестской областей в сводной табл. 2.

Таблица 2

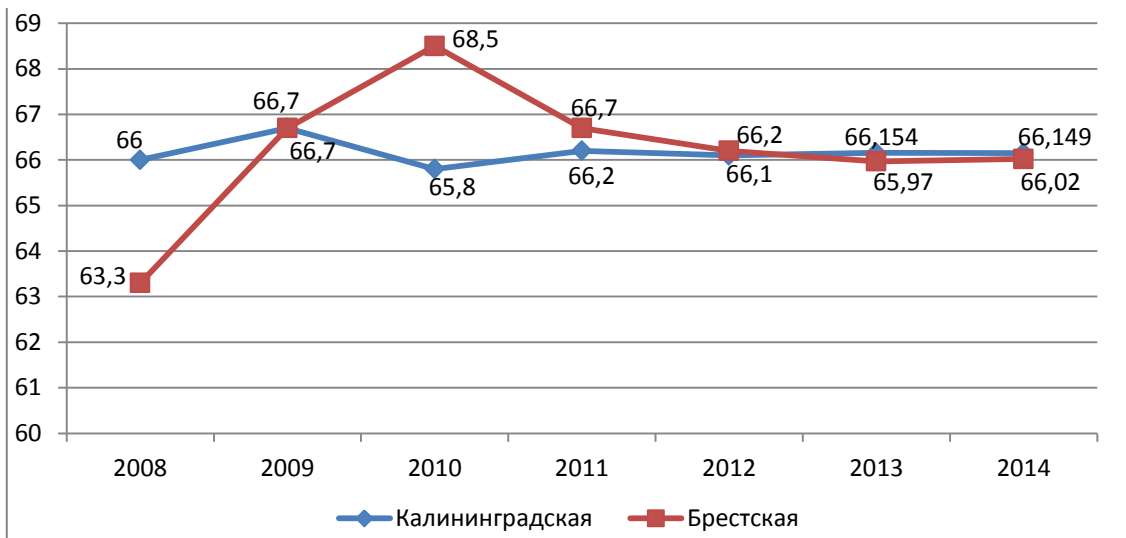
Расчёт прогнозных значений материалоемкости продукции предприятий Калининградской и Брестской областей на 2013–2014 гг.

Временной период, год	Материальные затраты, млн руб.	Валовой региональный продукт, млн руб.	Материалоемкость продукции, руб.
1	2	3	4
Калининградская область			
2008	118270	179266,7	66
2009	113017	169519,6	66,7
2010	128331	195063,2	65,8
2011	150994	228000	66,2
2012	166658	251800	66,1
2013	13475,3*2013- 26949899 = 175879,9	20354,7*2013-40708217 = 265794	0,0000055 x_1 – 0,0000037 x_2 + 0,6626376 = 66,154

Окончание табл. 2

1	2	3	4
2014	$13475,3 \cdot 2014 - 26949899 = 189355,2$	$20354,7 \cdot 2014 - 40708217 = 286148,7$	$0,0000055x_1 - 0,0000037x_2 + 0,6626376 = 66,149$
Брестская область			
2008	7909	12494,8	63,3
2009	9370	14054,1	66,7
2010	11766	17178,5	68,5
2011	16455,2	24682,8	66,7
2012	32011	48335,9	66,2
2013	$5528,92 \cdot 2013 - 11097626,96 = 32089$	$8231,09 \cdot 2013 - 16521142 = 48042,49$	$0,0000685x_1 - 0,0000453x_2 + 0,6582954 = 65,97$
2014	$5528,92 \cdot 2014 - 11097626,96 = 37617,92$	$8231,09 \cdot 2014 - 16521142 = 56273,58$	$0,0000685x_1 - 0,0000453x_2 + 0,6582954 = 66,02$

После выполненных расчётов на рисунке представим наглядное отражение динамики величины материалоемкости с учётом её прогнозного значения на 2013–2014 гг.



Динамика материалоемкости продукции предприятий областей с прогнозом на 2013–2014 гг., руб/100 руб. произведенной продукции

Заключение. Таким образом, региональная материалоемкость Брестской области будет иметь тенденцию к увеличению в пределах 0,2 % ежегодно, а Калининградская область – падающую тенденцию в пределах 0,08 % ежегодно при имеющихся условиях экономического развития и постоянстве используемых ресурсов и применяемых машин, оборудования, технологии производства.

В целях эффективного функционирования административно-территориальных образований в рыночной экономике система управления развитием региона должна учитывать воздействие основных факторов на изменение социально-экономических показателей. В качестве одного из показателей, отражающих и влияющих на уровень и динамику развития региона, выступает материалоемкость, действующая в качестве экономического рычага в процессе производства, разработки прогрессивных норм расхода материальных ресурсов, целевых ориентиров ресурсосбережения.

Управление региональной экономикой представляет собой целенаправленное координирующее воздействие органов государственной власти и управления на ход социально-экономических процессов в интересах достижения устойчивости и самообеспечения региона, создания благоприятных условий жизнедеятельности его населения. Управление осуществляется на основе рационального использования всех теку-

щих и потенциальных возможностей (природных и неприродных ресурсов, производственного, научно-технического потенциалов) и должно базироваться на методологических принципах:

1) системности управления (все входящие в региональную экономическую систему элементы должны функционировать и развиваться как единое целое, единая система);

2) комплексности регионального управления (поддержание наиболее рациональных отраслевых и территориальных пропорций, оптимального соотношения между отдельными подсистемами региональной экономической системы);

3) пропорциональности (выделение ключевых звеньев региональной экономики, от которых зависит состояние всего региона).

Уровень материалоемкости влияет на показатель валового регионального продукта, воздействует на изменение величины затрат на производство и реализацию продукции. С помощью разработанной экономико-математической модели исследования материалоемкости субъекты управления имеют возможность прогнозирования, корректировки, регулирования основных социально-экономических показателей развития региона.

Литература

1. Финансы Республики Беларусь. 2012: стат. сб. – Минск: Выш. шк., 2013. – 675 с.
2. Финансы России. 2012: стат. сб. – М.: ПинкТСервис, 2013. – 824 с.
3. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] // www.gks.ru.
4. Сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс] // www.belstat.gov.by.
5. *Савицкая Г.В.* Анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятия. – Минск: Новое знание, 2002. – 704 с.
6. *Сергеев И.В.* Экономика организаций (предприятий). – СПб.: Велби, 2005. – 560 с.
7. *Сергеев Л.И.* Эксклавные воспроизводственные пропорции // Проблемы развития региональной экономики. – Калининград, 1999.
8. *Сафронов Н.А.* Экономика предприятия. – М.: Юристъ, 2004. – 584 с.
9. *Ильин А.И.* Экономика предприятия. – Минск: Новое знание, 2009. – 677 с.



УДК 388.012

Нгуен Ван Лок

ЭКОНОМИКА ВЬЕТНАМА: ЕЁ МЕСТО И РОЛЬ В МЕЖДУНАРОДНОМ РАЗДЕЛЕНИИ ТРУДА

В статье рассматриваются особенности экономики Вьетнама, а также её роль в международном разделении труда. Дается характеристика основных отраслей, определяющих экспортный потенциал вьетнамской экономики в соответствии с географическими особенностями страны и в контексте проводимых социально-экономических реформ.

Ключевые слова: экономика Вьетнама, внутренний продукт, социально-экономические реформы, инвестор, морское побережье, развитие.

Nguyen Van Lok

VIETNAM ECONOMY: ITS PLACE AND ROLE IN THE INTERNATIONAL LABOR DIVISION

The peculiarities of Vietnam economy and its role in the international labor division are considered in the article. The main sectors that determine the export potential of the Vietnamese economy in accordance with the country geographical peculiarities and in the context of the ongoing social-economic reforms are characterized.

Key words: Vietnam economy, domestic product, social-economic reforms, investor, sea coast, development.

Социалистическая Республика Вьетнам (СРВ) принадлежит к региону Юго-Восточной Азии. Она расположена на востоке Индо-Китайского полуострова и занимает территорию 330 тыс. км². Её сухопутная граница составляет 3880 км, из которых 1300 приходится на границу с КНР, 1680 – с Лаосом, 930 км – с Камбоджей. Морское побережье составляет 3200 км. Экономическая зона СРВ в море составляет около

1 млн км², т.е. в 3 раза превосходит сухопутную площадь данного государства. В 2013 г. население страны насчитывало порядка 90 млн чел., из которых 85 % жителей составляют кинь (собственно вьетнамцы), в число остальных народностей входят китайцы (хуацяо), кхмеры (камбоджийцы), тан, тхан, мыонги и чамы (население этих малых народов сосредоточено в горных районах). Средняя продолжительность жизни в стране 68 лет. Доля грамотных людей в общей численности населения составляет 95 % [1].

Неграмотную часть населения составляют старшие возрастные группы, а также национальных меньшинств в горной местности. Основными религиозными конфессиями во Вьетнаме являются буддизм и католицизм. Незначительная часть населения исповедуют анимализм, высок удельный вес официальных атеистов.

В структуре валового внутреннего продукта доля сферы услуг составляет 39 %, доля промышленности – 38 %, остальное распределяется между сельским, лесным, водным и морским хозяйством, а также занятыми в сфере государственного управления. По официальным данным, в начале XXI века около 70 % населения были заняты в сельском, лесном и водном хозяйстве и на переработке морепродуктов. Это свидетельствует об аграрном характере экономики страны. Однако в связи с интенсивной индустриализацией страны, т.е. строительством промышленных предприятий, тепловых, гидро- и атомных электростанций, развитием портового хозяйства на побережье, доля деревенского населения постоянно сокращается, и растет численность городского населения.

Недра страны богаты разнообразными полезными ископаемыми, такими, как нефть, газ, каменный уголь, железная и марганцевая руда, вольфрам, цинк, свинец, олово, титан, бокситы. Открыты богатые месторождения урановой руды. Значительны запасы сырья для гончарного дела и производства фарфора; имеются хорошие возможности для производства стройматериалов – кирпича, черепицы, цемента и пр.

Вьетнам располагает и значительными гидроресурсами (поверхностные водные источники, из которых выделяются Красная река и река Меконг; геотермальные источники и большие запасы подземных вод). Температурный среднегодовой режим повсеместно выше нулевого и, как правило, не опускается ниже +10°C (и только в горных районах может в редких случаях опускаться до +5–8°C). Следовательно, имеются все условия для круглогодичных занятий сельским хозяйством. Субтропический и тропический характер климата, протяженность морского побережья создают благоприятные условия для морского рыболовства, культивирования выращивания креветок, трепангов и других морепродуктов, а также рыбозаводства (по способу так называемого «аквариума под домом»).

Особую роль в экономике страны занимает зона морского побережья. Она занимает менее трети сухопутной территории, но на ней проживают 60 % населения и размещены более половины крупных городов, которые одновременно являются морскими портами. Ресурсы моря обеспечивают занятость более 9 млн чел., а экспорт сырых и обработанных морепродуктов является третьей экспортной статьёй (после экспорта нефти и изделий легкой промышленности) [2]. В зоне морского побережья отмечаются и негативные явления. В частности, морские воды, смывающие Вьетнам, всё больше загрязняются отходами промышленных предприятий и отходами крупных городов. Для противодействия этим явлениям ещё явно недостаточно выделяются соответствующие силы и средства.

СРВ является общепризнанным равноправным членом целого ряда международных и региональных политических, экономических и отраслевых организаций, соглашений, договоров. Официально имеет статус развивающейся страны, что дает стране ряд преимуществ в международных экономических отношениях.

Вьетнам, благодаря своей сложной истории борьбы за независимость и огромные жертвы, понесенные в ходе этой борьбы, имеет закрепившуюся в глазах международной общественности репутацию героического и самоотверженного народа, что позволяет нашей стране добиваться статуса особого благоприятствования при заключении международных и двусторонних договоров и соглашений, получать зарубежную помощь при реализации международных программ и региональных проектов. Кроме того, Вьетнам в целом заслужил доверие иностранных инвесторов за счет скрупулезного выполнения обязательств по зарубежным займам и кредитам, по соблюдению законодательных прав иностранных инвесторов. В целом для СРВ на протяжении 30 лет характерны высокие темпы экономического роста.

Хотя страна ещё не перешагнула еще черту бедности, но уже весьма ощутимы результаты быстрого экономического развития за годы реформ. Так, в 2010 г. объем ВВП на душу населения составил 1,2 тыс. USD, что следует считать серьезным достижением, если знать, что в 1990 г. обыкновенный велосипед считался богатством [3]. А ведь ещё в конце XX столетия была поставлена задача удвоить душевой объём ВВП за 1996–2000 гг. довести его до 360 USD [4].

В системе международного разделения труда СРВ занимает заметное место, стремясь повысить уровень своей конкурентоспособности. И этот уровень, по мнению многих экспертов, достигнут в сельском и

лесном хозяйстве, морском рыболовстве, в сфере конструкционных материалов, производстве деталей для электроники. Перспективными с позиций экспортных возможностей является текстильная, швейная, обувная, нефтегазовая, консервно-пищевая и ряд других промышленных сфер [5].

Главными внешнеторговыми партнерами Вьетнама являются США, КНР, Сингапур, Япония, Тайвань, Южная Корея, Малайзия, Филиппины и страны Евросоюза. Доля России во внешнем товарообороте колеблется на уровне 1 % [6].

В последние десятилетия Вьетнам быстро наращивал объемы внешней торговли, о чем свидетельствуют следующие факты: в 1990 г. объем внешней торговли составил 5,2 млрд USD, в 2000 г. – 30,1, в 2010 г. – 150 млрд долл. США., т.е. за 20 лет номинальный объем внешней торговли вырос почти в 30 раз. При этом доля импорта все эти годы преобладала над экспортом, превышая 5 % [6]. Сальдо внешнеторгового баланса за эти годы выросло с 348 млн USD в 1990 г. до 12,6 млрд USD в 2010 г., т.е. в 36 раз.

Дефицит покрывался за счет долгосрочных займов и кредитов, а также за счет пожертвований и помощи со стороны международных финансовых и благотворительных организаций.

Инвестиции иностранного капитала играют существенную роль в повышении экспортного потенциала Вьетнама. Так, доля иностранного капитала в объеме инвестиций составляла в 1996–2000 гг. 21 %, в 2001–2006 гг. – 16, в 2006–2009 гг. – 23,6 % [6]. В 2008 г. на долю предприятий с иностранным участием приходилось 57,6 % экспортных поставок.

В структуре экспорта главными товарными группами являлись сырая нефть, швейные и текстильные изделия, морепродукты, обувь, каменный уголь, рис, овощи и фрукты. Непрерывно растет экспорт естественного каучука (латекса), пользующегося повышенным спросом в КНР и Южной Корее [6].

В структуре экспорта преобладают так называемые "инвестиционные товары" (машины, оборудование, средства связи, транспортные средства). Как у большинства развивающихся стран, у Вьетнама импорт превышает объем экспорта (временами значительно). В целом объем импорта в отношении к объему ВВП значителен и составлял в 2000 г. 57,5 %, в 2008 г. – 93,1, в 2009 г. – 78,7 %, в то время как в Индии этот показатель составлял в 2009 г. 25,7 %, КНР – 22,7, Японии – 12,3 %.

Специфика современного положения Вьетнама состоит в том, что страна переживает состояние кардинальной трансформации социально-экономических и общественно-психологических отношений, ломку национальной ментальности, морально-нравственных ценностей и установок, формирования новых жизненных ориентиров. Все эти процессы активно влияют на состояние всех сторон и отраслей народно-хозяйственной жизни, определяют политику государства, формируют новые условия хозяйственной деятельности. Наряду с масштабными реформами национального уровня отрабатываются изменения на уровне отраслей и народно-хозяйственных комплексов. Динамизм реформ и отсутствие полной ясности в их возможных результатах требуют постоянного мониторинга хода и результатов реформ.

Вьетнамские реформы вызывают пристальный интерес, естественно, со стороны вьетнамских ученых, политиков, хозяйственных руководителей различного уровня. Интерес к упомянутым реформам проявляют и зарубежные ученые из России, США, Франции, Китая. Этот интерес вполне понятен, так как в новейшей истории именно эти страны с самых различных позиций, кардинально противоположных по своим идейным и экономическим основаниям, на протяжении значительной части XX века играли значительную роль в историческом развитии Вьетнама.

После начала реформ по очевидному примеру Китая Вьетнам проводил и продолжает проводить активную политику привлечения иностранных инвестиций. Так, за 1988–2007 гг. число проектов с участием иностранного капитала составило около 10,0 тыс. с общей суммой заявленного капитала около 100 млрд USD; сумма зарегистрированного иностранного капитала составила почти 80 млрд USD, при этом объем увеличения иностранного капитала в уже действующих проектах превысил 16 млрд USD, а общий объем иностранного капитала в уже освоенных проектах составил более 37 млрд USD [7].

Объем прямых иностранных идей в основном поступал в так называемой южной ключевой экономической район (г. Хошимин (бывший Сайгон, известный ранее под названием «Париж Юго-Восточной Азии»); провинции Донгнай, Бинь Зьонг, Вунгтау). Туда было направлено около 50 % всех инвестиций, в Ханой – около 20 % [8].

Главными инвесторами в начале XXI века выступали Сингапур (около 7 млрд долл.), Тайвань (5,4 млрд долл.), Япония (более 4 млрд долл.), Южная Корея (3,5 млрд долл.) Россия (1,5 млрд долл.).

Иностранный капитал во Вьетнаме может использовать 3 формы деятельности:

- совместное деловое сотрудничество на контрактной основе;
- совместное предприятие или совместная компания;

- предприятия со 100 % иностранным капиталом.

Налоги на перечисление прибылей за рубеж зависят от размера инвестиционного капитала: чем больше капитал, тем ниже налог на перечисление прибыли за границу.

«7 преимуществ» Вьетнама для иностранных инвесторов:

- большая часть трудоспособного населения – это трудолюбивые и дисциплинированные люди с приемлемым уровнем образования;

- богатые и разнообразные природные ресурсы;

- плодородные сельскохозяйственные угодья;

- длинная протяженность морского побережья (3,2 тыс. км), что существенно снижает транспортные расходы;

- хорошие возможности для иностранного туризма;

- стабильная внутривнутриполитическая обстановка;

- Юго-Восточная Азия – район с высокими темпами развития [6].

В настоящее время СРВ осуществляет первый этап «Стратегии социально-экономического развития на 2011–2020 гг.». Цель этого стратегического плана является «стремление к 2020 году стать промышленно развитой страной с современной общественно-политической жизнью: наличие демократических институтов, социальная стабильность, народное единство и согласие по главным аспектам хозяйственной жизни, развития культуры, образования и непрерывного улучшения качества жизни» [9].

В результате осуществления этого стратегического плана явится заметное улучшение жизненного благосостояния. При этом высшими ценностями жизни страны будут независимость, государственный суверенитет, территориальная целостность и неприкосновенность границ. Должны укрепляться позиции Вьетнама и на международной арене.

В 2020 г. ВВП на душу населения должен составить 3000–3200 долл. США (по сравнению с 86 долл. в 1986 г.), средняя продолжительность жизни вырасти до 75 лет; на 10000 жителей должно быть 9 врачей и 26 коек в больницах; уровень бедности должен снижаться в среднем на 2–3 % в год; доля промышленности и услуг в ВВП должна составить 85 %, доля городского населения – не менее 45 %.

Благодаря повышению уровня образования и массово-разъяснительной работы о преимуществах малодетной семьи, темпы роста населения не превысят 1,1 % в год. Общая численность населения страны в 2020 г. не должна превышать 100 млн чел.

На сегодняшний день Вьетнам получил от вступления в ВТО больше преимуществ, чем отрицательных моментов. Ежегодный прирост экспорта по объему товаров составляет 20 %. Главные статьи экспорта составляют сырая нефть, текстиль, кожаная обувь, морепродукты. Экспорт в 2011 г. составил \$96,3 млрд (в 2010 г. – \$76,1 млрд). Уменьшение произошло в основном из-за падения цен на многие экспортируемые товары, а также из-за снижения спроса в странах, импортирующих вьетнамскую продукцию. Импорт составил \$105,8 млрд. Главными торговыми партнерами по-прежнему являются США, Китай, ЕС, Япония, Южная Корея.

Одной из важных статей доходов вьетнамского экспорта становится деревообрабатывающая промышленность. Доход от её экспорта достигает \$4 млрд. Вьетнам экспортирует лесопродукцию в 120 стран мира. Самыми крупными импортерами являются США (38–41 %), страны Евросоюза (28–34 %), а также Япония (12–15 %). Исходя из сложившегося места и роли Вьетнама в системе международного разделения труда, а также перспектив экономического развития, приоритетными направлениями развития народного хозяйства страны на сегодняшний день являются сельское хозяйство, в первую очередь его интенсивные отрасли (выращивание и экспорт риса на основе современных высокоинтенсивных технологий); рыболовство; лесное хозяйство и деревообработка; туризм, особенно морской; современные интенсивные наукоёмкие отрасли, развивающиеся с привлечением иностранных инвестиций из постиндустриальных стран (электроника, производство средств связи и т.п.). В числе стран-инвесторов во вьетнамскую экономику должна стать и Российская Федерация с учётом наших давних экономических и политических связей.

Литература

1. Деловой Вьетнам. – М.: Бизнес-пресс, 2003.
2. Нген Вьонг Вьет. Механизмы обеспечения социальной направленности рыночных реформ во Вьетнаме: дис. ... д-ра экон. наук. – М., 2006.
3. Льюнг Куок Зан. Модернизация финансовой системы Вьетнам: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2011. – С. 13.

4. Чан Вьет Хоанг. Государственное регулирование хозяйственного развития СРВ: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 1999.
5. Ле Дык Тань. Промышленная политика Вьетнама: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2009.
6. Дао Хонг Куен. Совершенствование системы государственного регулирования внешнеэкономических связей Вьетнама: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2011.
7. Нгуен Тхи Кам Тхо. Прямые иностранные инвестиции во Вьетнаме: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – СПб., 2010.
8. Леженина Т.В. Обновление азиатских моделей модернизации в сфере уроков глобального кризиса // Трансформация и модернизация. Теория и практика. – М., 2009.
9. Чан Чонг Хуэ. Моделирование функционирования аграрного сектора в условиях переходной экономики: дис. ... д-ра экон. наук. – М., 1998. – С. 228–230.



Н.Е. Зайцева

ТРАНСНАЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПАНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ, ИХ РОЛЬ И РАЗВИТИЕ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

В статье представлен обзор транснациональных компаний по производству сельскохозяйственной техники. Проанализированы возможные пути развития данных компаний на российском рынке. Сделаны предложения по повышению уровня локализации производства иностранных компаний на территории России.

Ключевые слова: транснациональные компании, сельскохозяйственная техника, глобализация, рынок сельскохозяйственной техники, локализация производства, конкурентоспособность.

N.E. Zaitseva

TRANSNATIONAL COMPANIES PRODUCING AGRICULTURAL MACHINERY, THEIR ROLE AND DEVELOPMENT IN THE RUSSIAN MARKET

The overview of the transnational companies producing agricultural machinery is presented in the article. The possible ways of this company development on the Russian market are analyzed. The proposals to increase the production localization level of the foreign companies on the territory of Russia are made.

Key words: transnational companies, agricultural machinery, globalization, agricultural machinery market, production localization, competitiveness.

За последние 20 лет на мировом рынке сельскохозяйственной техники в результате процессов глобализации и, как следствие, слияний или поглощений многие предприятия сельскохозяйственного машиностроения перестали существовать или значительно потеряли свои позиции. Новыми крупными участниками рынка стали такие фирмы, как AGCO и Case New Holland (CNH). Сегодня на мировом рынке можно выделить пять основных поставщиков сельскохозяйственной техники, на которые и приходится основной объем выпуска продукции. В 2011 году наибольшую долю рынка (16,8 %) занимали американские производители из John Deere (табл. 1), компания Case New Holland также была недалеко от лидера рынка и занимала в общем объеме продукции 10,7 %. Компания AGCO с объемом продукции 5,7 % в 2011 году также является весомым игроком на рынке сельскохозяйственной техники. Доля компаний CLAAS и Kubota составила 3,3 и 3,2 % соответственно. Следует отметить, что компания Kubota вошла в пятерку лидеров значительно недавно, так как за последние годы из числа лидирующих мировых производителей сельскохозяйственной техники выбыли Argo и SDF. В большей степени это связано с тем, что компании являются более узкоспециализированными и получают выручку в основном от продажи сельскохозяйственной техники в отличие от других фирм, способных конкурировать в других отраслях промышленности [1].

Таблица 1

**Изменение товарооборота сельскохозяйственной техники основных мировых производителей
в 2011–2012 гг., млн долл. США***

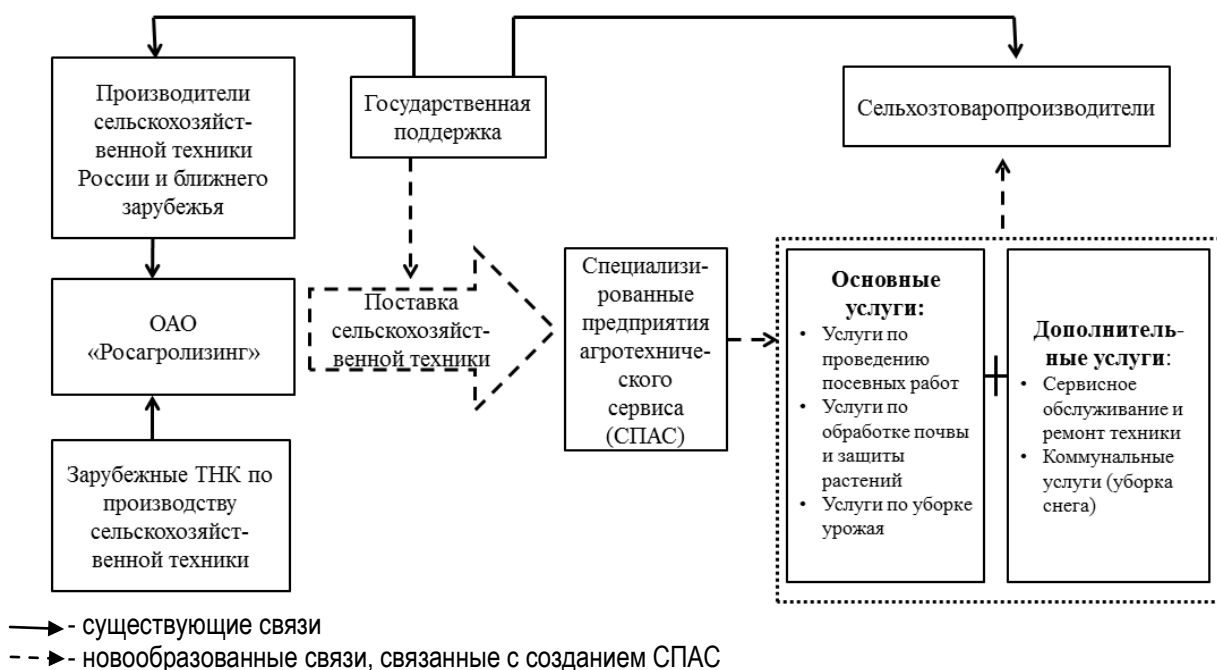
Предприятие	Год		Изменение, %
	2011	2012	
John Deere	24094	27123	12,6
CNH	14193	15657	10,3
AGCO	8773	9996	13,9
Claas	3995	4395	10,0
Kubota	7568	8080	6,8

*По данным [2].

Суммарная доля рынка первых четырех компаний (John Deere, CNH, AGCO и Claas) в среднем за 2005–2012 годы составляла 40 %, т.е. более одной трети сельхозмашин, реализованных во всем мире, можно отнести на счет этих четырех крупнейших производителей сельхозтехники. Более того, их доля продолжает расти с 35 % в 2006 году до 47 % в 2012 году [5]. Следует отметить возрастающую роль американской фирмы John Deere. Доля данного предприятия в совокупном объеме продукции, произведенной «большой четверкой», достигает 47 % [7]. Следует отметить сохранившийся, невзирая на глобализацию и широкое применение информационных технологий, олигопольный характер конкуренции на большинстве мировых отраслевых и страновых рынков при доминировании небольшого числа крупнейших фирм. При этом состав лидирующих транснациональных корпораций (ТНК) весьма быстро меняется под воздействием глобальной конкуренции. Таким образом, для ведущих концернов характерна жесткая конкурентная борьба и стремление захватить новые рынки сбыта.

В этой связи российский рынок представляется очень привлекательным. Высокая емкость российского рынка является основным фактором для работы зарубежных компаний в России. Конкуренция отечественному сельскохозяйственному машиностроению со стороны крупнейших иностранных производителей сельскохозяйственной техники является фактором, который стимулирует развитие производства и дистрибуции российской сельскохозяйственной техники в направлении разработки новых моделей и комплекса услуг по ее техническому и послепродажному обслуживанию. В то же время с вступлением России в ВТО иностранные компании, которые начали сборочные производства в России, из-за импортных пошлин могут переориентироваться на импорт техники, поскольку пошлина на ввоз готовой машины окажется ниже, чем на компоненты [6]. Во избежание данной ситуации вполне возможно мотивировать ТНК по производству сельскохозяйственной техники к локализации производства в России. В решении данной проблемы с учетом протекающих процессов глобализации значительно поможет создание специализированных предприятий агротехнического сервиса (СПАС) – модель перехода от внутрихозяйственного использования техники к межхозяйственной кооперации по использованию техники [3]. Так, автором предлагается проект по трансформации советских МТС, базой которого является ОАО «Росагролизинг». Таким образом, в данном случае машины будут принадлежать специализированному предприятию агротехнического сервиса (СПАС), не занимающемуся непосредственно производством сельскохозяйственной техники или продукции. Суть деятельности данного предприятия состоит в обслуживании сельскохозяйственных товаропроизводителей по их заявкам. Целью этого обслуживания является получение дохода. То есть в данном случае машина – непосредственный источник получения прибыли, а предоставление механизированных услуг – вид предпринимательства.

Идея состоит в образовании своего рода специализированных предприятий агротехнического сервиса (СПАС) по предоставлению услуг, связанных с обработкой почвы, севом, уборкой урожая, а также иными сельскохозяйственными работами. Кроме того, в качестве дополнительных услуг предусмотрено оказание сервисного обслуживания и ремонт техники на профессиональном уровне. В зимнее время возможно оказание коммунальных услуг, например, уборки снега (рис.). Ключевой функцией участия ТНК по производству сельскохозяйственной техники в СПАС будет являться обеспечение ресурсосберегающих машин на базе инновационных технологий земледелия. В свою очередь интенсивное земледелие, обеспечиваемое с помощью СПАС, будет способствовать увеличению объемов введения в оборот новых земель и повышению эффективности сельскохозяйственного производства.



Концептуальная модель работы специализированных предприятий агротехнического сервиса (СПАС)

Техника, поставляемая через ОАО «Росагролизинг» на льготных условиях, должна быть произведена в России (либо отечественного производства, или зарубежных производителей, но собрана на территории РФ). Для подтверждения российского происхождения сельхозтехники минимально допустимый уровень локализации производства, определяемый расчетным путем, должен составлять не менее 50 %, при этом должен соблюдаться набор технологических операций, совершаемых в Российской Федерации в процессе производства. Помимо достижения расчетного значения уровня локализации, производитель должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть резидентом Российской Федерации;
- иметь конструкторско-технологическую документацию в объеме, достаточном для выполнения предусмотренных локализацией операций;
- иметь производственную базу, обеспечивающую производство, расположенную на территории Российской Федерации;
- обеспечивать гарантийное и послегарантийное обслуживание техники силами заявителя или привлеченных авторизованных представителей, а также иметь на территории России полнопрофильный склад запасных частей, позволяющих осуществлять такое техническое обслуживание;
- выполнять технологические операции производства техники, такие, как сборка, сварка, окраска; монтаж оборудования кабины, рабочих органов (при наличии); монтаж силового агрегата, переднего моста, ходовой части, элементов экстерьера; обязательное проведение сертификационных испытаний.

Выполнение данных условий зарубежными транснациональными корпорациями необходимо во избежание массового завоза в Россию техники в виде машинокомплектов или налаживания «отверточной» сборки, так как после вступления России в ВТО данный сценарий развития отрасли сельскохозяйственного машиностроения очень высок. Следует понимать, что в данном случае локализация зарубежного производства рассматривается не просто как замена импортных комплектующих российским аналогами, а возможность вместе с зарубежными производителями создать новый трактор или комбайн, отвечающий российским условиям. Заинтересованность и выгода участия в данном проекте производителей как российских, так и зарубежных, налицо. На сегодняшний день уровень локализации крупных мировых производителей в России пока в основном не превышает 20 %. Сегодня отдельные зарубежные производители выразили готовность довести уровень локализации до 45 % в течение восьми лет. Это можно считать неплохим показателем. Вместе с тем этот показатель требует дополнительной совместной проработки с участием Минпромторга России и зарубежных производителей с учетом процессов присоединения к ВТО и параметров одобренной Стратегии развития сельхозмашиностроения в Российской Федерации до 2020 года [3]. Так, Россия заинтересована в

развитии полноценного, а не "отверточного" производства машин в Российской Федерации. Это будет означать не только создание дополнительных рабочих мест и рост налоговых поступлений, но и вывод на внутренний рынок широкой линейки эффективной техники для сельского хозяйства, лесного комплекса и других отраслей.

Для реализации проекта по внедрению СПАС необходимо заручиться поддержкой ОАО «Росагролизинг» и правительства Российской Федерации с целью содействия в поставке сельскохозяйственной техники. Выбор такой организации, как ОАО «Росагролизинг», был сделан неслучайно. Во-первых, ОАО «Росагролизинг» является государственной компанией, выполняющей задачи, поставленные Правительством Российской Федерации по обеспечению отечественных сельхозтоваропроизводителей современной сельскохозяйственной техникой, а во-вторых, клиентская база компании по различным направлениям деятельности насчитывает более 4 тысяч отечественных сельскохозяйственных производителей. Это позволит быстро заручиться поддержкой сельхозтоваропроизводителей в различных регионах РФ.

Ожидаемые результаты от создания СПАС позволяют решить различные проблемы российского АПК, которые уже многие годы находятся под особым вниманием государства и заслуживают неотлагательных действий по их устранению или, как минимум, улучшению данной ситуации (табл. 2).

Таблица 2

Основные предпосылки для создания СПАС и ожидаемые результаты от реализации проекта [4]

Основные проблемы развития АПК РФ	Ожидаемые результаты от создания СПАС
1	2
Высокий моральный и физический износ машинно-тракторного парка	Наличие в парке новых машин с высоким сроком эксплуатации Увеличение парка современной сельхозтехники Увеличение площадей, обрабатываемых современной техникой
Дефицит современной техники и дисбаланс в производственных мощностях	Большой выбор различных сельскохозяйственных машин и орудий в одном МТП Расширение возможности использования и комбинирования машин различных производственных мощностей
Низкий уровень локализации зарубежных компаний по производству сельскохозяйственной техники	Повышение уровня локализации производства зарубежной техники за счет выгодных условий по поставке техники через «Росагролизинг» при государственной поддержке*
Высокий уровень импорта сельхозтехники	Снижение доли импортной сельхозтехники на рынке за счет повышения уровня локализации производства ТНК и поставки продукции, сделанной в России, через ОАО «Росагролизинг»
Низкий уровень спроса и низкая конкурентоспособность сельскохозяйственной техники отечественного производства	Повышение уровня спроса за счет поставки отечественной техники, а также зарубежной техники, собранной в России
Нестабильное финансовое положение сельхозтоваропроизводителей и зачастую низкий платежеспособный спрос на машины сельскохозяйственного назначения	Уменьшение финансовой нагрузки для сельхозтоваропроизводителей за счет оказания услуг, связанных с обработкой почвы, севом, уборкой урожая, а также иными сельскохозяйственными работами без последующей обязывающей покупки сельхозмашины
Низкий уровень сервиса и ремонтных услуг и слабая инженерная служба на местах	Развитие сети сервисного обслуживания техники Быстрая поставка запасных частей и ремонтных услуг за счет квалифицированных рабочих на местах
Отставание по уровню развития технологий и сложность внедрения интенсивных технологий по причине морального старения машинно-тракторного парка	Распространение ресурсосберегающей техники и современных аграрных технологий* Повышение доступности современной техники на основе ресурсосберегающих технологий для сельхозтоваропроизводителей*

1	2
Низкая рентабельность АПК	Сокращение себестоимости сельскохозяйственного производства за счет снижения затрат на эксплуатацию техники, удобрений и средств защиты растений при использовании инновационных технологий* Повышение эффективности земледелия*
Низкая продуктивность сельского хозяйства и угроза продовольственной безопасности страны	Значительное уменьшение потерь при уборке урожая, а также повышение продуктивности земледелия за счет использования новых технологий и современных машин*
Низкий возврат инвестиций в АПК	Повышение отдачи на инвестиции в АПК (в том числе государственных) за счет повышения общей эффективности аграрного бизнеса в результате распространения современных аграрных технологий*
Низкий уровень занятости в сельской местности	Образование новых рабочих мест с созданием СПАС и наймом механизированных отрядов и бригад

* Ожидаемый результат возможен в основном за счет участия в проекте ТНК по производству сельскохозяйственной техники с применением ресурсосберегающих технологий.

Распространение ресурсосберегающих технологий на базе СПАС будет способствовать решению приоритетных задач развития российского сельского хозяйства – технической и технологической модернизации, а также повышению финансовой устойчивости АПК. К сожалению, сельскохозяйственные машины российского производства не обладают достаточным уровнем оснащения технологиями точного земледелия. Таким образом, привлечение ТНК по производству сельскохозяйственной техники к проекту образования и внедрения СПАС сегодня представляется необходимым.

Выводы

- За счет использования на СПАС отечественной техники или сельхозтехники, собранной в России, будет обеспечен определенный уровень спроса на российском рынке сельскохозяйственных машин.
- Значительного изменения в числе покупаемой техники зарубежного производства не произойдет, очевидно лишь изменение структуры ее происхождения.
- Необходимо достичь степени локализации техники более 50 %. Так, для принятия условий работы с СПАС зарубежным ТНК при завоевании российского рынка сельскохозяйственной техники надо будет стремиться к локализации производства и поставке продукции, собранной на территории Российской Федерации, а также к глобализации производимой продукции в силу принятия во внимание особенностей российских потребителей.
- С созданием СПАС будут решены не только проблемы, связанные с развитием российского рынка сельскохозяйственной техники в условиях глобализации и низкой конкурентоспособностью российской техники, но и общего физического и морального состояния сельскохозяйственной техники в России в целом, что послужит развитию новых рабочих мест и инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве.

Литература

1. Industry Study #2892 World Agricultural Equipment June 2012 The Freedonia Group, Inc. [Электронный ресурс] // www.freedoniagroup.com.
2. Kutschenreiter W. Strategien und Strukturen. 2013. – № 3. – С. 2.
3. Баутин В.М., Аронов Э.Л. Формы совместного использования фермерами сельскохозяйственной техники в странах Западной Европы: обзорная информация. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1992. – 64 с.
4. Виктор Зубков провел встречу с руководителями ведущих мировых компаний – производителей сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс] // www.mashportal.ru/machinery_news-22246.aspx.

5. Информация о машинно-технологических компаниях. Российская государственная агропромышленная лизинговая компания "РОСАГРОЛИЗИНГ" [Электронный ресурс] // www.rosagroleasing.ru/upload/content_pages/about/informaciya_o_mashinno-tehnologicheskikh_kompaniyah.pdf.
6. Обзор состояния сельхозмашиностроения за рубежом. – М.: Росагромаш, 2013. – Вып. 2.
7. Оболенский В.П. Российская экономика в глобальных мирохозяйственных связях: проблемы конкурентоспособности // Проблемы прогнозирования. – 2001. – № 4. – С. 43–67.
8. Пензина Е.В. Феномен глобализации: глобализация и вестернизация // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 8. – С. 228–233.



УДК 332.142.4

И.А. Колесняк

ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ РЕГИОНА, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ОБЪЁМЫ, СТРУКТУРУ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБНОСТЬ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

В статье дана оценка влияния особенностей природных условий на развитие сельского хозяйства и потребность населения в продуктах питания в регионе. Приведена классификация районов Красноярского края по зонам дискомфорта климата.

Ключевые слова: природные условия, климат, дискомфорт, продукты питания, пищевой рацион.

I.A. Kolesnyak

THE PECULIARITIES OF THE REGION NATURAL CONDITIONS DEFINING THE PRODUCTION VOLUMES, STRUCTURE AND FOODSTUFF NEEDS

The assessment of the natural condition influence on the development of agriculture and the population need in foodstuffs in the region is given in the article. The classification of the Krasnoyarsk Territory districts on zones of the discomfort climate is given.

Key words: natural conditions, climate, discomfort, foodstuffs, alimentary ration.

Красноярский край занимает центральное положение в азиатской части России и граничит на западе с Республикой Алтай, Кемеровской, Томской и Тюменской областями, на востоке – с Республикой Саха (Якутия), Иркутской областью, на юге – с Республикой Тыва, на Севере – с водами морей Карское и Лаптевых.

Территория Красноярского края составляет 2366,8 тыс. км² с численностью населения 2846475 тыс. чел. (плотность 1,2 чел. на 1 км²). В городах края проживают 1898,2 тыс. чел. (из них 1016,4 тыс. чел. в краевом центре), в сельской местности – 948,3 тыс. чел.

Красноярский край является многонациональным регионом, на территории которого живут представители более 33 национальностей и народностей. В основном это русские – 2490,3 тыс. чел. (91,3 %), украинцы – 38,0 (1,4 %), татары – 34,8 (1,3 %), немцы – 22,4 (0,8 %) и лица других национальностей – 74,9 тыс. чел. (2,6 %). 100,6 тыс. чел. (3,6 %) составляют граждане, не указавшие свою национальность.

В составе края насчитывается 44 муниципальных района. Из них Северо-Енисейский, Таймырский Долгано-Ненецкий, Туруханский и Эвенкийский районы относятся к районам Крайнего Севера, общая площадь которых составляет 1905931 км², численность населения – 79674 тыс. чел. при плотности 0,04 чел. на 1 км². Приравнены к районам Крайнего Севера Богучанский, Енисейский, Кежемский и Мотыгинский районы, территория которых занимает 212941 км², где там проживают 188556 тыс. чел. при плотности населения 0,88 чел. на 1 км².

Красноярский край, исходя из дифференциации регионов Российской Федерации [4, с. 69], входит в четвертую почвенно-климатическую зону с экстремальными природными условиями, за исключением Северо-Енисейского, Таймырского Долгано-Ненецкого, Туруханского, Эвенкийского, Богучанского, Енисейского, Кежемского и Мотыгинского муниципальных районов. Эти районы входят в пятую почвенно-климатическую зону с особо экстремальными природными условиями. Основной принцип, принятый автором при диффе-

ренциации регионов, – это степень соответствия почвенно-климатических условий требованиям сельскохозяйственного производства как источника продовольственных ресурсов.

Земледельческая зона края находится на территории трёх агроклиматических районов, где сумма температур выше 10°C в летний период составляет 1400–2000°C [1, с. 22]:

- район I – прохладный ($\sum t = 1400-1600^\circ\text{C}$);
- район II – умеренно прохладный ($\sum t = 1600-1800^\circ\text{C}$);
- район III – недостаточно тёплый ($\sum t = 1800-2000^\circ\text{C}$).

Недостаток тепла является основным ограничительным фактором в крае для развития земледелия. В соответствии с принятым физико-географическим районированием в земледельческой части Красноярского края выделены три природные зоны [10, с.11]: степь, лесостепь, зона тайги и подтайги (табл.1).

Таблица 1

Климат природных зон Красноярского края

Показатель	Тайга+подтайга	Лесостепь	Степь
Среднегодовая температура воздуха, °C	-0,3-(-1,8)	-0,5-(-1,3)	0,2-0,8
Сумма положительных температур >10°C	1400-1600	1600-1800	1800-2000
Сумма осадков за год, мм	300-600	300-450	250-350
Гидротермический коэффициент	1,0-1,6	1,0-1,4	<0,8-1,2
Запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см, мм	175-250	125-175	60-125
Число суховейных дней	10-20	15-30	20-35
Продолжительность безморозного периода, дн.	60-100	85-110	95-125
Продолжительность периода с температурой > 10°C, дн.	90-105	100-115	115-125
Сумма осадков за период >10°C, мм	200-250	190-275	200-250

Данные зоны резко различаются по комплексу природных условий. Многие муниципальные районы края размещены не в одной, а в нескольких зонах.

По степени обеспеченности растений теплом зона тайги и подтайги относится к прохладному и умеренно прохладному агроклиматическому району. Лимитирующими факторами, ограничивающим высоту урожая сельскохозяйственных культур, являются недостаток тепла, короткий безморозный период. Наиболее распространённые почвы в этой зоне тёмно-серые лесные, серые лесные, дерново-подзолистые почвы невысокого плодородия.

Исходя из почвенно-климатических условий в каждой зоне структура производства должна устанавливаться на основе рекомендованной для неё структуры пашни, создающей предпосылки к повышению урожайности сельскохозяйственных культур [10, с. 50].

В зоне тайги и подтайги предлагаемая рациональная структура пашни следующая: зерновые – 53–55 %, кормовые – 28–30, пар – 12–15 %. Наиболее благоприятный климат сформирован в лесостепной и степной зонах.

Лесостепная зона края по рельефу местности в основном представляет широко-увалистую равнину. Зона относится к недостаточно и умеренно тёплым подпоясам умеренного пояса, тепла достаточно для выращивания многих сельскохозяйственных культур, кроме очень теплолюбивых культур.

Почвенный покров лесостепной зоны разнообразен, распространён тип чернозёмных почв. Длительная сезонная мерзлота почв, которая в лесостепи проявляется сильнее, чем в зоне тайги и подтайги, замедляет микробиологические процессы и развитие теплолюбивых культурных растений. Почвы в основном высокоплодородные и при правильном использовании способны обеспечивать достаточно высокие объёмы производства сельскохозяйственной продукции.

В лесостепи южной и открытой части Канско-Красноярской лесостепи зерновые культуры должны занимать в структуре пашни 50–53 %, кормовые – 27–30, пар – 16–18 %. Это обеспечит получение более высоких объёмов производства продукции сельского хозяйства. А в лесостепи Причумырья и закрытой части Канско-Красноярской лесостепи зерновые культуры должны занимать 53–55 %, кормовые – 28–30, пар – 12–15 %.

Степная зона расположена в центре Минусинской котловины, климат более континентальный, чем в других зонах края. Лето в степной зоне жаркое, что позволяет выращивать местные сорта дынь и арбузов, раннеспелые сорта кукурузы на зерно. Степная зона является эрозионно-опасной и поэтому требует специальной противозерозионной системы земледелия. Преобладают чернозёмы обыкновенные. Механический состав почв легко- и среднесуглинистый, много супесчаных почв, что способствует развитию ветровой эрозии. Наиболее плодородными являются выщелоченные и оподзоленные чернозёмы, но они имеют ограниченное распространение.

Таким образом, в степной зоне лимитирующим фактором, ограничивающим высокие урожаи сельскохозяйственных культур, является недостаток влаги. Поэтому в структуре пашни зерновые культуры должны занимать 48–50 %, кормовые – 25–28, пар – 20–25 %.

Согласно единому районированию и размещению сельскохозяйственного производства Восточной Сибири, учитывающему особенности климата, рельефа, почв и растительности, а также экономические факторы, на территории Красноярского края выделено семь природно-экономических сельскохозяйственных зон [9, с. 20–50]: Крайний Север, Северная подтаёжная, Южная степная, Южная лесостепная, Ачинская лесостепная, Канская лесостепная, Центральная пригородная.

Зона Крайнего Севера имеет очаговое сельскохозяйственное производство, где развито оленеводство и охотничье-промысловое хозяйство.

В Северной подтаёжной зоне развитие сельского хозяйства ограничено из-за вечной мерзлоты и низкой температуры почв. Здесь в основном преобладают молочно-мясное скотоводство и производство картофеля. В небольших объемах производится зерно.

В Южной степной зоне развито овощеводство, мясо-молочное скотоводство, производство зерна и птицеводство. Южная лесостепная зона имеет развитое молочно-мясное скотоводство, производство зерна и картофеля, овощеводство. В зону входят семь муниципальных районов.

Ачинская лесостепная зона является скотоводческо-зерновой зоной с развитым свиноводством, охватывает восемь районов и в основном служит продовольственной базой Ачинско-Назаровского промышленного узла. Канская лесостепная зона включает девять районов, характеризуется как скотоводческо-зерновая с развитым птицеводством.

В Центральной пригородной зоне развито овоще-молочное производство и промышленное птицеводство. Зона является продовольственной базой Красноярско-Дивногорского промышленного узла, в неё входят пять административных районов.

Красноярский край по степени суровости или экстремальности климата характеризуется низким уровнем комфортности. Комфортность природных условий является определяющим показателем оценки влияния природной среды на здоровье населения и активность производственной деятельности.

Районирование территории Красноярского края по степени суровости климата выполнено на основе многолетних наблюдений (более 50 лет) Среднесибирским управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Комфортность (дискомфортность) Красноярского края оценивалась по комплексу климатических показателей (температурный режим летнего и зимнего периода, продолжительность безморозного периода, скорость ветра, солнечная радиация и т.д.) на 67 метеостанциях.

На основе полученных результатов на территории Красноярского края выделено четыре зоны дискомфорта климата [2, с. 67]: умеренный дискомфорт (<15 баллов), сильный дискомфорт (15–25 баллов), очень сильный дискомфорт (25–35 баллов) и жёсткий дискомфорт (35–45 баллов) (рис.).

На территории края преобладают зоны очень сильного и жёсткого дискомфорта климата. Значительная часть территории края (53,6 %; 1268,0 тыс. км²) расположена в зоне очень сильного дискомфорта. Сюда входят девять муниципальных районов в основном Северной подтаёжной зоны. В зоне сильного дискомфорта, занимающей 7,1 % (16,9 тыс. км²) территории края, расположены 25 муниципальных районов трёх сельскохозяйственных зон – Ачинской, Канской и Центральной пригородной.

Условия жёсткого дискомфорта климата (>35 баллов) в крае сложились на самом севере (Таймырский Долгано-Ненецкий район, часть Туруханского района). Эта зона занимает 37,2 % (880,2 тыс. км²) территории края.

Незначительную долю занимает территория умеренного дискомфорта (2,1 %; 48,9 тыс. км²), пересекающая край с запада на восток на широте г. Красноярска и охватывающая Назаровскую и Минусинскую котловины. Сюда входят девять муниципальных районов из Южной степной и Южной лесостепной зон (два района), Ачинской лесостепной (четыре района), Канской лесостепной зоны (три района).



Районирование территории Красноярского края по степени суровости климата

С увеличением экстремальности климата, по данным [12, с. 66], организм человека предъявляет повышенные требования не только к количеству пищи, но и к её составу, в частности, к содержанию жира.

Комитет по вопросам пищевых продуктов и сельского хозяйства при ООН рекомендует увеличивать калорийность питания на 5 % при понижении среднемесячной температуры на каждые 10°С при исходной температуре +10°С [3, с. 647].

Исследованиями СибНИИЭСХ и Института клинической и экспериментальной медицины [5, с. 170] установлено, что суровый климат Сибири и Азиатского севера определяет не только увеличение энергетической ценности пищевого рациона, но и соотношение основных компонентов пищи (увеличивается потребность в белках и жирах, несколько снижается в углеводах). Поэтому на азиатской части страны выделено три климатических зоны – северная, центральная и южная, для каждой из которых рекомендованы нормы рационального питания (табл. 2).

Таблица 2

Нормы рационального питания для климатических зон азиатской части страны

Климатическая зона	Калорийность, ккал	Белки	Жиры	Углеводы
Северная	3500-4000	16 (140-160)	40 (155,5-177,7)	44 (410,6-469,3)
Центральная	3200-3500	16 (128-140)	38 (135,0-147,7)	46 (392,5-429,3)
Южная	3000-3200	14 (105-112)	35 (116,6-124,4)	51 (408,0-435,2)

*По данным [5].

Учитывая, что Красноярский край расположен в азиатской части страны с суровым климатом, его население должно потреблять больше белковосодержащих продуктов питания по сравнению с рациональными нормами Института питания для страны в среднем.

Поэтому для населения края, проживающего в зонах жёсткого (211791 чел.) и очень сильного дискомфорта климата (212230 чел.) потребность в продуктах питания необходимо рассчитывать по нормам, рекомендованным для Северной климатической зоны азиатской части страны при энергетической ценности суточного рациона в 3500–4000 ккал.

Для населения (721045 чел.) зоны сильного дискомфорта калорийность пищевого рациона должна составлять 3200–3500 ккал, исходя из рациональных норм, рекомендованных для Центральной климатической зоны.

Режим питания Южной климатической зоны с калорийностью 3000–3200 ккал необходим для населения края, проживающего на территории умеренного дискомфорта (1668019 чел.).

Суровость климата, по данным [6, с. 151], ограничивает развитие не только отдельных отраслей хозяйства, но и территории в целом. Территории со среднегодовой температурой ниже двух градусов мороза или расположенные на высоте более 2000 м над уровнем моря практически непригодны для проживания людей [8].

Суровость климата оказывает большое влияние на издержки производства, прежде всего, на цену строительства. Все издержки, связанные со строительством в России, в 2–3 раза выше по сравнению с Западной Европой [6, с. 152]. Затраты на отопление повышают текущие издержки ещё на 10–30 %. А реальная стоимость рабочей силы в связи с необходимостью выживания населения в длительные холодные сезоны возрастает примерно вдвое. Поэтому холодный климат – это фактор, который способствует увеличению себестоимости продукции в разных отраслях, в том числе в сельском хозяйстве.

Вместе с тем существует ряд факторов, ослабляющих негативное влияние климата. Так, А. Никольский [7] считает, что конкурентоспособность нации определяется скоростью, с которой она совершенствует технологии в той или иной сфере, что на конкурентоспособность главное влияние оказывает не климат, а технологии производимого продукта, эффективность организации бизнеса, способность к инновациям и квалификация людей.

В поддержку такой точки зрения идет теория сравнительных преимуществ, предложенная ещё Д. Рикардо. Её суть состоит в том, что норму прибыли в той или иной отрасли, той или иной стране определяют специализация на производстве различных видов продукции и обмен ими, а не средние издержки сами по себе.

Однако все перечисленные рассуждения, как утверждает А.М. Тарко [11], «справедливы лишь для динамичных экономик передовых стран, России же до таких стран далеко». Переход России в группу развитых стран пока возможен, однако его «цена» из-за климатических факторов окажется высокой [6].

В целом суровые природно-климатические условия ограничивают развитие сельского хозяйства: снижают возможности получения высоких объёмов товарной продукции, вызывают увеличение совокупных издержек на производство продукции растениеводства и, как следствие, определяют высокую себестоимость продукции животноводства, тем самым снижая её конкурентоспособность. Кроме того, экстремальность природных условий формирует повышенные требования к нормам рационального питания и структуре пищевого рациона.

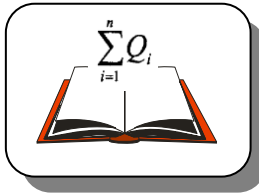
В решении проблемы продовольственного обеспечения Красноярского края необходимо учитывать и национальный состав его населения. Коренное население региона (эвенки, долганы, ненцы, кеты и др.) имеет свои традиции в питании, определяющие потребность в продуктах питания и состав пищевого рациона.

Выявленные особенности природно-климатических и экономических условий Красноярского края необходимо учитывать при решении проблемы продовольственного обеспечения его населения на перспективу.

Литература

1. Агроклиматические ресурсы Красноярского края и Тувинской АССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 211 с.
2. Бендерский Ю.Г., Варфоломеев И.В., Лопатин А.П. Проблемы экономической оценки природно-ресурсного потенциала Красноярского края. – Красноярск: Кларетианум, 2001. – 76 с.
3. Казначеев В.П., Панин Л.Е., Коваленко Л.А. Проблема сбалансированного питания в связи с особенностями метаболической адаптации человека на Севере // Физиология человека. – М.: Наука, 1976. – Т. 2. – С. 646–652.
4. Колесняк А.А. Продовольственное обеспечение: региональный аспект. – М., 2007. – 220 с.
5. Комплексная программа научно-технического прогресса в сельском хозяйстве Сибири и Дальнего Востока на период до 2005 г. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1982. – С. 169–174.
6. Лесных В.В., Попов Е.В. Природно-климатический аспект издержек производства (конкурентоспособность национальных экономик) // Общественные науки и современность. – 2006. – № 6. – С. 148–158.
7. Никольский А. Отзыв на книгу А.П. Паршева «Почему Россия не Америка» [Электронный ресурс] // www.ccas.ru/manbios/nikols.html.
8. Реклю Э. Земля и люди. Всеобщая география. – М., 1877.
9. Система ведения сельского хозяйства Восточной Сибири. – Красноярск, 1976. – С. 20–50.
10. Система земледелия Красноярского края. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1982. – 631 с.
11. Тарко А.М. Два пути устойчивого развития России [Электронный ресурс] // <http://srv5.uni-dubna.ru/journal/antorinfo.php?id=86>.
12. Ходош Ю.Р. Дифференцированное нормирование в питании населения Сибири и Дальнего Востока по зонам // Продовольственная база Сибири и Дальнего Востока, рационализация и обеспечение населения питьевой водой: тез. докл. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 1978. – Ч. 2. – С. 6–8.





УДК 004.9

Д.Д. Мищенко

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В статье рассматривается построение точной и адекватной модели объекта в условиях непараметрической неопределенности, а также задача описания методик, которая может быть применима для решения конкретного типа задач идентификации.

Ключевые слова: модель, динамическая система, непараметрическая оценка.

D.D. Mishchenko

MODELING THE COMPLEX DYNAMIC OBJECTS

The development of accurate and adequate model of the object in the conditions of non-parametric uncertainty, the task of techniques description that can be applied to solve a particular type of identification tasks are considered in the article.

Key words: model, dynamic system, non-parametric assessment.

Введение. В работе рассматривается процесс, в котором пользователь вынужден вести работу с объектом при относительно небольших познаниях о нем. Иными словами, обладая информацией о качественных характеристиках объекта, пользователь лишь способен наблюдать за его поведением и намеренно воздействовать на объект при определенных ограничениях. Подобные ситуации возникают довольно часто, особенно при условии отсутствия точных моделей объектов и средств контроля их поведения, а также изменений среды, взаимодействующей с ними.

Цель и задачи исследований. Построение точной и адекватной модели объекта в определенных условиях, описание методики, которая может быть применима для решения различного типа задач с небольшими издержками ресурсов. Допустим, что в ходе изучения объекта пользователь владеет информацией о том, что он относится к классу детерминированных, стационарных, линейных, динамических объектов и объектов с запаздыванием, то есть «качественной» информацией о свойствах поведения объекта. Допускается, что пользователь способен воздействовать на объект, контролируя уровень своего воздействия. Так, он может компенсировать недостаток информации об объекте с удовлетворительной корректностью. Возьмем во внимание, что в силу ограниченности средств изучения, математического аппарата, используемого пользователем для описания объекта, не все факторы, влияющие на объект, будут учтены в модели. Как следствие, в ней могут появиться случайные помехи, причем информации о характере помехи нет: закон распределения случайных помех, действующих при взаимодействии объекта с окружающей средой, неизвестен [1]. Иначе говоря, любая другая информация об объекте и его моделях недоступна для пользователя, либо не удовлетворяет поставленным задачам. В таких рамках пользователь может потратить большое количество ресурсов (вычислительных, материальных, производственных, временных, научных, финансовых), прежде чем найти решение. Выбор пути в поисках решения предполагает необходимость вложения различного количества ресурсов для решения задачи. Между такими ресурсами, как, например, точность и время (быстрота нахождения решения), обычно существует противоречие: для повышения точности уменьшают шаг интегрирования, но при этом увеличивается время счёта [4].

Методика и результаты исследований. Для решения поставленной цели предлагается взять за основу модели свертки характеристик объекта характеристики, воздействующие на объект, и характеристики, которые описывают реакции объекта на такие воздействия, то есть модели в виде интеграла Дюамеля [3] и интеграла Коши-Лагранжа. Математическая запись интеграла Дюамеля приведена в формуле (1), интеграла Коши-Лагранжа – в формуле (2):

$$x(t) = \int_{t_0}^t h'(t-\tau)u(\tau)d\tau, \quad (1)$$

$$x(t) = f(t-t_0) + \int_{t_0}^t h'(t-\tau)u(\tau)d\tau, \quad (2)$$

где $x(t)$ – выходная реакция объекта, который наблюдается в течение времени t , начиная с момента времени t_0 ; $h'(t)$ – импульсно-переходная характеристика объекта, связанная с переходной характеристикой объекта $h(t)$ оператором дифференцирования $dh(t)/dt = h'(t)$; $u(t)$ – входное воздействие на объект, которое приводит к изменению его реакции $x(t)$; $f(t)$ – свободная составляющая движения объекта – характеристика, описывающая поведение объекта в нестабильном начальном состоянии. Модель (1) является описанием объекта в стабильном начальном состоянии в отличие от модели (2), которая позволяет учитывать нестабильное начальное состояние объекта.

Характеристики $u(t)$ и $x(t)$ могут наблюдаться в ходе экспериментов с помощью разнообразных средств контроля (органы чувств пользователей, контрольно-измерительные приборы и электронные измерительные датчики). Характеристики $h(t)$ и $f(t)$ – временные характеристики объекта, и они являются характеристиками, идентифицирующими сам объект, то есть информация о поведении этих характеристик позволяет получить достаточное описание поведения объекта. Иными словами, чтобы построить модель объекта в определенных пользователем условиях, достаточно описать временные характеристики объекта и использовать эти описания при поиске модели.

Метод, основанный на наблюдении за поведением объекта в условиях, когда на него воздействуют при помощи специальных воздействий в тестовом режиме, является одним из наиболее используемых методов описания временных характеристик объекта. Нами рассматривается метод временных характеристик, предполагающий воздействие на объект с помощью характеристики $u(t)$ таким образом, чтобы на выходе объекта наблюдались реакции $x(t)$, соответствующие временным характеристикам объекта $h(t)$ (или $h'(t)$) и $f(t)$.

Для нахождения описания переходной характеристики объекта при помощи метода временных характеристик необходимо на вход объекта подать тестовый сигнал, описывающийся функцией Хэвисайда $1(t)$. На выходе объекта будет наблюдаться реакция, приближенно повторяющая поведение переходной характеристики объекта (рис. 1), где $u(t)$ – характеристика, воздействующая на объект; $x(t)$ – реакция объекта на воздействие; t_3 – время запаздывания объекта.

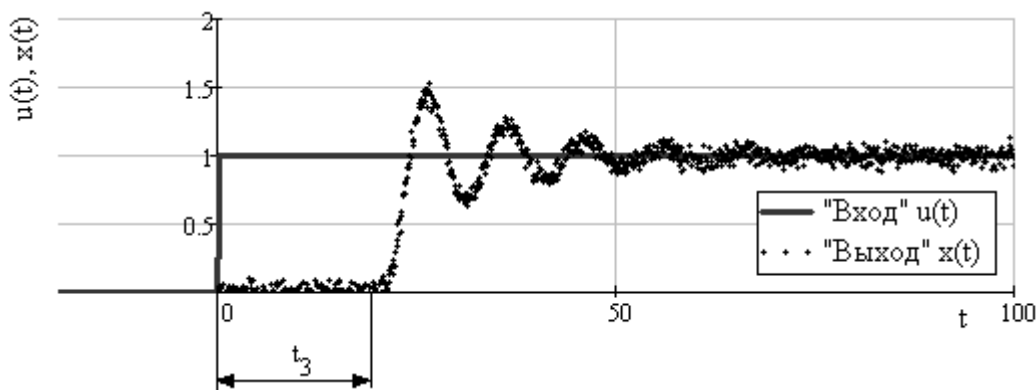


Рис. 1. Идентификация $h(t)$

На входе объекта подается воздействие и наблюдается запаздывающая реакция объекта на это воздействие. Можно заметить наличие случайных помех, оказывающих влияние на измерения реакции объекта. Для нахождения описания поведения свободной составляющей движения объекта необходимо привести его в интересующее нестабильное начальное состояние с последующим прекращением воздействий на объект [5]. Тогда на его выходе будет наблюдаться реакция объекта, приближенно повторяющая свободную составляющую движения объекта (рис. 2).

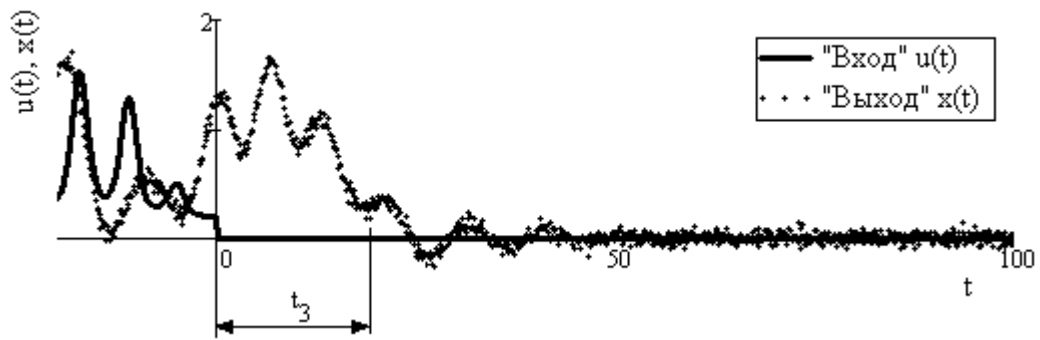


Рис. 2. Идентификация $f(t)$

На рисунке 2 показано, как при помощи входного воздействия $u(t)$ в интервале времени меньше момента времени $t=0$ происходит направление объекта к интересующему нестабильному начальному состоянию. Далее в интервале времени с момента $t=0$ до $t=100$ воздействие на него прекращается и на выходе объекта наблюдается запаздывающая по времени на величину t_3 реакция объекта $x(t)$, соответствующая свободной составляющей его движения, описывающая объект в этом нестабильном начальном состоянии.

Далее необходимо в условиях неопределенности восстановить поведение временной характеристики объекта по наблюдениям характеристик, полученных в результате проведения экспериментов с объектом и построить модель самого объекта. В условиях непараметрической неопределенности и ограниченности ресурсов логично использовать непараметрические оценку Надарая-Ватсона [6], оценку Пристли [7] и оценку регрессии Пристли [2].

Модифицированная оценка Пристли:

$$h'_s(t) = \frac{1}{s \cdot (c_s^h)^2} \sum_{i=1}^s h(t_i) \cdot H' \left(\frac{t - t_i}{c_s} \right), \quad (3)$$

где $h'_s(t)$ – непараметрическая оценка импульсной переходной характеристики объекта, построенная по выборке значений переходной характеристики объекта $h(t_i)$, в моменты времени t_i ; s – объем выборки значений $h(t_i)$; c_s^h – параметр размытости непараметрической оценки (3); H' – колоколообразная функция непараметрической оценки.

Непараметрическая оценка Надарая-Ватсона:

$$f_s(t) = \frac{1}{s \cdot c_s^f} \sum_{i=1}^s f(t_i) \cdot H \left(\frac{t - t_i}{c_s} \right), \quad (4)$$

где $f_s(t)$ – непараметрическая оценка свободной составляющей движения объекта; $f(t_i)$ – значение свободной составляющей движения объекта в момент времени t_i ; c_s^f – параметр размытости непараметрической оценки.

Для построения модели выходной характеристики (5) используются оценки (3) и (4):

$$x_s(t) = f_s(t - t_0) + \int_{t_0}^t h'_s(t - \tau) \cdot u(\tau) d\tau, \quad \text{где} \quad (5)$$

$x_s(t)$ – непараметрическая модель реакции объекта на входное воздействие $u(t)$.

Для оценки качества полученных моделей используется несколько критериев, например, ошибка моделирования выходной реакции объекта (6), средняя абсолютная относительная ошибка моделирования выходной реакции объекта (7):

$$Q_1 = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s (x(t_i) - x_s(t_i))^2, \quad (6)$$

$$Q_2 = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \left| \frac{x(t_i) - x_s(t_i)}{x(t_i)} \right| \cdot 100\%, \text{ где} \quad (7)$$

$x(t_i)$ – значение выходной характеристики объекта в момент времени t_i .

Оценка качества будет происходить путем сравнения при помощи критериев (6) и (7) реакций объекта и модели на одинаковое входное воздействие. Работа метода показана на сложном динамическом объекте (8) – параметрической модели объекта, заданной дифференциальным уравнением двенадцатого порядка.

$$\begin{aligned} & \frac{d^{12}}{dt^{12}} x(t) + 4.598 \frac{d^{11}}{dt^{11}} x(t) + 0.926 \frac{d^9}{dt^9} x(t) + 4.007 \frac{d^8}{dt^8} x(t) + 3.6988 x(t) + \\ & + 0.256 \frac{d^6}{dt^6} x(t) + 6.032 \frac{d^5}{dt^5} x(t) + 2.522 \frac{d^4}{dt^4} x(t) + \\ & + 0.418 \frac{d^3}{dt^3} x(t) + 4.152 \frac{d^2}{dt^2} x(t) + 0.854 \frac{d}{dt} x(t) + 0.211 x(t) = u(t - t_3). \end{aligned} \quad (8)$$

По выражениям (3) и (4) при определенных параметрах было найдено непараметрическое описание временных характеристик объекта и построены графики непараметрических оценок (рис. 3–4).

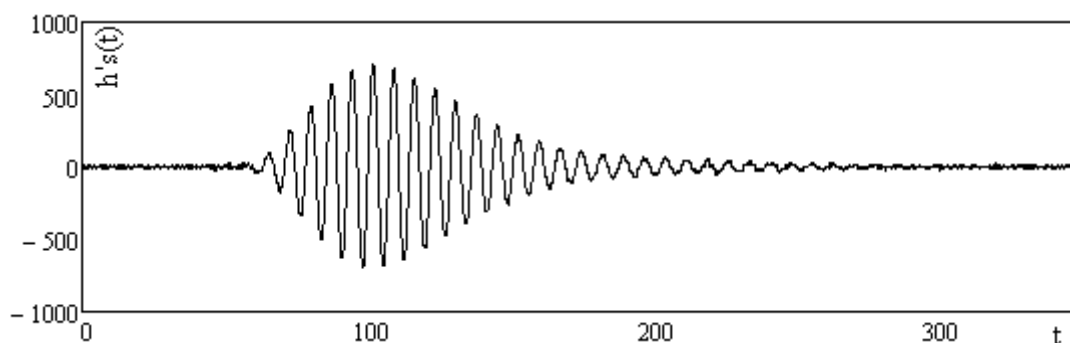


Рис. 3. Непараметрическая оценка импульсной переходной характеристики объекта

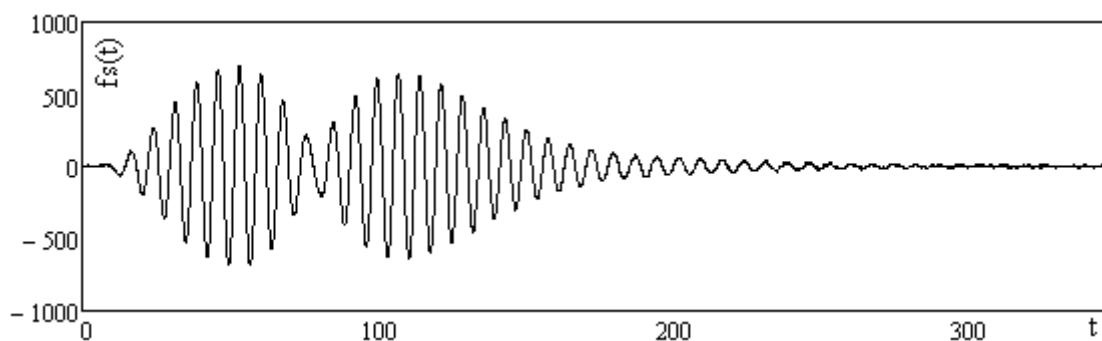


Рис. 4. Непараметрическая оценка свободной составляющей движения объекта

Построенная непараметрическая модель объекта по формуле (5) позволяет описать реакцию объекта на произвольное входное воздействие с учетом нестабильного начального состояния объекта. Сравнение полученной непараметрической модели объекта с реакцией самого объекта показано на рис. 5.

Показатели критериев качества полученной модели объекта, рассчитанные по формулам (6) и (7), составили соответственно $Q_1 \approx 1000$, $Q_2 \approx 24\%$. Данные значения показывают, что полученная модель достаточ-

но сильно удалась от значений самого объекта, однако полученный уровень качества может быть весьма удовлетворительным в условиях отсутствия априорной информации, позволяющей изучать объект исследования.

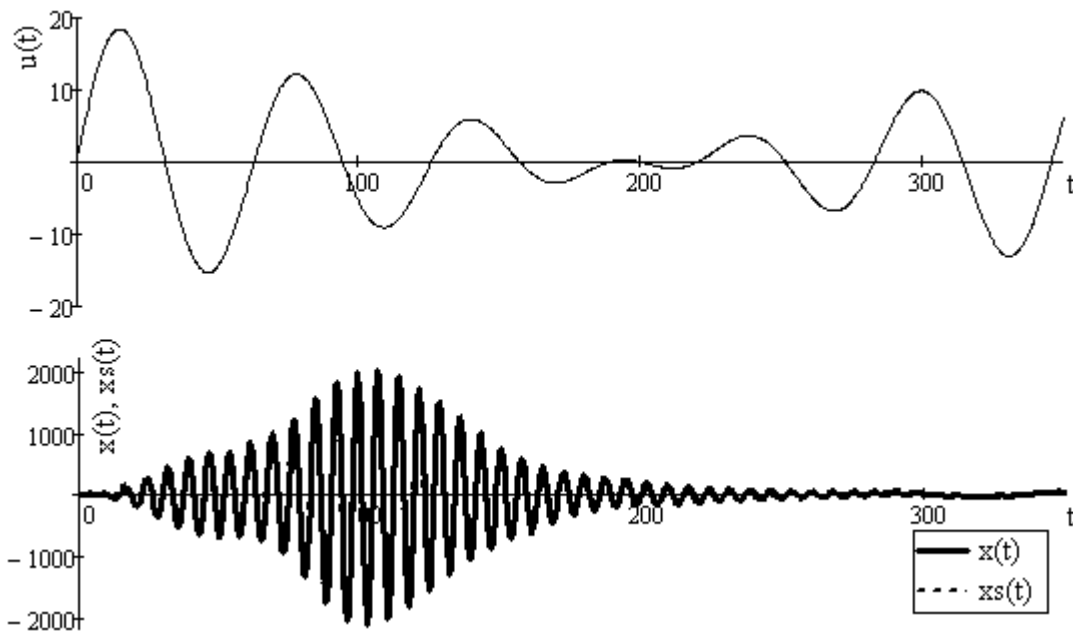


Рис. 5. Сравнение реакций объекта и модели

Заключение. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о возможности описания объектов, относящихся к классу стационарных линейных динамических объектов с запаздыванием в условиях параметрической неопределенности. Непараметрические модели объектов дают возможность пользователям строить гипотезы относительно различных объектов, позволяя строить максимально точные модели независимо от ресурсов (финансовых, экономических и т.п.). Нужно отметить универсальность непараметрических моделей: они могут помочь в задачах рода поддержки принятия решений при управлении объектами.

Литература

1. Бронев С.А. Способы управления двигателем двойного питания // Информатика и системы управления. – Красноярск: НИИ ИПУ, 2000.
2. Рубан А.И. Методы анализа данных: учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004. – 319 с.
3. Красовский А.А. Справочник по теории автоматического управления. – М.: Наука, 1987. – 712 с.
4. Бронев С.А. Электропривод для приборов с индукторным двигателем двойного питания в квазишаговом режиме // Изв. вузов. – 2004. – № 4. – С. 61–65.
5. Бродовский В.Н., Иванов Е.С. Исполнительные устройства с многофазными электродвигателями переменного тока // Устройства и элементы систем автоматического регулирования и управления. Техническая кибернетика. – М.: Машиностроение, 1976. – Кн. 3.
6. Рубан А.И. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. – 320 с.
7. Надарая Э.А. Непараметрические оценки кривой регрессии // Тр. ВУ АН ГрССР. – Тбилиси, 1965. – Вып. 5. – С. 55–68.

**РАСПРЕДЕЛЁННАЯ СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ СТАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
СТОХАСТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

В статье предлагается концепция распределённой системы анализа выборок стохастических объектов с сопутствующим синтезом эффективных моделей. Определяются узлы системы, механизмы их взаимодействий.

Ключевые слова: идентификация, моделирование, распределённая система.

P.S. Krasnobrovkin, D.D. Mishchenko

THE IDENTIFICATION DISTRIBUTED SYSTEM OF STOCHASTIC OBJECT STATIC MODELS

The distributed system concept for the analysis of the stochastic object samples with the associated synthesis of effective models is offered in the article. The nodes of the system and mechanisms of their interactions are defined.

Key words: identification, modeling, distributed system.

Введение. Термин «идентификация» стал широко применяться в качестве одного из базовых разделов теории управления около 60 лет назад, хотя моделирование является одной из основополагающих проблем в теоретической сфере деятельности. В любой научной или инженерной деятельности в той или иной степени используется формальное описание процессов, явлений, устройств – осуществляется построение необходимых математических моделей.

Теория управления вышла на уровень, обобщающий основные системные принципы, распространился кибернетический подход о единстве протекающих процессов в естественных и искусственных системах. По этой причине возникла потребность установления аналогий описания этих систем для целенаправленного управления различными сферами деятельности. Это обусловило необходимость создания обобщённого подхода к моделированию и выделению отдельного направления теории автоматического управления, занимающегося идентификацией.

Показатели выходных величин реальных объектов подвержены искажению – показатель любого измерительного устройства включает не только истинное значение, но и помеху. Этот факт приводит к необходимости разработки устойчивых алгоритмов, учитывающих и устраняющих искажающие воздействия.

Поскольку любая задача моделирования предъявляет высокие требования к производительности вычислительной инфраструктуры, то неизбежно возникает необходимость выбора алгоритмов, оптимальных по быстродействию, а вместе с тем поднимается вопрос увеличения производительности. На сегодняшний день выделяются следующие эффективные методы повышения производительности:

- установка на материнскую плату компьютера многоядерного процессора или/и нескольких процессоров;
- вынесение части вычислений на видеокарты [4];
- построение суперкомпьютеров [2];
- объединение нескольких компьютеров в вычислительную сеть [7, 8].

Цель исследований. Разработка концепции распределённой вычислительной системы идентификации статических моделей.

Задачи исследований. Определение архитектуры системы, выделение составных частей (узлов) и их функционала, механизма взаимодействия между узлами и соответствующих программных алгоритмов для каждого из узлов.

Объекты исследований. Статические модели стохастических объектов [3], в том числе и объекты с многомерными входными воздействиями.

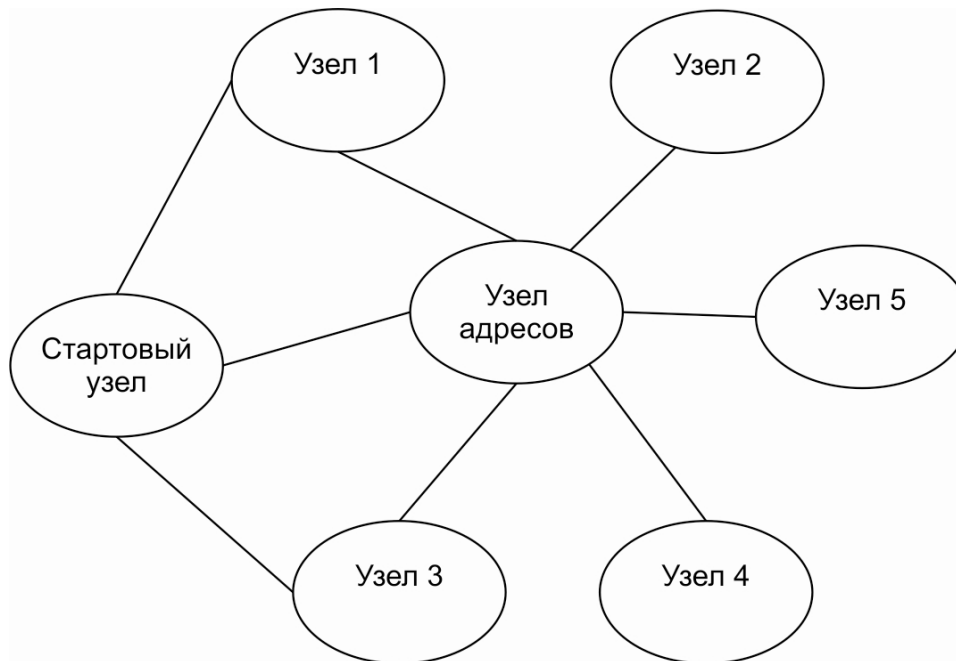
Результаты исследований и их обсуждение. *Архитектура системы.* Каждый узловой элемент предлагается определить как изолированную самостоятельную систему.

Наложим на систему требование к безотказной работе. Под этим следует понимать независимость конечного результата вычислений на стартовом узле, на котором в рассматриваемый момент времени пользователь инициализировал вычисления от любого другого элемента распределённой системы. Это неизбежно накладывает требование функциональной избыточности на каждом узле, что означает возможность проведения всех вычислений либо без участия других элементов сети (по непосредственному запросу пользователя), либо в случае их отказов. Это означает, что программное обеспечение каждого узла должно включать реализацию всех алгоритмов идентификации, которые предлагаются пользователю.

Отметим, что каждый узел относительно включаемых алгоритмов следует представлять как модульную систему. Каждый алгоритм, если он требует некую априорную информацию, конфигурируется администратором текущего узла.

Руководствуясь самодостаточностью каждого узла, можно утверждать, что пользователь абсолютно точно не получит результат вычислений только в случае отказа именно стартового узла. Если же происходит отказ на другом узле сети, то вычисления будут делегированы ближайшему узлу, успешно справившемуся с предыдущими задачами, либо будут произведены непосредственно на стартовом узле. Таким образом, переходим к рассмотрению механизмов взаимодействия между узлами.

Взаимодействие узлов. С точки зрения вычислительной сети топология данной концепции распределённой системы идентична топологии «звезда» [2]. Каждый узел сети предлагается конфигурировать, задавая IP-адреса возможных участников вычислений. Возможный вариант составных частей системы представлен на рисунке.



Пример конфигурации сети

По представленной конфигурации определим роли каждого узла и основные особенности сети:

- стартовый узел. На этом компьютере пользователь непосредственно запускает вычисления, отправляя узлам 1, 3 и узлу адресов выборку измерений объекта. В случае отказа или таймаута одного из узлов, адресному узлу отправляется сообщение с указанием требуемых алгоритмов. В случае отказа адресного узла, оставшиеся алгоритмы выполняются непосредственно на стартовом узле, о чём пользователь уведомляется;

- узлы 1 и 3 участвуют непосредственно в данном процессе вычислений. Получив данные и указания от стартового узла, и затем, выполнив вычисления, результат отправляется обратно стартовому узлу;

- узел адресов ожидает исходной выборки объекта и при получении от стартового узла сообщения о необходимости проведения вычислений осуществляет распределение нагрузки между своими ресурсами и

узлами 2, 4, 5. Важно отметить, что конфигурация стартового узла может содержать как 0 адресных узлов, так и больше одного.

Реализация. Опишем уже существующие программные реализации важных алгоритмов идентификации, которые предлагается включить в изначальную версию системы.

Рассмотрим работу подпрограммы построения непараметрической оценки регрессии. На первом этапе программа получает выборку входных измерений. В случае возникновения ошибки пользователю выводится соответствующее уведомление, и программа завершается.

Далее минимизируется критерий “скользящего экзамена”:

$$I_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{\eta}_n(x_i))^2 = \min, \quad \bar{\eta}_n(x_i) = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^n \omega_k(x_i) y_k, \quad (1)$$

где $\omega_k(x_i)$ – вес k -й точки, вычисляемый по следующей формуле:

$$\omega_k(x_i) = \frac{\prod_{j=1}^m K(\beta_j \frac{x_{ij} - x_{kj}}{\Delta x_j})}{\sum_{l=1}^n \prod_{j=1}^m K(\beta_j \frac{x_{lj} - x_{lj}}{\Delta x_j})}, \quad K(z) = \begin{cases} 0.75(1 - z^2), & |z| \leq 1 \\ 0, & 1 < |z| \end{cases} \quad (2)$$

Экстремумом функции (1) являются оптимальные значения коэффициентов размытости β_j . Вычисление функции скользящего экзамена происходит равномерно в нескольких потоках, в том числе и в главном. Для реализации многопоточных вычислений используется стандартная библиотека thread языка C++11.

На последнем этапе измеряется выход полученной оценки при входных воздействиях, аналогичных выборке экспериментальных данных. Полученные значения записываются в лог.

Переходим к рассмотрению алгоритма построения параметрической модели. В общем случае модель имеет следующий вид:

$$\hat{Y} = \alpha_0 + \phi(\vec{\alpha}, X), \quad (3)$$

где $\phi(\vec{\alpha}, X)$ – функция, зависящая от входных воздействий X и от параметров модели $\vec{\alpha}$. Если модель линейна относительно своих параметров, то она преобразуется в следующую формулу:

$$\hat{Y} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \varphi_i(X), \quad (4)$$

где $\varphi_j(X)$ – заданная пользователем базисная функция, зависящая от входа X ;

$\alpha_0, \vec{\alpha}$ – параметры модели. Их оценки находятся из решения системы линейных алгебраических уравнений, получаемой из критерия минимума среднего квадратичного отклонения:

$$M\{Y - \hat{Y}\} = 0, \quad M\left\{\frac{\partial \phi(\vec{\alpha}, X)}{\partial \alpha_j} (Y - \hat{Y})\right\} = 0, \quad j = \overline{1, m}. \quad (5)$$

На первом этапе работы программы происходит синтаксический анализ конфигурационного файла, содержащего базисные функции. В результате синтезируются объекты-функторы, представляющие собой

лямбда-выражения языка C++11. Для разработки двухступенчатого парсера использовались программы Lex и Bison – генераторы лексических и синтаксических анализаторов соответственно [9].

Следующим этапом служит составление системы линейных алгебраических уравнений согласно критерию наименьших квадратов и полученной выборки измерений с последующим её решением, в результате чего вычисляются оценки параметров линейной модели.

На последнем шаге программа измеряет выход составленной параметрической модели при тех же входных воздействиях, что и в исходной выборке измерений. Результаты записываются в лог.

Заключение. Предложена концепция распределённой вычислительной системы, в которой узлы эквивалентны относительно функционала требуемого на момент запуска пользовательских вычислений, и концепция взаимодействия между узлами, для каждого из которых обозначены роли и принципы их функционирования. Описаны уже существующие реализации алгоритмов, предлагаемых к включению в изначальную версию программного комплекса. Дальнейшее развитие проекта видится следующим: разработка программных реализаций уже существующих алгоритмов для видеокарт [1] и кластерных систем [5]; разработка и апробирование алгоритма непараметрической идентификации для объекта с многомерным входом; обеспечение сетевого взаимодействия между узлами. Предлагается использовать генератор серверных спецификаций Apache Thrift [6], а также разработку соответствующих приложений для известных мобильных устройств с целью их возможного включения в программный комплекс.

Литература

1. *Стивен С. Скиена.* Алгоритмы. Руководство по разработке. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 720 с.
2. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA / *А.Е. Боресков* [и др.]. – М.: Изд-во МГУ, 2012. – 336 с.
3. *Рубан А.И.* Методы анализа данных: учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004. – 319 с.
4. *Рубан А.И.* Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. – 320 с.
5. *Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест.* Алгоритмы. Построение и анализ. – М.: Вильямс, 2013. – 1328 с.
6. *Арнольд М., Алмейда Д., Миллер К.* Администрирование Apache. – М.: Лори, 2012. – 418 с.
7. *Антонов А.* Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP. – М.: Изд-во МГУ, 2012. – 344 с.
8. *Седжвик Р.* Алгоритмы на C++. – М.: Вильямс, 2011. – 1056 с.
9. Компиляторы. Принципы, технологии и инструментарий / *А. Ахо, М. Лам, Р. Сети* [и др.]. – М.: Вильямс, 2008. – 1184 с.



РАСЧЕТ ТОНКИХ ПЛАСТИН И ОБОЛОЧЕК С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОСЕТОЧНЫХ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СО СВОБОДНЫМИ ГРАНИЦАМИ*

В статье рассматриваются многосеточные конечные элементы со свободной границей для трехмерного анализа деформирования однородных и композитных тонких упругих пластин и оболочек постоянной толщины. Конечные элементы описывают трехмерное напряженное состояние в пластинах и оболочках, учитывают их неоднородную структуру, сложный характер закрепления и нагружения, порождают дискретные модели малой размерности.

Ключевые слова: композиты, упругость, пластины, оболочки, метод конечных элементов, многосеточные конечные элементы.

A.D. Matveev

CALCULATION OF THIN PLATES AND SHELLS USING MULTI-GRID FINITE ELEMENTS WITH FREE BOUNDARIES

The multi-grid finite elements with free boundary for the deformation three-dimensional analysis of the deformation of homogeneous and composite thin elastic plates and shells with constant thickness are considered in the article. Finite elements describe the three-dimensional strained state in plates and shells, take into account their heterogeneous structure, the complex character of fastening and loading, generate discrete models of small dimension.

Key words: composites, elasticity, plates, shells, finite element method, multi-grid finite elements.

При расчете тонких однородных (композитных) пластин и оболочек постоянной толщины используют приближенные теории [1, 2, 3]. Общий недостаток этих теорий заключается в том, что в их основе лежат гипотезы, которые порождают неустранимую погрешность в решениях. Существующие теории оболочек и панелей не учитывают сложный характер их закрепления и нагружения (например, закрепление и нагружение оболочки, панели частично по толщине), не всегда точно описывают поведение панелей и оболочек под действием локальных нагружений.

В данной работе при анализе по методу конечных элементов (МКЭ) деформирования однородных и композитных тонких пластин и оболочек предложены многосеточные конечные элементы (МнКЭ) со свободной границей, в которых реализуется трехмерное напряженное состояние. Многосеточные конечные элементы (КЭ) формы прямоугольного параллелепипеда для анализа деформирования упругих тел однородной и неоднородной структуры рассмотрены в работах [4, 5]. Существуют два типа МнКЭ [4]. Для проектирования m -сеточного однородного и композитного конечного элемента используются m вложенных узловых сеток. Самая мелкая сетка порождена базовым разбиением, которое учитывает форму и неоднородную структуру m -сеточного КЭ. Для m -сеточного КЭ первого типа $m - 1$ сетка определяются на всей его области, для m -сеточного второго типа – на его границе. С помощью аппроксимирующих функций перемещений, построенных на крупных сетках, все неизвестные мелкой сетки МнКЭ первого типа выражаются через узловые неизвестные крупных сеток. При построении МнКЭ второго типа вначале с помощью метода конденсации [6] исключаются неизвестные внутренних узлов мелкой сетки. Затем неизвестные граничных узлов мелкой сетки МнКЭ представляются через узловые неизвестные крупных сеток.

Расчеты показывают, что в дискретных моделях тонких однородных и композитных пластин и оболочек постоянной толщины целесообразно по толщине пластины, оболочки использовать один МнКЭ, т.е. толщина МнКЭ равна толщине пластины, оболочки. В этом случае верхняя (нижняя) граница многосеточного элемента совпадает с верхней (нижней) границей пластины, оболочки. Используя метод конденсации, узловые неизвестные мелкой сетки исключаем внутри области, на верхней и нижней границах многосеточного элемента. Крупные сетки определяем на боковых границах МнКЭ. С помощью аппроксимаций перемещений,

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта 11-01-0053).

построенных на крупных сетках, выражаем неизвестные узлов мелкой сетки, лежащих на боковых границах МнКЭ, через узловые неизвестные крупных сеток.

Процедура построения МнКЭ со свободными границами. Многосеточный конечный элемент, у которого с помощью метода конденсации неизвестные мелкой сетки исключаются во всех ее внутренних узлах и в граничных узлах, лежащих на той части (свободной) границы данного МнКЭ, которая совпадает с частью не закрепленной границей тела, для краткости будем называть МнКЭ со свободной границей. На рис. 1, а, б свободные верхние и нижние границы $ABCD$, $KNML$ пластинчатого и оболочечного МнКЭ совпадают соответственно с верхними и нижними поверхностями пластины, оболочки постоянной толщины h , $h = CM$. На рисунке 1, а боковые границы пластинчатого МнКЭ есть прямоугольники $ADLK$, $AKNB$, $BCMN$, $LDCM$, оболочечного МнКЭ (рис. 1, б) – прямоугольники $AKNB$, $LDCM$ и криволинейные грани $ADLK$, $BCMN$.

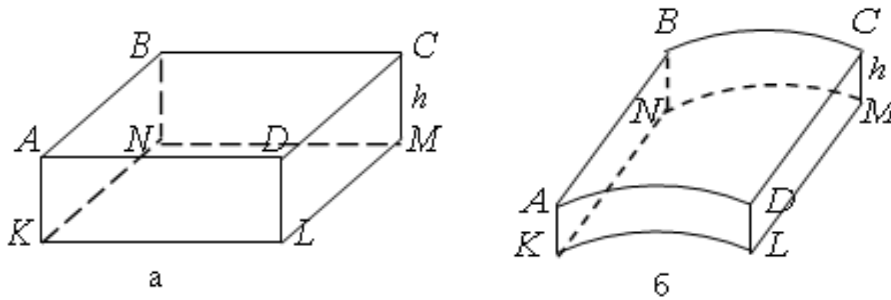


Рис. 1. Пластинчатый МнКЭ (а) оболочечный МнКЭ (б)

Процедуру построения МнКЭ со свободными границами покажем на примере построения пятисеточного КЭ (ПтКЭ) V_p формы прямоугольного параллелепипеда, который применяется для расчета тонких однородных (композитных) пластин постоянной толщины h (рис. 1, а). Область ПтКЭ V_p представляем мелким (базовым) разбиением, состоящим из однородных известных односеточных КЭ V_e 1-го порядка формы куба [7]. Базовое разбиение оболочечного МнКЭ состоит из однородных криволинейных шестигранных КЭ 1-го порядка [6, 7]. Функции перемещений, напряжений и деформаций КЭ V_e удовлетворяют закону Гука и соотношениям Коши, которые отвечают трехмерной задаче теории упругости [7], т.е. в КЭ V_e и, следовательно, в ПтКЭ V_p реализуется трехмерное напряженное состояние. Базовое разбиение учитывает неоднородную структуру ПтКЭ V_p и порождает мелкую сетку V_h . С помощью метода конденсации исключаем неизвестные во внутренних узлах мелкой сетки V_h и во внутренних узлах свободных границ $ABCD$ и $KNML$ (рис. 1, а, б). В результате получаем суперэлемент V_s , узловые неизвестные которого определяются только в узлах мелкой сетки боковых граней. Полную потенциальную энергию Π_s суперэлемента V_s представим в матричной форме:

$$\Pi_s = 0,5 (\mathbf{q}_s)^T [K_s] \mathbf{q}_s - (\mathbf{q}_s)^T \mathbf{P}_s, \quad (1)$$

где $[K_s]$ – матрица жесткости суперэлемента V_s ; $\mathbf{P}_s, \mathbf{q}_s$ – векторы узловых сил и неизвестных суперэлемента V_s ; T – транспонирование.

На четырех боковых гранях (рис. 1, а) грани $ADLK$, $AKNB$, $BCMN$, $LDCM$) суперэлемента V_s определяем две крупные различные прямоугольные узловые сетки V_0^i , $i = 1, \dots, 4$, вложенные в мелкую сетку V_h . В общем случае крупные сетки V_0^i имеют различное число узлов либо различные шаги по сторонам KN , KL , NM , LM (рис. 1, а). Узлы крупных сеток пластичного и оболочечного многосеточных КЭ

на рис. 2, а, б отмечены точками. С помощью полиномов Лагранжа [6] на крупной сетке V_0^i для перемещений u, v, w строим соответственно аппроксимирующие функции u_i, v_i, w_i , которые запишем в виде

$$u_i = \sum_{\beta=1}^{n_i} N_{\beta}^i q_{\beta}^u, \quad v_i = \sum_{\beta=1}^{n_i} N_{\beta}^i q_{\beta}^v, \quad w_i = \sum_{\beta=1}^{n_i} N_{\beta}^i q_{\beta}^w, \quad (2)$$

где N_{β}^i – базисная функция β -го узла крупной сетки V_0^i ; $q_{\beta}^u, q_{\beta}^v, q_{\beta}^w$ – значения функций u_i, v_i, w_i в β -м узле сетки V_0^i ; $3n_i$ – общее число неизвестных крупной сетки V_0^i ($i = 1, \dots, 4$).

Обозначим через \mathbf{q}_0 вектор узловых неизвестных МКЭ всех крупных сеток V_0^i , $i = 1, \dots, 4$. Используя (2), вектор \mathbf{q}_s узловых перемещений суперэлемента V_s выражаем через узловые неизвестные вектора \mathbf{q}_0 . В результате получим равенство

$$\mathbf{q}_s = [A_s] \mathbf{q}_0, \quad (3)$$

где $[A_s]$ – прямоугольная матрица.

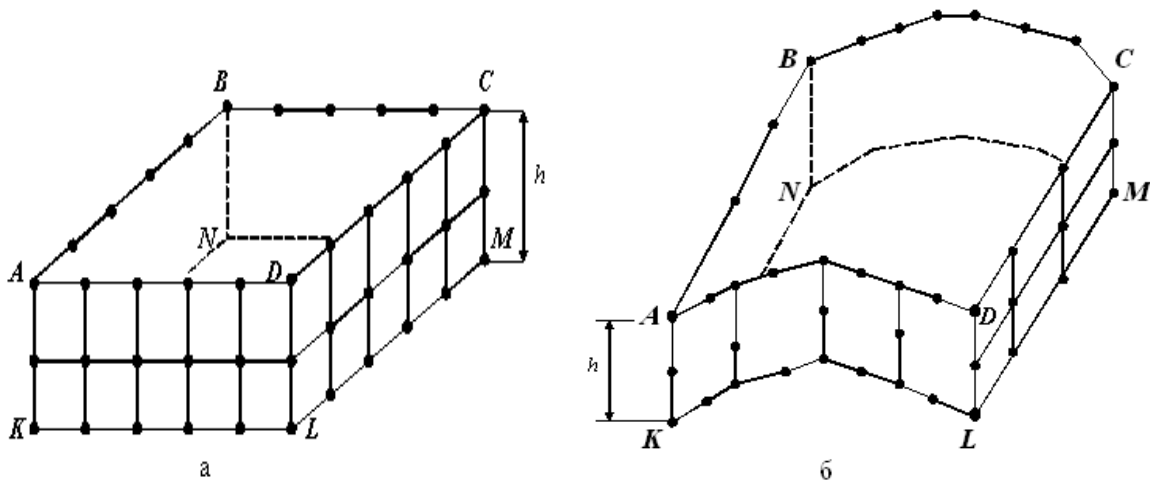


Рис. 2. Крупные сетки МКЭ: а – пластинчатого; б – оболочечного

Подставляя (3) в выражение (1), из условия $\partial \Pi_s / \partial \mathbf{q}_0 = 0$ получаем матричное уравнение $[K_0] \mathbf{q}_0 = \mathbf{F}_0$,

$$\text{где} \quad [K_0] = [A_s]^T [K_s] [A_s], \quad \mathbf{F}_0 = [A_s]^T \mathbf{P}_s; \quad (4)$$

$[K_0], \mathbf{F}_0$ – матрица жесткости и вектор узловых сил ПтКЭ V_p .

При построении ПтКЭ V_p используем одну мелкую сетку V_h и две (в общем случае) различных крупных сетки V_0^i , $i = 1, \dots, 4$. Процедура построения матриц жесткости и векторов узловых сил криволинейных оболочечных МКЭ со свободными границами аналогична вышеописанной.

Многосеточные элементы сложной формы. Расчеты показывают, что построение полиномов Лагранжа [6], связанное с операцией последовательных умножений чисел, при больших значениях n_i (см. (2)) порождает погрешность вычислений ЭВМ, которая приводит к численной неустойчивости решений, построенных по МКЭ. В связи с этим используем локальные аппроксимации [8], суть которых состоит в следующем. Области боковых граней МКЭ представляем непересекающимися подобластями. На подобластях определяем (локальные) крупные узловые сетки, вложенные в мелкую сетку. На крупных сетках подобластей стро-

им локальные аппроксимирующие функции перемещений. На общей границе двух подобластей узлы крупных сеток совпадают. На подобластях прямоугольной формы локальные аппроксимации перемещений строим с помощью полиномов Лагранжа малого порядка. Грани пластинчатых и оболочечных МКЭ сложной формы (в плане) представляем подобластями вида треугольных, четырехугольных КЭ 1-, 2- и 3-го порядков, узловые сетки которых являются локальными крупными сетками. На рис. 2, а, б узлы локальных крупных сеток боковых границ отмечены точками. Криволинейная граница *ADLK* (рис. 2, б) представлена четырехугольными КЭ второго порядка (имеют 8 узлов), узловые сетки которых являются локальными крупными сетками. На боковых прямоугольных гранях *ABNK*, *DCML* (рис. 2, б) для аппроксимации перемещений можно использовать полиномы Лагранжа. На рисунке 3 показано разбиение боковых границ пластинчатого и оболочечного МКЭ сложной формы на подобласти, на которых определяются крупные локальные сетки.

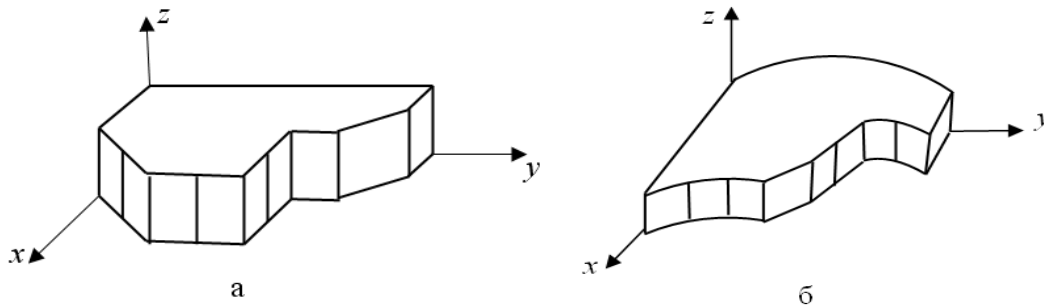


Рис. 3. МКЭ сложной формы: а – пластинчатый; б – оболочечный

Особенности предлагаемых пластинчатых и оболочечных МКЭ состоят в том, что они имеют две свободные верхние и нижние границы (границы *ABCD* и *KLMN* (рис. 1, а, б)) и при этом неизвестные определяются только в узлах крупных сеток, которые построены на боковых гранях МКЭ (рис. 2, а, б).

Достоинства предлагаемых конечных элементов состоят в следующем. Пластинчатые и оболочечные многосеточные КЭ со свободными границами:

- описывают трехмерное напряженное состояние в тонких пластинах и оболочках;
- учитывают сложную форму, сложные условия закрепления и локальный характер нагружения тонких пластин и оболочек;
- учитывают неоднородную структуру тонких пластин и оболочек;
- порождают дискретные модели тонких пластин и оболочек, размерности которых на несколько порядков меньше размерностей их базовых дискретных моделей. Поэтому реализация МКЭ для дискретных моделей тонких пластин и оболочек (состоящих из МКЭ со свободными границами) требует меньше временных затрат и памяти ЭВМ, чем для базовых моделей.

Литература

1. Гольденвейзер А.Л. Теория упругих тонких оболочек. – М.: Наука, 1976.
2. Огибалов П.М., Колтунов М.А. Оболочки и пластины. – М.: Изд-во МГУ, 1969.
3. Андреев А.Н., Немировский Ю.В. Многослойные анизотропные оболочки и пластины. Изгиб, устойчивость и колебания. – Новосибирск: Наука, 2001.
4. Матвеев А.Д. Некоторые подходы проектирования упругих многосеточных конечных элементов: деп. в ВИНТИ. – М., 2000. – № 2990-В00. – 30 с.
5. Матвеев А.Д. Многосеточное моделирование композитов нерегулярной структуры с малым коэффициентом заполнения // Прикладная механика и техническая физика. – 2004. – № 3. – С. 161–171.
6. Норри Д., Ж. де Фриз. Введение в метод конечных элементов. – М.: Мир, 1981.
7. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975.
8. Матвеев А.Д. Построение многосеточных конечных элементов сложной формы с применением локальных аппроксимаций // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 1. – С. 28–34.



ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.4

Л.Н. Пуртова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ДИАГНОСТИКЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЗЕМОВ ПРИМОРЬЯ

Исследованы изменения в содержании подвижного органического вещества, гумуса в агротемно-гумусовых почвах Приморья при внесении различных доз минеральных удобрений и применении гербицида. Установлены различия в оптических показателях почв и их компонентов (гуминовых кислот). Предложены оптические показатели для оценки изменения экологического состояния агрогенных почв.

Ключевые слова: гумус, гуминовые кислоты, агрогенные почвы, оптические показатели почв, энергозапасы почв.

L.N. Purtova

THE USE OF OPTICAL PARAMETERS IN THE DIAGNOSIS OF ENVIRONMENTAL CONDITION CHANGES IN PRIMORYE AGROZEMS

The changes in the contents of mobile organic matter, humus, in the agrodarkhumus soils of Primorye in the introduction of mineral fertilizer various doses and herbicide application are researched. The differences in the soil optical indicators and their components (humic acids) are established. The optical indicators for the assessment of change in the environmental conditions of agrogenic soil are proposed.

Key words: humus, humus acids, agrogenic soils, soil optical parameters, soil energetic reserves.

Введение. Применение современных агротехнологий в земледелии, к которым относится использование удобрений, обработка гербицидами оказывает влияние на процессы трансформации органического вещества. Это отражается на показателях гумусного состояния и экологическом состоянии почв в целом. Наиболее чувствительны к изменению экологической обстановки подвижные формы органических соединений, представляющие собой своеобразный сдерживающий барьер при разложении гумуса почв микрофлорой и инактивирующие отрицательное воздействие гербицидов. Эти формы органических соединений в качественном и количественном отношении весьма чувствительны к условиям агротехники и оказывают существенное влияние на продуктивность пашни.

По элементному составу лабильные гумусовые вещества близки к новообразованным гумусовым кислотам, но при этом обладают специфическими особенностями. Лабильные гумусовые вещества характеризуются высокой теплотворной способностью, что позволяет считать их важной составляющей энергетического баланса почвы, особенно как источника энергии для динамических биохимических процессов [2, 5]. Согласно номенклатурной схеме [8], в составе лабильного органического вещества целесообразно выделять легкоразлагаемое органическое вещество и подвижное органическое вещество, одной из составляющих которых являются гумусовые кислоты, прочно связанные с минеральными компонентами. В связи с этим особое внимание следует уделить индикационным методам для оценки изменений в содержании как лабильных органических веществ, так и термодинамически устойчивых соединений (гумуса) в почвах и его энергозапасам, явно отражающих происходящие изменения в экологической обстановке при применении современных агротехнологий с использованием минеральных удобрений и гербицидов. К таким методам исследований относятся спектрофотометрические (определение интегрального отражения почв – R) и оптические методы (определение оптической плотности – D), коэффициента цветности гуминовых кислот (Q4/6). Установлено, что с содержанием гумуса связаны показатели спектральной отражательной способности почв, найдена обратная зависимость для пары – отражательная способность (R) и содержание органического уг-

лерода (С) [9]. Это позволяет применять спектрофотометрический анализ как при исследовании гумуса почв, так и гумусовых кислот, а также при изучении процесса гумификации, отражающегося в изменении количественного содержания органического углерода основных компонентов гумуса – гуминовых и фульвокислот [13]. Установлена тесная корреляция между коэффициентами цветности гуминовых кислот и содержанием в них углерода, кислорода и карбоксильных групп [6]. Однако исследованию подвижного органического вещества почв и его оптических показателей, отражающих складывающуюся экологическую обстановку, не уделялось должного внимания.

Цель исследований. Изучение влияния применения удобрений с обработкой посевов сои гербицидом на содержание подвижных форм органического вещества почв, интенсивность процессов гумификации и оптико-энергетические показатели почв.

Объекты методы исследований. Объектом исследований стали агротемногумусовые почвы, составляющие согласно классификации и диагностики почв основной пахотный фонд Приморского края. Для данного типа почв свойственно следующее морфологическое строение профиля: PU (10–25 см) + PUEL_{nn} (25–40 см) + BEL (40–55см) + BT (55–75 см) + BTC (75–115 см). Почва перед закладкой опыта характеризовалась следующими агрохимическими показателями: N легкогидролизующий – 5,88; K₂O – 10,7 мг/100 г почвы; рН_{KCl} – 6,6; высокая степень насыщенности основаниями (72 %). опыты проводились в полевом опыте в посевах сои сорта Приморская 81 в Приморском НИИСХ по следующей схеме: 1-й вариант – соя с обработкой гербицидом Пивот (д.в. имазетапир в дозе 0,8 кг/га); без удобрений (контроль); 2-й вариант – соя с обработкой гербицидом в сочетании с минеральными удобрениями N₃₀P₆₀K₆₀; 3-й вариант – соя с обработкой гербицидом с удвоенной дозой минеральных удобрений N₆₀P₁₂₀K₁₂₀; 4-й вариант – соя с обработкой гербицидом с применением удобрений N₁₀P₂₅K₂₅ в рядок при посеве; 5-й вариант – соя, посеянная по озимой ржи весеннего посева, без гербицидов и удобрений (с целью получения семян и экологически чистого продукта).

Содержание гумуса определяли по бихроматной окисляемости методом Тюрина [1], фракционно-групповой состав гумуса – по Кононовой-Бельчиковой [12]. Оценка показателей гумусного состояния почв проведена по шкалам, предложенным Д.С. Орловым [11]. Запасы энергии, связанной с содержанием гумуса, рассчитывали по методике Д.С. Орлова и Л.А. Гришиной [12]. Для характеристики интенсивности протекания разных стадий процесса гумификации использовались показатели, предложенные М.Ф. Овчинниковой: для оценки интенсивности процесса новообразования гуминовых кислот и формирования их подвижных форм – соотношение гуминовых кислот 1-й фракции с соответствующими фракциями фульвокислот ($C_{гк-1}/C_{фк-1}$); для оценки интенсивности процесса полимеризации гумусовых структур и формирования гуматов – $C_{гк-2}/C_{фк-2}$ [10]. Определение подвижных форм органического вещества проводили в водной вытяжке по бихроматной окисляемости методом Тюрина [1]. Оптические показатели почв – интегральное отражение (R, %) определяли на спектрофотометре СФ-18, оптическую плотность на фотокалориметре КФК-3.

Результаты исследований и их обсуждение. Процессы гумусообразования в агротемногумусовых почвах в полевом опыте в посевах сои в основном протекают в слабощелочных условиях (табл. 1). В таких условиях несколько усилились процессы минерализации гумуса, что нашло отражение, судя по оценочным грациям [11], в содержании и количественно-качественных характеристиках гумуса. Для всех исследуемых вариантов опыта свойственны низкие показатели содержания гумуса и его энергозапасов (табл. 2). Снижение энергозапасов почв с 375,4 до 338,9 млн ккал/га по сравнению с контролем отмечено в 3-м варианте с внесением двойных доз минеральных удобрений и связано, вероятно, с активизацией процессов минерализации органического вещества микрофлорой.

Таблица 1

Изменение рНв в агротемногумусовых почвах в полевом опыте в посевах сои

Вариант опыта	Гербицид	рНв
1. Контроль Соя (Пивот)	Пивот 0,8 кг/га	7,87
2. Соя, N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (Пивот)	То же	7,72
3. Соя, N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ (Пивот)	То же	7,64
4. Соя, N ₁₀ P ₂₅ K ₂₅	То же	7,81
5. Соя+рожь	Без обработок	7,81

Содержание и энергозапасы гумуса в агротемногумусовых почвах в полевом опыте в посевах сои

Вариант опыта	Содержание гумуса, %	Свод, % к $C_{общ}$	Энергозапасы почв, млн ккал/га
1. Контроль (Пивот)	3,24	0,73	375,4
2. Соя, $N_{30}P_{60}K_{60}$ (Пивот)	3,24	0,73	368,7
3. Соя, $N_{60}P_{120}K_{120}$ (Пивот)	3,12	0,54	338,9
4. Соя, удобрение в рядок, $N_{10}P_{25}K_{25}$ (Пивот)	3,12	0,54	348,6
5. Соя+ рожь (без обработок)	3,17	0,64	347,6

Количество водорастворимого углерода достигало уровня выше средних значений во всех вариантах опыта. В групповом составе гумуса преобладали фульвокислоты. Во 2- и 3-м вариантах с внесением минеральных удобрений и обработкой гербицидом (Пивот) тип гумуса изменялся по сравнению с контролем с фульватно-гуматного на фульватный. В 4- и 5-м вариантах существенных изменений в типе гумуса не установлено, как и в контроле, он оставался фульватно-гуматным (табл. 3). Среди гуминовых кислот явно доминировали гуминовые кислоты, связанные с кальцием, содержание которых в 2- и 3-м вариантах опыта с внесением минеральных удобрений и обработкой гербицидом достигало очень высоких значений.

Это свидетельствовало о протекании более интенсивной стадии полимеризации и конденсации гумусовых кислот, что подтверждалось высокими показателями соотношения $C_{гк-2}/C_{фк-2}$: в контроле – 6,99; во 2-м варианте – 6,99; в 3-м варианте – 4,04. В вариантах в посевах сои с внесением малых доз минеральных удобрений и посевом ржи (вариант 4) соотношение $C_{гк-2}/C_{фк-2}$ несколько снижалось до 2,81, тогда как на в 5-м варианте без внесения минеральных удобрений интенсивность процесса полимеризации и конденсации гумусовых кислот несколько возрастала, а соотношение $C_{гк-2}/C_{фк-2}$ увеличивалось до 3,18.

Таблица 3

Показатели гумусного состояния в пахотных горизонтах агротемногумусовых почв в посевах сои

Вариант опыта	Содержание гумуса, %	Запасы гумуса в слое 0-20 см, т/га	Содержание гуминовых кислот		Сгк/Сфк
			"свободных" % от суммы гуминовых кислот	связанных с Ca^{2+}	
1. Контроль (Пивот)	3,24	72,5	19,29	80,71	0,75
2. Соя, $N_{30}P_{60}K_{60}$ (Пивот)	3,24	71,2	19,29	80,71	0,60
3. Соя, $N_{60}P_{120}K_{120}$ (Пивот)	3,12	65,5	7,60	92,35	0,62
4. Соя, удобрение в рядок, $N_{10}P_{25}K_{25}$ (пивот)	3,12	67,4	13,80	76,84	0,71
5. Соя+ рожь	3,17	67,2	21,08	78,92	0,78

Интенсивность процесса новообразования гумусовых кислот была значительно ниже во всех вариантах опыта. Показатели $C_{гк-1}/C_{фк-1}$ составили в 1–2 вариантах 0,13; в 4–5 вариантах – 0,14. В 3-м варианте с внесением двойных доз минеральных удобрений соотношение $C_{гк-1}/C_{фк-1}$ резко сокращалось до 0,04, что явно характеризовало негативные изменения в протекании процессов гумификации. Установлено также крайне низкое содержание "свободных" гуминовых кислот, тогда как в большинстве вариантов оно соответствовало уровню очень низких и низких значений.

Исследованиями оптических показателей почв (интегральное отражение) и их компонентов гуминовых кислот – коэффициент цветности (щелочная и пирофосфатная вытяжка) установлено, что с уменьшением содержания гумуса (варианты 3, 4) возросли показатели интегрального отражения почв до 25,8 %, тогда как в вариантах 2 и 5 значения R составляли, как и в контроле, 24,9 % (табл. 4). При этом числовые значения коэффициента цветности гуминовых кислот в пирофосфатной вытяжке были более низкие, чем в щелочной вытяжке. Связано это с большим содержанием углерода в гуминовых кислотах пирофосфатной вытяжки.

Изменение оптических показателей почв и их компонентов в агроземногумусовых почвах

Вариант опыта	R, %	Q4/6	
		ГК 0,1N NaOH	ГК 0,1M Na4P2O7
1. Контроль Соля (Пивот)	24,9	4,91	3,33
2. Соля N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (Пивот)	24,9	4,73	2,99
3. Соля, N ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ (Пивот)	25,8	5,89	3,18
4. Соля, N ₁₀ P ₂₅ K ₂₅ (Пивот)	25,8	9,25	3,49
5. Соля+рожь	24,9	9,00	1,83

Примечание. R – интегральное отражение почв; Q4/6 – коэффициент цветности гуминовых кислот при λ 465 и 650 нм.

Прослеживались существенные различия в показателях цветности гуминовых кислот в горизонте PU в 0,1 N NaOH вытяжке агроземногумусовых почв. В вариантах 3, 4 и 5 зафиксированы более высокие показатели цветности, что указывает на малый размер молекул гуминовых кислот, невысокое содержание кислорода и повышенное содержание карбоксиллов и гидроксиллов в их составе [6]. В вариантах 1 и 2 из-за наличия более конденсированного ароматического ядра и менее развитых периферических группировок в строении гуминовых кислот их показатели цветности снижались. Между показателями Q4/6 и Cгк-2/Сфк-2 установлен высокий коэффициент корреляции ($r = -0,91$). Для пары R – гумус коэффициент корреляции составил $-0,88$.

Выводы

1. Применение минеральных удобрений в полевом опыте в посевах сои на агроземногумусовых почвах оказывало неоднозначное влияние на процессы гумусообразования. Негативные изменения в трансформации органического вещества почв проявлялись на варианте с применением двойных доз минеральных удобрений. В составе гумуса резко возрастало содержание фульвокислот, а тип гумуса изменялся с гуматно-фульватного (контроль) на фульватный.

2. Внесение небольших доз минеральных удобрений создавало более благоприятные условия для развития процесса гумификации (варианты 2, 4).

3. Установлены существенные различия в показателях цветности гуминовых кислот в горизонте PU в 0,1 N NaOH вытяжке агроземногумусовых почв. Для вариантов 3, 4, 5 зафиксированы более высокие показатели цветности.

4. С уменьшением содержания гумуса (варианты 3, 4) возросли показатели интегрального отражения почв. Между показателями Q4/6 и Cгк-2/Сфк-2, R – гумус установлены высокие коэффициенты корреляции ($r = -0,91$; $r = -0,88$). Это дает возможность использования оптических показателей в качестве индикационных при оценке складывающегося экологического состояния почв и уровня их плодородия.

Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
2. Завьялова Н.Е., Ямалдинова В.Р. Влияние длительного применения систем удобрения на содержание лабильного органического вещества дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы // Аграр. вестн. Урала. – 2010. – № 4. – С. 76–78.
3. Концепция оптимизации органического вещества почв в ландшафтах / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев [и др.]. – М.: Изд-во МСХА, 1993. – 97 с.
4. К вопросу о лабильном органическом веществе почв / В.Г. Мамонтов, Р.А. Афанасьев, Л.П. Родионова [и др.] // Плодородие. – 2008. – № 2. – С. 20–22.
5. Рукангантамбара Хамуду. Сравнительная характеристика лабильных гумусовых веществ целинных почв: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2006. – 18 с.

6. *Кленов Б.М.* Устойчивость гумуса автоморфных почв Западной Сибири. – Новосибирск: ГЕО, 2000. – 174 с.
7. Классификация и диагностика почв России /*Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева* [и др.]; под ред. *Г.В. Добровольского*. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
8. Лабильное органическое вещество почвы: номенклатурная схема, методы изучения и агроэкологические функции / *В.Г. Мамонтов, Л.П. Родионова, Ф.Ф. Быковский* [и др.] // Изв. ТСХА. – 2000. – Вып. 4. – С. 93–108.
9. *Михайлова Н.А., Орлов Д.С.* Оптические свойства почв и почвенных компонентов. – М.: Наука, 1986. – 120 с.
10. *Овчинникова М.Ф.* Особенности трансформации гумусовых веществ дерново-подзолистых почв при агрогенных воздействиях // Вестн. МГУ. – 2009. – № 1. – С. 12–18.
11. *Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С.* Дополнительные показатели оценки гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. – 2004. – № 4. – С. 918–926.
12. *Орлов Д.С., Гришина Л.А.* Практикум по химии гумуса. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 287 с.
13. *Пуртова Л.Н., Костенков Н.М.* Влияние гербицидов на процессы гумификации и оптико-энергетические показатели агрогенных почв Приморья // Агрохимия. – 2011. – № 2. – С. 3–8.





РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.2/4 (571.51)

Л.П. Байкалова, Е.В. Кожухова

ОЦЕНКА МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВО-БОБОВЫХ ТРАВосмЕСЕЙ ПРИ СЕНОКОСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В статье исследуются материалы, отражающие влияние состава, вида трав и фазы скашивания на урожайность травосмесей. По данным авторов, при укосе в фазу выметывания-бутонизации лучшими по урожайности смесями являются тимофеевка 85 % + клевер 40 %, тимофеевка 85 % + люцерна 40 %, при укосе в фазу цветения и обсеменения – тимофеевка 85 % + люцерна 40 %, тимофеевка 85 % + донник 40 %, а также тимофеевка 95 % + люцерна 55 %.

Ключевые слова: урожайность, сено, многолетние травы, выметывание, цветение, обсеменение.

L.P. Baikalova, E.V. Kozhukhova

THE ASSESSMENT OF PERENNIAL CEREAL-LEGUMINOUS GRASS MIXTURES IN HAYING USE IN THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

The materials reflecting the influence of the composition, grass type and mowing phase on the grass mixture crop capacity are researched in the article. According to the authors' data, in mowing in the ear-formation-budding phase the best mixtures in crop capacity are timothy 85 % + clover 40 %, timothy 85 % + lucerne 40 %, while mowing in the flowering and semination phase – they are timothy 85 % + lucerne 40 %, timothy 85 % + melilot 40 %, and timothy 95 % + lucerne 55 %.

Key words: crop capacity, hay, perennial grasses, ear-formation, flowering, semination.

Введение. Многолетние травы имеют важнейшее значение для сельского хозяйства. Благодаря сбалансированности аминокислотного и минерального состава, являются наилучшим кормом, наиболее полно отвечающим потребностям животных [1, 9, 11]. Следует отметить, что сеяные сенокосы и пастбища обладают большей урожайностью по сравнению с естественными – 40–50 ц/га, а нередко и выше [2, 3, 4].

Смешанные посевы многолетних трав улучшают качество корма, повышают в нем содержание белка за счет бобового компонента. Мятликовые, выращенные в смесях с бобовыми, «усваивая корневые выделения последних и продукты метаболизма прикорневой микрофлоры» [8], обладают большим содержанием белка, чем возделываемые в монопосевах [5].

При возделывании бобовых и бобово-злаковых травостоев снижается потребность растениеводства в минеральных азотных удобрениях, производство и применение которых связаны с большими затратами энергии и других средств, а также с отрицательными экологическими последствиями [13]. К примеру, бобовые травы обогащают почву азотом – на 1 га накапливают от 100 до 300 кг азота, что равноценно внесению до 1 т аммиачной селитры [15]. Чтобы решить эту проблему, нужно обогащать кормовые рационы высокобелковыми культурами, к их числу относятся люцерна, клевер, эспарцет, козлятник и т.д. Для этого необходимо расширять посевы многолетних бобовых трав, а лучший вариант их возделывания – смешанные посевы с многолетними злаковыми травами [3].

Применение злаково-бобовых трав позволяет значительно снизить затраты на производство кормов и увеличить их количество, добиться сбалансированности кормовых рационов по элементам питания, обеспечить сохранение и повышение почвенного плодородия [2].

В настоящее время недостаточно сведений о многолетних злаково-бобовых травосмесях в Красноярской лесостепи, что обуславливает высокую актуальность темы исследования.

Цель исследований. Установление оптимального состава и соотношения компонентов в многолетних злаково-бобовых смесях для производства сена в условиях Красноярской лесостепи.

Задачи исследований. Установить оптимальные смеси многолетних бобово-злаковых трав и соотношение компонентов в них в фазу выметывания-бутионизации; оптимальные смеси многолетних бобово-злаковых трав и соотношение компонентов в них при укосе в фазу цветения; оптимальные смеси многолетних бобово-злаковых трав и соотношение компонентов в них при укосе в фазу обсеменения.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в УНПК «Борский» Красноярского государственного аграрного университета, расположенного в лесостепной зоне. Почва опытного участка представлена выщелоченным черноземом. Обработка почвы осуществлялась согласно требованиям зональных систем земледелия и общепринятых рекомендаций для зоны. Делянка общей площадью 3 м² в четырехкратной повторности, размещение методом систематических повторений. Способ посева – рядовой.

Закладка опытов и наблюдения проводились согласно методике ВНИИ кормов [12]. Статистическая обработка результатов проведена по методикам Б.А. Доспехова [7], а также с использованием пакета статистических программ SNEDECOR [14], с помощью программ «Однофакторный дисперсионный анализ», «Многофакторный дисперсионный анализ».

Для исследования были выбраны следующие травы: люцерна гибридная, эспарцет песчаный, галега восточная, донник желтый, клевер луговой и их двухкомпонентные смеси в разных процентных соотношениях от нормы высева, рекомендуемых в лесостепной зоне для краткосрочных сенокосов. Норма высева в чистом виде составляла: тимopheевки луговой – 13,5 кг/га, костреца безостого – 28,9, люцерны гибридной – 18,3, эспарцета песчаного – 89,7, галеги восточной – 39, донника желтого – 24,4, клевера лугового – 26 кг/га [6, 10].

Урожайность определялась в различные фенологические фазы растений: бутонизация – начало выметывания, цветение и обсеменение. Закладка опыта проводилась в 2010 г. в первую декаду августа перед массовым выпадением осадков, что является оптимальным для Красноярской лесостепи. Учеты урожайности зеленой массы и сена были проведены в 2011–2013 гг.

По данным, предоставленным государственным учреждением Красноярский ЦГМС–Р, температурный режим периода вегетации в годы исследований был примерно одинаковым, однако условия увлажнения этих лет значительно различались.

В 2010 году распределение осадков в мае, июле, августе и сентябре было в пределах среднемноголетней нормы, но следует отметить, что их количество в течение месяца было неравномерным, особенно в мае и сентябре. В целом режим увлажнения 2010 г. был благоприятным для многолетних трав, что позволило сформировать травам достаточно высокий урожай в последующем. Количество осадков июня превышало среднемноголетнюю норму.

Сумма осадков мая-августа 2011 г. превышала норму в 1,2–2 раза. В сентябре 2011 года осадков выпало 14,5 мм при норме 42,5 мм.

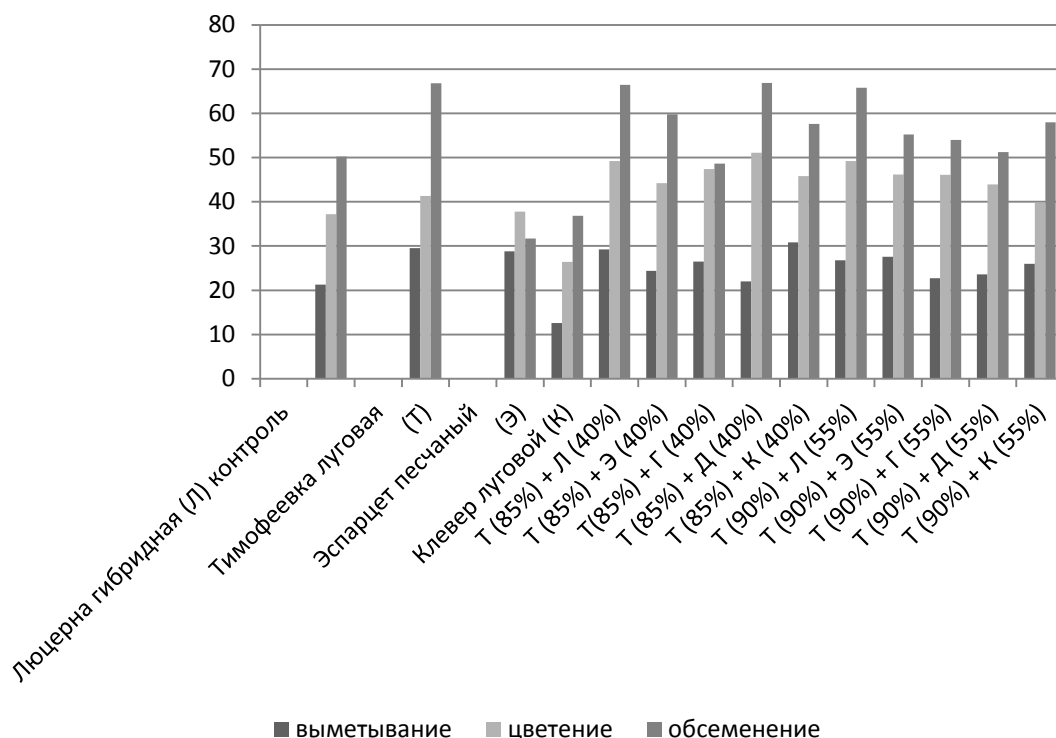
В 2012 году количество осадков было значительно ниже среднемноголетней нормы, особенно засушливыми были условия июня 2012 г., когда влагообеспеченность была ниже нормы в 10 раз. Однако благоприятные условия увлажнения предыдущего года позволили многолетним травам сформировать высокий урожай.

Распределение осадков по месяцам вегетационного периода 2013 года лишь незначительно превышало норму. Разница между среднегодовым значением осадков за весь вегетационный период года составила 55 мм.

Гидротермический коэффициент в 2010 и 2013 гг. соответствовал умеренному увлажнению, в 2011 г. – избыточному увлажнению (1,64), в 2012 г. – засушливым условиям (0,67).

На развитие многолетних трав существенное влияние оказывают условия перезимовки. Температурный режим зимних месяцев в 2010 и 2012 гг. был ниже нормы, в 2011 г. более холодным в сравнении со средним многолетним значением был январь, среднемесячная температура января и февраля 2013 г. превышала норму. Большим по количеству осадков во все годы исследований был декабрь 2011 г. и январь 2012 г.

Результаты исследований и их обсуждение. На урожайность сена многолетних трав оказывали влияние состав травосмеси, погодные условия вегетационного периода и время уборки. Все травосмеси многолетних трав краткосрочного сенокосного использования увеличивали урожайность от выметывания к цветению и обсеменению. Если принять урожайность смесей при укосе в фазу выметывания за 100 %, то в фазу цветения она составляет 178 %, а в обсеменение – 224 %. Таким образом, урожайность сена в фазы цветения и обсеменения выше, чем в фазу выметывания, в 1,8–2,2 раза. Аналогичная ситуация прослеживалась по посевам многолетних трав в чистом виде, за исключением эспарцета песчаного, который снижал урожайность сена к фазе обсеменения (рис.).



Урожайность сена многолетних трав в разные фазы роста и развития растений (2011–2013 гг.), ц/га (НСР₀₅ выметывание 2,1; НСР₀₅ цветение 2,3; НСР₀₅ обсеменение 2,2)

Использование в качестве контроля люцерны гибридной позволило установить, что смеси по сравнению с ней были более урожайными (рис., табл. 1–3).

При укосе в фазу выметывания-бутионизации в 2011 г. лишь смесь тимофеевка луговая (85 %) + галега восточная (40 %) превосходила по урожайности контроль. В 2012 году урожайность сена была выше, чем в контроле, у всех изучаемых смесей, а в 2013 году превосходили контроль тимофеевка луговая (85 %) + люцерна гибридная (40 %); тимофеевка луговая (85 %) + эспарцет песчаный (40 %); тимофеевка луговая (85 %) + галега восточная (40 %); тимофеевка луговая (85 %) + клевер луговой (40 %); тимофеевка луговая (95 %) + люцерна гибридная (55 %); тимофеевка луговая (95 %) + эспарцет песчаный (55 %); тимофеевка луговая (95 %) + донник желтый (55 %); тимофеевка луговая (95 %) + клевер луговой (55 %).

Таблица 1

Урожайность сена многолетних трав при укосе в фазу выметывания-бутионизации, ц/га

Культура, смесь	Год			Среднее	Прибавка к контролю, ±	
	2011	2012	2013		ц/га	%
	1	2	3			
Люцерна гибридная (Л), контроль	25,1	22,4	16,4	21,3	-	-
Тимофеевка луговая (Т)	31,2	36,1	21,2	29,5	8,2	38,5
Эспарцет песчаный (Э)	32,5	38	15,8	28,8	7,5	35,0
Галега восточная (Г)	18,5	-	-	-	-	-
Донник желтый (Д)	21,3	-	-	-	-	-

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Клевер луговой (К)	6,5	25,7	5,6	12,6	-8,7	-40,9
Т (85%) + Л (40%)	29,7	27,6	30,2	29,2	7,9	36,9
Т (85%) + Э (40%)	30,4	31,8	11,05	24,4	3,1	14,6
Т(85%) + Г (40%)	34,1	29,4	15,9	26,5	5,2	24,2
Т (85%) + Д (40%)	25,6	29,7	10,8	22,0	0,7	3,4
Т (85%) + К (40%)	29,6	37,2	25,5	30,8	9,5	44,4
Т (95%) + Л (55%)	24,3	36,6	19,4	26,8	5,5	25,7
Т (95%) + Э (55%)	28,4	36,1	18,3	27,6	6,3	29,6
Т (95%) + Г (55%)	21,3	34,1	12,7	22,7	1,4	6,6
Т (95%) + Д (55%)	23,6	35,2	12,0	23,6	2,3	10,7
Т (95%) + К (55%)	28,1	28	21,8	26,0	4,7	21,9
НСР ₀₅	6,4	4,5	4,0	2,1	-	-

В среднем за годы исследований при укосе в фазу выметывания-бутонизации большинство вариантов опыта превосходили по урожайности сена контроль. Максимальные прибавки для краткосрочных сенокосов при укосе в фазу выметывания-бутонизации показали смеси тимофеевка 85 % + клевер 40–44,4 % и тимофеевка 85 % + люцерна 40–36,9 % (рис. 1, табл. 1).

При укосе в фазу цветения в 2011 году более урожайными в сравнении с контролем были тимофеевка луговая (85 %) + эспарцет песчаный (40 %); тимофеевка луговая (85 %) + галега восточная (40 %) и тимофеевка луговая (95 %) + эспарцет песчаный (55 %). В 2012 году выделились в лучшую сторону по урожайности сена тимофеевка луговая (85 %) + люцерна гибридная (40 %); тимофеевка луговая (95 %) + люцерна гибридная (55 %) и тимофеевка луговая (95 %) + галега восточная (55 %) (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность сена многолетних трав при укосе в фазу цветения, ц/га

Культура, смесь	Год				Прибавка к контролю, ±	
	2011	2012	2013	Среднее	ц/га	%
Люцерна гибридная (Л), контроль	34,7	55,2	21,7	37,2	-	-
Тимофеевка луговая (Т)	36,3	46,6	41,1	41,3	4,1	11,1
Эспарцет песчаный (Э)	40,3	56,7	16,4	37,8	0,6	1,6
Галега восточная (Г)	27,1	-	-	-	-	-
Донник желтый (Д)	25,9	-	-	-	-	-
Клевер луговой (К)	15,4	41	22,75	26,4	-10,8	-29,1
Т (85%) + Л (40%)	37,1	62,5	48	49,2	12,0	32,3
Т (85%) + Э (40%)	39,8	55,2	37,5	44,2	7,0	18,7
Т(85%) + Г (40%)	41,5	53,5	47,2	47,4	10,2	27,4
Т (85%) + Д (40%)	35,2	60	58	51,1	13,9	37,3
Т (85%) + К (40%)	32,7	50,1	54,5	45,8	8,6	23,0
Т (95%) + Л (55%)	34,4	66,8	46,5	49,2	12,0	32,3
Т (95%) + Э (55%)	40,7	61	37,03	46,2	9,0	24,3
Т (95%) + Г (55%)	33	74,1	31,08	46,1	8,9	23,8
Т (95%) + Д (55%)	31,6	75	25,23	43,9	6,7	18,1
Т (95%) + К (55%)	36,9	53,4	28,78	39,7	2,5	6,7
НСР ₀₅	5,0	6,9	5,3	2,3	-	-

В среднем за годы исследований при укосе в фазу цветения достоверные прибавки к контролю показали все варианты, за исключением клевера лугового. Наилучшие показатели по урожайности сена по

сравнению с контролем были отмечены в вариантах тимopheевка 85 % + люцерна 40 %, тимopheевка 85 % + донник 40 %, тимopheевка 95 % + люцерна 55–32,3 %; тимopheевка 37,3 % + люцерна 32,3 % (табл. 2).

В 2011 году при укосе в фазу обсеменения достоверных прибавок урожайности сена по смесям многолетних трав не было получено. В 2012 году контроль превосходили пять вариантов, в 2013 году все смеси, за исключением вариантов тимopheевка луговая (95 %) + эспарцет песчаный (55 %) и тимopheевка луговая (95 %) + донник желтый (55 %) (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность сена многолетних трав при укосе в фазу обсеменения, ц/га

Культура, смесь	Год			Среднее	Прибавка к контролю, ±	
	2011	2012	2013		ц/га	%
Люцерна гибридная (Л), контроль	47,5	55,1	48	50,2	-	-
Тимopheевка луговая (Т)	46,9	63,7	89,7	66,8	16,6	33,0
Эспарцет песчаный (Э)	31,3	30,4	33,4	31,7	-18,5	-36,9
Галега восточная (Г)	12,8	-	-	-	-	-
Донник желтый (Д)	25,3	-	-	-	-	-
Клевер луговой (К)	28,6	59	22,78	36,8	-13,4	-26,7
Т (85%) + Л (40%)	29,8	79,2	90,23	66,4	16,2	32,3
Т (85%) + Э (40%)	43,8	64,9	70,55	59,8	9,6	19,0
Т(85%) + Г (40%)	36,6	42,7	66,48	48,6	-1,6	-3,2
Т (85%) + Д (40%)	49	57,8	93,75	66,9	16,7	33,2
Т (85%) + К (40%)	37	60	75,68	57,6	7,4	14,7
Т (95%) + Л (55%)	39	76,1	82,15	65,8	15,6	31,0
Т (95%) + Э (55%)	41,3	76,4	47,78	55,2	5,0	9,9
Т (95%) + Г (55%)	33,3	54,9	73,8	54,0	3,8	7,6
Т (95%) + Д (55%)	37,9	64,2	51,48	51,2	1,0	2,0
Т (95%) + К (55%)	33,8	60,6	79,55	58,0	7,8	15,5
НСР ₀₅	5,1	6,4	4,6	2,2	-	-

В фазу обсеменения урожайность сена многолетних бобово-злаковых травосмесей за годы исследований в среднем значительно превосходила контроль в вариантах тимopheевка 85 % + люцерна 40 %, тимopheевка 85 % + донник 40 % и тимopheевка 95 % + люцерна 40 % соответственно на 32,3; 33,2; 31 % (табл. 3).

Заключение. Оптимизация урожайности сенокосных травосмесей возможна в результате правильного подбора состава смесей и соотношений компонентов в них. Максимальные прибавки сена многолетних злаково-бобовых смесей были получены при укосе в фазу выметывания-бутоники. В фазу цветения прибавки смесей составляли 32,3–37,3 %, в фазу обсеменения – 31,0–33,2 %.

В условиях лесостепи Красноярского края при укосе в фазу выметывания-бутоники лучшими по урожайности смесями являются тимopheевка 85 % + клевер 40 %, тимopheевка 85 % + люцерна 40 %, при укосе в фазу цветения и обсеменения – тимopheевка 85 % + люцерна 40 %, тимopheевка 85 % + донник 40 % и тимopheевка 95 % + люцерна 55 %.

Литература

1. Байкалова Л.П., Кожухова Е.В. Оптимизация урожайности краткосрочных сенокосов в Красноярской лесостепи // Проблемы развития АПК Саяно-Алтая: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Абакан: Хакас. кн. изд-во, 2012. – Ч. 2. – С. 133–136.
2. Байкалова Л.П., Кожухова Е.В. Возделывание злаково-бобовых травосмесей как оптимизация урожайности среднесрочных сенокосов // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 5. – С. 68–74.

3. Байкалова Л.П., Кожухова Е.В. Оптимизация продуктивности сенокосных травосмесей в Красноярской лесостепи // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2013. – С. 209–211.
4. Байкалова Л.П., Кожухова Е.В. Оценка многолетних злаково-бобовых трав и их смесей по хозяйственно-ценным признакам // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2013. – С. 206–209.
5. Болтунова Е.В. Корма – основа развития молочного скотоводства // Комбикорма. – 2004. – № 3. – С. 16.
6. Гончаров П.Л. Кормовые культуры Сибири. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 1992. – 263 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Иванов В.П. Растительные выделения и их значение в жизни фитоценозов. – М.: Наука, 1973. – 295 с.
9. Кожухова Е.В., Косяненко Л.П. Кормовое значение многолетних бобово-злаковых травосмесей при сенокосном использовании в Красноярском крае // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 9. – С. 66–69.
10. Косяненко Л.П., Аветисян А.Т. Практикум по кормопроизводству. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2012. – 335 с.
11. Косяненко Л.П., Кожухова Е.В. Состояние кормопроизводства в Красноярском крае и перспективы его развития // Аграрная Россия. – 2012. – № 4. – С. 38–40.
12. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса. – Изд. 2-е. – М., 1987. – 197 с.
13. Кормопроизводство / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, И.В. Горбачев [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 432 с.
14. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск, 2009. – 162 с.
15. Федорова Л.Д. Влияние удобрений на урожай трав и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы сенокоса длительного пользования: автореф. дис. ... канд. с-х. наук. – М., 1966. – 20 с.



УДК 581.142:58.084

Н.М. Воронкова, В.П. Верхолат

ВЛИЯНИЕ ГЛУБОКОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН И РОСТ РАСТЕНИЙ *KUMMEROWIA STIPULACEA* (MAXIM.) MAKINO

Авторами статьи изучено влияние глубокого замораживания семян однолетнего бобового растения *Kummerowia stipulacea* в жидком азоте на их всхожесть. Проведен сравнительный анализ морфологических признаков растений, выращенных из замороженных семян.

Ключевые слова: *Kummerowia stipulacea*, прорастание семян, криоконсервация, растения из замороженных семян.

N.M. Voronkova, V.P. Verkholat

THE INFLUENCE OF DEEP FREEZING ON SEED GERMINATION AND PLANT GROWTH OF *KUMMEROWIA STIPULACEA* (MAXIM.) MAKINO

The influence of the annual bean plant *Kummerowia stipulacea* seed deep freezing in the liquid nitrogen on their germination is studied by the authors. The morphological characteristic comparative analysis of the plants grown from the frozen seeds is conducted.

Key words: *Kummerowia stipulacea*, seed germination, cryopreservation, the plants from frozen seeds.

Введение. *Kummerowia stipulacea* (Maxim.) Makino – куммеровия прилистниковая сем. *Fabaceae* (корейский клевер – Korean clover; леспедеца корейская – Korean lespedeza) – однолетнее растение, произрастает на территории России только на Дальнем Востоке в пределах трех флористических районов – Нижне-Зейского, Буреинского и Уссурийского [1]. Характеризуется как стержнекорневой травянистый монокарпик с приподнимающимся моноциклическим монокарпическим побегом [2]. В естественных местообитаниях растет на п-ове Корея, в Северном и Северо-Восточном Китае, Средней и Южной Японии [1,3]. В Приморье изуча-

лось как кормовое растение в 50–60-х годах прошлого столетия, но, несмотря на высокую питательную ценность [4] и рекомендации в качестве подсевной пастбищной культуры [5], распространения не получило. Культивируется в Австралии, Индии и Америке, где оно особо рекомендуется для подсева на выбитых и малопродуктивных пастбищах [3].

Нетребовательность *K. stipulacea* к почвенному плодородию, распространение в природе на бедных маломощных почвах, обитание на щебнистых горных склонах, песках и галечниках, устойчивость к вытаптыванию, холоду и засухе привлекает внимание к использованию данного вида при подборе фитомелиорантов. Вероятно, благодаря этим свойствам растений *K. stipulacea*, мы встречали их в числе видов зарастающих промышленных минерализованных отвалов, на участках с начальными процессами первичного почвообразования у подножья отвалов, по обочинам дорог. Вид размножается только семенами, вегетативно неподвижен. При изучении возможности использования искусственных посевов для малоплодородных и нарушенных хозяйственной деятельностью почв данный вид весьма перспективен, особенно если учесть, что растения бобовых обогащают почву азотом. С целью разработки эффективных методов улучшения деградированных земель активно изучают и других представителей бобовых, например, однолетние астрагалы [6].

Однако сохранение всхожести семян *K. stipulacea* всего в течение 2 лет [4] создает определенную проблему. Актуальным становится вопрос разработки режимов длительного хранения семян. Известно, что общепринятый стандартный температурный режим хранения семян в банках при температуре 4°С [7] и неглубоком замораживании [8] значительно замедляет потерю их жизнеспособности по сравнению с хранением при комнатной температуре, однако длительного сохранения всхожести не обеспечивает. При этих температурах процессы метаболизма не прекращаются, идет перекисное окисление липидов. Наиболее перспективным считается сверхглубокое замораживание семян в жидком азоте при температуре –196°С (криоконсервация) с предварительным изучением реакции семян конкретных видов растений [9].

Цель исследований. Изучение влияния глубокого замораживания на жизнеспособность семян *K. stipulacea*, рост и развитие растений из деконсервированных семян.

Материалы и методы исследований. Семена *K. stipulacea* собраны в 2011 г. на участках с нарушенным почвенным покровом на зарастающих угольных отвалах открытых разработок в Приморском крае (с. Ретиховка). Площадки сбора находились в средней части склона на уплотненном участке вдоль обочины старой дороги. Популяция занимает участок до 1 м ширины. Побеги расположены довольно плотно. Сомкнутость надземной части в центральных участках достигает 100 %, а на периферии снижается до 30–50 %. На неуплотненных участках склонов встречается разреженно, что возможно связано с рыхлым субстратом поверхностных слоев с большим количеством мелких фракций, которые перемещаются при сильных ветрах и легко смываются поверхностным стоком.

До начала опытов семена хранили в течение 5 месяцев в бумажных пакетах в холодильнике. Размеры семян определяли измерением 25 шт., массу – взвешиванием 3 проб по 100 семян в каждой. Замораживание в жидком азоте проводили путем прямого погружения воздушно-сухих семян, завернутых в алюминиевую фольгу. Экспозиция – 15, 95 и 380 сут. Размораживали семена в течение 2 ч при комнатной температуре. Для сравнительного изучения при всех указанных сроках определяли всхожесть семян после замораживания и одновременно всхожесть контрольных семян, хранившихся в холодильнике. При проращивании семян регистрировали нормальность проростков. Скарификацию их проводили концентрированной серной кислотой в течение 20 мин, затем промывали в проточной воде. Контрольные семена предпосевным обработкам не подвергали.

Проращивали семена в лабораторных условиях при естественном освещении по 50 шт. в 3-кратной повторности в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге с подстилкой из ваты. Подсчет проросших семян проводили ежедневно. Всхожесть оценивали по отношению количества проросших семян к количеству, заложенных на проращивание, и выражали в процентах. Для характеристики активности прорастания семян этого вида определяли энергию прорастания (всхожесть за 3 дня, %).

Динамику морфометрических и продукционных характеристик сеянцев изучали в течение 380 дней. Проросшие семена (в контроле и после замораживания) высаживали в низкие контейнеры с почвой. Измерения и взвешивания проводили через 0,5; 1; 1,5; 2,5 мес. Морфометрические показатели сеянцев получали измерением 20 шт. в каждом образце. Сырую и сухую массу проростков в ранние фазы развития определяли как общую массу 20 шт., затем рассчитывали на 1 проросток, в поздние фазы – взвешиванием каждого растения в отдельности. Данные по всхожести, энергии прорастания, морфометрическим и продукционным при-

знакам при оценке динамики роста растений и продуктивности обработаны статистически с помощью программы Excel. Представлены средние значения и их стандартные ошибки. Для оценки различий между вариантами использовали критерий Стьюдента при уровне значимости $P=0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Сформированные семена *K. stipulacea* были овальными, слегка приплюснутыми, нормально развитыми, $2,46 \pm 0,05$ (1,78–3,01) мм длины, $1,49 \pm 0,04$ (1,17–1,92) мм ширины. Масса 1000 шт. воздушно-сухих семян $1,35 \pm 0,08$ г. Для сравнения в природных популяциях диаметр семян указан до 2 мм [1].

Для выяснения ответной реакции семян на замораживание необходимо знать режимы прорастания семян при мониторинге их жизнеспособности. Дикорастущим бобовым свойственно явление твердосемянности [10]. Твердосемянность формируется как на материнском растении, так и после отделения семян во время их хранения. Прорастание этих семян сильно затруднено из-за непроницаемости семенной кожуры. Такие семена находятся в экзогенном покое, их относят к типу A_{ϕ} [11]. Для удаления твердосемянности используют приемы, нарушающие целостность семенной кожуры. Степень твердосемянности зависит от многих причин, в том числе от видовых особенностей. Подтверждение этому мы наблюдали ранее при работе с 12 видами бобовых при использовании химической скарификации серной кислотой. При этом всхожесть 11 видов повысилась значительно [12]. Повышение всхожести представителей сем. *Fabaceae* после обработки семян серной кислотой отмечалось неоднократно [13, 14]. Скарификация серной кислотой семян *K. Stipulacea* хотя и привела к ускорению прорастания семян, повышению энергии и увеличению размеров проростков (разница достоверна), однако не повлияла на итоговую всхожесть семян (табл. 1). Обнаруженный уровень всхожести контрольных семян указывает на отсутствие твердосемянности. Похожая картина наблюдалась и при действии жидкого азота. Отмеченное видоспецифическое повышение всхожести после экспозиции семян в жидком азоте для ряда исследованных нами ранее видов сем. *Fabaceae* [12] для семян *K. stipulacea* почти во всех вариантах опыта статистически не подтвердилось как в отношении энергии, так и конечного процента прорастания (табл. 1). Небольшое повышение итоговой всхожести отмечено только для семян после замораживания при весеннем их посеве. Замораживание семян *K. stipulacea* в жидком азоте (температура -196°C) показало, что семена не погибли и сохранили свою жизнеспособность в пределах не ниже контрольного уровня. При этом губительного действия не оказал и срок хранения семян в жидком азоте (табл. 1). Начало прорастания отмечено через 1–2 дня как в контроле, так и в опыте.

Таблица 1

Всхожесть семян и морфометрическая характеристика 3-дневных проростков после скарификации и глубокого замораживания

Показатель (время экспозиции семян в жидком азоте, сут)	Контроль (К)	Скарификация (С)	Азот (А)
Всхожесть и энергия при проращивании в декабре, % (15)	53,3±3,7	46,0±3,5	51,3±1,8
	5,3±0,7	41,3±2,7	10,7±1,8
Всхожесть и энергия при проращивании в апреле, % (95)	53,3±1,3	–	63,3±3,5
	32,7±4,4	–	38,7±7,9
Всхожесть и энергия при проращивании в феврале, % (380)	55,3±6,4	54,7±4,7	61,3±6,6
	16,0±4,2	47,3±2,9	11,3±1,8
Длина корня*, мм (380)	3,7±0,3	8,0±0,8	4,3±0,3
Длина гипокотыля**, мм (380)	5,8±0,4	8,3±0,6	6,2±0,2

* $K/A t_1 - 1,43$; $K/C t_2 - 4,78$. ** $K/A t_1 - 0,97$; $K/C t_2 - 3,45$.

Примечание. Семена проращивали в чашках Петри.

Возможность применения режима сверхглубокого замораживания семян во время их хранения может быть обоснована только после изучения динамики роста и развития растений, выращенных из замороженных семян. Морфометрические и продукционные показатели роста и развития растений, полученных из семян, хранившихся в жидком азоте в течение 380 дней, представлены в табл. 2. Сравнительный анализ морфометрических и продукционных показателей не выявил статистически достоверной разницы между кон-

трольными и опытными растениями (превышение длины стебля у полуторамесячных сеянцев из замороженных семян над контрольными нивелируется на следующем этапе развития).

Таблица 2

Рост и развитие сеянцев, выращенных из семян после замораживания в жидком азоте (криохранение 380 сут)

Показатель	Контроль	Криохранение	t
Время роста сеянцев 0,5 мес.			
Длина корня, мм	30,4±1,9	35,3±2,6	1,59
Длина гипокотыля, мм	39,9±1,1	38,4±2,0	0,67
Длина эпикотыля, мм	7,6±0,7	8,0±0,6	0,55
Длина семядольного листа, мм	5,2±0,1	5,1±0,1	0,65
Ширина семядольного листа, мм	3,7±0,1	3,5±0,1	0,92
Индекс формы листа (длина/ширина)	1,41	1,46	-
Длина 1-го листа, мм	5,5±0,4	5,3±0,2	0,52
Ширина 1-го листа, мм	6,0±0,4	5,8±0,2	0,48
Индекс формы листа (длина/ширина)	0,92	0,91	-
Сырая фитомасса, мг	24,25	19,0	-
Сухая фитомасса, мг (%)	3,5 (14,4)	2,75 (14,5)	-
Время роста сеянцев 1,0 мес.			
Длина корня, мм	33,6±1,5	32,7±2,0	0,48
Длина стебля, мм	47,8±1,3	48,8±1,8	0,54
Длина центральной доли настоящего листа, мм	4,4±0,3	4,7±0,4	0,91
Ширина центральной доли настоящего листа, мм	4,3±0,3	4,3±0,4	0,0
Индекс формы листа (длина/ширина)	1,02	1,09	-
Время роста сеянцев 1,5 мес.			
Длина корня, мм	52,8±2,5	60,7±4,0	1,90
Длина стебля, мм	99,3±3,9	111,2±3,1	2,33*
Число ветвей, шт.	0	0,1	-
Сырая фитомасса, мг	81,0	100,0	-
Сухая фитомасса, мг (%)	13,0 (16,05)	16,5 (16,5)	-
Время роста сеянцев 2,5 мес.			
Длина корня, мм	105,8±4,2	104,8±7,5	0,10
Длина стебля, мм	304,0±9,8	283,8±10,1	1,34
Число ветвей, шт.	2,9±0,5	3,5±0,6	0,96
Число перистых листьев, шт.	20,7±2,3	24,0±2,6	0,91
Сырая фитомасса, мг	683±80	647±76	0,32
Сухая фитомасса, мг (%)	167±14 (24,5)	163±13 (25,2)	0,21

Примечание. Семена проращивали в контейнерах с почвой.

Очевидно, что криоконсервация не повлияла на рост и развитие растений *K. stipulacea*. Подобные результаты для представителей бобовых были получены для *Sophora flavescens* [15], *Hedysarum austrokurilense* и *H. sachalinense* [16], *Trifolium pratense* и *Medicago sativa* [17]. В то же время для ряда видов отмечены повреждения и даже гибель проростков, например, для *Phaseolus vulgaris* [17] и *Astragalus mongolicus* [18]. Поэтому оценка жизнеспособности растений и их морфологического состояния при выращивании из замороженных семян должна проводиться для каждого конкретного вида. Глубокое замораживание семян *K. stipulacea* не привело к появлению уродливых экземпляров. Статистически обоснованных различий в динамике роста и развития растений между контролем и опытом не обнаружено.

Заключение. Полученные результаты показали, что криоконсервация семян *K. stipulacea* в жидком азоте не оказала отрицательного действия на жизнеспособность семян и растений первого поколения, полученных из семян после глубокого замораживания. Применение предпосевной обработки при мониторинге лабораторной всхожести во время криохранения семян этого вида не требуется. Данные могут быть использованы при создании низкотемпературного банка семян.

Литература

1. Павлова Н.С. Бобовые – *Fabaceae* // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. – Л.: Наука, 1989. – Т. 4. – С. 191–339.
2. Калинкина В.А. Биоморфологические особенности видов рода *Kummerowia* Schindl. (*Fabaceae*) Дальнего Востока России // Актуальные проблемы современной биоморфологии / под ред. Н.П. Савиных. – Киров: Радуга-ПРЕСС, 2012. – 610 с.
3. Васильев В.Н. Куммеровия – *Kummerowia* Schindl. // Флора СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – Т. 13. – С. 383–386.
4. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР / И.В. Ларин, Ш.М. Агабабян, Т.А. Работнов [и др.]. – М.; Л.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1951. – Т. 2. – 947 с.
5. Кузина П.В. Дикорастущие бобовые Приморья и их кормовое значение // Флора и растительность Дальнего Востока. – Владивосток: БПИ АН СССР, 1970. – Вып. 1. – С. 59–86.
6. Каршибаев Ж.Х. Особенности репродукции однолетних видов рода *Astragalus* (*Fabaceae*) в полупустынной зоне Узбекистана // Растительные ресурсы. – 2013. – Т. 49. – Вып. 1. – С. 10–20.
7. Botanic gardens and the world conservation strategy. – London: Acad. Press, 1987. – 367 p.
8. Gene banks and the world's food. – Princeton, New Jersey: Princeton Univ. Press, 1987. – 247 p.
9. Николаева М.Г., Тихонова В.Л., Далецкая Т.В. Долговременное хранение семян дикорастущих видов растений. Биологические свойства семян // Консервация генетических ресурсов. Информационный материал. – Пущино: Пущинский научный центр РАН, 1992. – 36 с.
10. Попцов А.В. Биология твердосемянности. – М.: Наука, 1976. – 157 с.
11. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – 348 с.
12. Kholina A.B., Voronkova N.M. Seed cryopreservation of some medicinal legumes. Article ID 186891 // Journal of Botany. – 2012. – Vol. 2012. – P. 1–7.
13. Ruter J.M., Ingram D.L. Germination and morphology of *Sophora secundiflora* seeds following scarification // Hort Science. – 1991. – Vol. 26. – P. 236–257.
14. Baskin J.M., Nan X., Baskin C.C. A comparative study of seed dormancy and germination in an annual and perennial species of *Senna* (*Fabaceae*) // Seed Res. – 1998. – Vol. 8. – P. 501–512.
15. Воронкова Н.М., Холина А.Б. Влияние температурного фактора и скарификации на прорастание семян и рост сеянцев *Sophora flavescens* Soland. // Растительные ресурсы. – 2003. – Т. 39. – Вып. 1. – С. 43–49.
16. Воронкова Н.М., Холина А.Б. Сохранение эндемичных видов Дальнего Востока России с помощью глубокого замораживания семян // Изв. РАН. Сер. биол. – 2010. – Т. 37. – № 5. – С. 581–586.
17. Effect of cryopreservation on seed germination of different *Leguminosae* species / E. Gonzales-Benito, J.M. Pita, C. Perez [et al.] // Basic and Applied Aspects of Seed Biology. – Dordrecht, 1997. – P. 797–802.
18. Shibata T., Sakai E., Shimomura K. Effect of rapid freezing and thawing on hard-seed breaking in *Astragalus mongolicus* Bunge (*Leguminosae*) // J. Plant Physiol. – 1995. – Vol. 147. – P. 127–131.



ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В статье представлены результаты научно-исследовательских опытов по возделыванию культур в звеньях полевых севооборотов (картофель – пшеница – пшеница; картофель – пшеница – рапс; картофель – пшеница – ячмень; картофель – пшеница – овес) по различным способам обработки почвы с применением азотных удобрений и без них. Дана оценка влияния обработки почвы на величину урожайности зерна пшеницы, ячменя, овса и зеленой массы рапса.

Ключевые слова: севооборот, вспашка, дискование, культивация, прямой посев, урожайность, засоренность, структура почвы.

V.N. Romanov, N.V. Petrovskiy, A.S. Kolesnikov

CULTURE PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE BASIC SOIL PROCESSING IN THE KRASNOYARSK FOREST- STEPPE CONDITIONS

The research results of scientific experiments on the crop cultivation in the levels of field crop rotations (potatoes – wheat – wheat, potatoes – wheat – rape, potatoes – wheat – barley, potatoes – wheat – oats) on different ways of soil processing with or without the use of nitrogen fertilizers are presented in the article. The assessment of the soil processing influence on the crop capacity value of wheat grain, barley, oats and rape green mass is given.

Key words: crop rotation, plowing, disking, cultivation, direct sowing, crop capacity, infestation, soil structure.

Введение. Важнейшим условием разработки и успешного освоения научно обоснованной адаптивно-ландшафтной системы земледелия [8, 9, 11] в Красноярском крае является поиск и ускоренное внедрение усовершенствованных систем севооборотов [2, 4, 12, 13], структуры посевов и рациональной обработки почвы, направленной на сбережение энергетических и материальных ресурсов [6].

В связи с этим большой интерес представляет оценка возможности возделывания культур по минимальной и «нулевой» обработке почвы после различных предшественников в плане влияния обработки на урожайность культур и качество продукции [10], реакции почвы на воздействие различных орудий.

Цель исследований. Усовершенствовать технологию возделывания культур в полевом севообороте. Дать оценку ресурсного потенциала элементов технологии их экологической толерантности и устойчивости продуктивности культур.

Объекты и методы исследований. Полевой стационарный опыт был заложен в ОПХ «Минино» Емельяновского района. Объектами исследований служили посевы пшеницы, рапса, ячменя и овса. Посев культур проводился на следующих фонах: зяблевая вспашка + предпосевная культивация (контроль); осеннее дискование + предпосевная культивация; прямой посев сеялкой Джон-Дир. Уборка урожая зерновых производилась комбайном САМПО-500, рапса – кормоуборочным комбайном в фазу цветения. Культуры размещались на фоне применения 34 кг д.в./га азотно-магниевых удобрений [5] и без удобрений.

Закладка опытов и фенологические наблюдения в период вегетации растений проводились в соответствии с методиками Качинского (1963) [7], Доспехова (1985) [3]. Математическая обработка была проведена по методу дисперсионного анализа из пакета программ «Снедекор».

Предшественник – пшеница после картофеля. Почва стационара лаборатории севооборотов – чернозем обыкновенный среднесуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 8,4 %. Предельная полевая влагоемкость (ППВ) метрового слоя почвы составляла 323 мм.

Сопутствующие наблюдения. Динамика влажности почвы и содержание элементов питания определялись перед уходом в зиму, после посева, в середине вегетации, после уборки культур. Применение гербицида Магnum на варианте без механической обработки почвы использовалось в фазу кущения зерновых.

Погодные условия вегетационного периода. Элементы погоды оценивались по данным метеостанции «Минино» [1]. Ее наблюдения полностью отражали погоду над стационаром. Осадков за май–сентябрь выпало 390 мм (табл. 1), это на 6 7% больше среднего многолетнего уровня (233 мм).

Погодные условия в период исследований

Период		Осадки, мм			Температура, °С		
		2011г.	2012 г.	2013 г.	2011г.	2012 г.	2013 г.
Месяц – декада							
Май: сред. за месяц		44	20	55	11	10	8
Июнь	1 дек.	11	0	15	20	19	13
	2 дек.	1	18	2	21	22	20
	3 дек.	34	0	41	18	19	15
За месяц		46	18	58	20	20	16
Июль	1 дек.	44	60	23	16	20	17
	2 дек.	44	0	36	20	22	19
	3 дек.	36	2	53	15	19	19
За месяц		124	62	112	17	20	18
Август	1 дек.	24	14	51	17	14	18
	2 дек.	51	13	52	17	13	17
	3 дек.	21	31	30	13	13	15
За месяц		96	58	133	16	13	17
Сентябрь	1 дек.	-	-	-	14	11	12
	2 дек.			-	9	12	7
	3 дек.	-	-	-	3	10	5
За месяц		23	28	31	9	11	8

Результаты исследований и их обсуждение. Черноземы обыкновенные опытного поля соответствуют оптимальным параметрам сложения пахотного слоя (0,83–1,1 г/см³) [11].

Влажность слоя 0–50 см в фазу полных всходов пшеницы была равной на участках с различной обработкой (15,2–16,5 %). Сказался более ранний посев культур, так под пшеницей по сравнению с другими культурами и паровым полем влажность полуметрового слоя почвы составила 16 %, под ячменем – 17,4, под овсом – 18,2, в паровом поле – 21 %.

Запасы элементов питания. Определение содержание нитратного азота 1 октября (уход в зиму) показало, что колебания элемента по территории участка находятся в небольших пределах (6,2–8,7 мг/кг почвы). Присутствие нитратов наблюдается по всей метровой толще почвы и с глубиной содержание возрастает с 7,7 (слой 0–10 см) до 11 мг/кг в слое 90–100 см. К посеву культур по неудобренному фону на участках после вспашки содержание нитратов было заметно выше, в пределах 12,6–18,1 мг/кг. Внесение удобрений с помощью сеялки СЗ-3,6 повысило их содержание до 23–28 мг/кг почвы. Запасы подвижного фосфора находились в пределах 3–5 мг/100 г почвы (по Мачигину), калия – от 19 до 23 мг/100 г почвы.

Основное влияние способ обработки оказал на засоренность посевов. Традиционно более чистыми были посевы культур по вспаханной почве. Более засоренными коноплей и полынью были посевы после осеннего дискования и весеннего рыхления КТС-4.

В посевах всех культур по необработанной поверхности присутствовала пшеница, выросшая из падалицы. Посевы были засорены сорной растительностью в таком количестве, что применение гербицида Магnum оказалось малоэффективным. Осоты, полынь и конопля пострадали от действия гербицида очень незначительно.

Урожайность культур. Урожайность пшеницы ячменя и овса имеет значительные колебания в зависимости от способа обработки почвы, внесения удобрений. По уровню урожайности в зависимости от способа основной обработки почвы культуры распределились в таком порядке: урожайность пшеницы без удобрений составила 8,5; 10,3; 11,1 ц/га, ячменя без удобрений – 14,1; 20,0; 15,3, овса – 12,6; 32,4; 29,5 ц/га (табл. 2).

Минеральные удобрения повысили урожайность пшеницы в среднем по опыту на 3,7 ц/га, ячменя – на 4,4 ц/га, урожайность овса по удобренному фону и прямом посеве выросла до 36,7 ц/га.

Продуктивность севооборота по средней урожайности культур была более высокая при минимальной обработке почвы и составила 21 ц/га без удобрений, на фоне удобрений урожайность повысилась на 4,2 ц/га (до 25,2 ц/га).

Урожайность культур, ц/га (ОПХ «Минино», 2013 г.)

Технология	Без удобрений			Удобрено, N34		
	Пшеница	Ячмень	Овес	Пшеница	Ячмень	Овес
Вспашка + культивация	11,1	15,3	29,5	14,7	19,4	33,5
Дискование + культивация	10,3	20,0	32,4	16,0	22,9	36,7
Прямой посев	8,5	14,1	12,6	10,4	20,2	25,1
НСР05	1,4	2,4	3,0	1,4	2,6	3,1

Промежуточной культурой в севообороте является рапс. В этом поле он размещен по ряду причин. Во-первых, чтобы исключить засорение ячменя пшеницей, во-вторых, чтобы обезопасить ячмень от поражения корневой гнилью. Урожайность зеленой массы рапса находится в пределах 268,1 ц/га. Повышение урожайности зерновых во всех случаях происходит за счет увеличения количества зерна, а также повышения его массы.

Выводы

1. Сложение пахотного слоя чернозема обыкновенного опытного поля соответствует оптимальным параметрам (0,83–1,1 г/см³).

2. Дискование + предпосевная культивация создают более благоприятные условия для всех изучаемых культур; влажность слоя 0–50 см в фазу полных всходов пшеницы на участках с различной обработкой составляет 15,2–16,5 %.

3. Содержание нитратного азота 1 октября (уход в зиму) показало, что колебания элемента по территории участка находятся в небольших пределах (6,2–8,7 мг/кг почвы). Присутствие нитратов наблюдается по всей метровой толще и с глубиной содержание возрастает с 7,7 (слой 0–10 см) до 11 мг/кг в слое 90–100 см.

4. К посеву культур по неудобренному фону на участках после вспашки содержание нитратов было заметно выше, в пределах 12,6–18,1 мг/кг. Внесение удобрений с помощью сеялки СЗ-3,6 повысило их содержание до 23–28 мг/кг почвы.

5. Запасы подвижного фосфора находились в пределах 3–5 мг/100 г почвы (по Мачигину), калия – от 19 до 23 мг/100 г почвы.

6. Отмечено хорошее подавление сорняков на фоне отвальной обработки. В посевах культур по минимальной обработке засоренность возрастает в 3 раза. Прямой посев по необработанной стерне оправдывает освоение зернопаровых севооборотов с короткой ротацией, подкрепляя агротехнические приемы химическими прополками. В прошедшем году эффекта от обработки посевов гербицидом Магnum достигнуто не было.

7. По уровню урожайности овес более продуктивен по сравнению с пшеницей и ячменем.

8. Продуктивность севооборота наблюдалась при минимальной обработке почвы и повышалась на 4,2 ц/га на фоне удобрений.

Литература

1. Агрометеобюллетени АМС «Минино» за 2011–2013 гг. – Красноярск: б.и., 2013.
2. Бекетов А.Д., Едимеичев Ю.Ф., Бекетова О.А. История и методология адаптивно-ландшафтных и альтернативных систем земледелия: учеб. пособие. – Красноярск, 2006. – 234 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
4. Едимеичев Ю.Ф., Романов В.Н., Линева А.Ф. Совершенствование систем севооборотов Красноярского края на ландшафтных принципах // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 79.
5. Жежер А.Я., Жежер Л.В. Оптимизация питания зерновых культур на зональных почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАСХН, 2001. – 180 с.
6. Стратегия и тактика исследований в земледелии на основе теории планирования эксперимента: метод. рекомендации /А.Я. Жежер, А.М. Криков, А.Н. Власенко [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАСХН, 1999. – С. 100–104.
7. Качинский Н.А. Физика почв. – М.: Высш. шк., 1970. – 360 с.

8. *Каптанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швобс Г.И.* Основы ландшафтно-экологического земледелия. – М.: Колос, 1994. – 127 с.
9. *Кирюшин В.И.* Принципы формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия // *Аграрная наука.* – 1993. – № 3. – С. 7–11.
10. *Крищенко В.П.* Методы оценки качества растительной продукции. – М.: Колос, 1989. – 270 с.
11. Оценка и изменение плотности сложения чернозема в полях севооборота / *Н.Л. Кураченко, С.В. Солодченко, В.Н. Романов* [и др.] // *Земледелие.* – 2010. – № 1. – С. 9–11.
12. *Львов А.М.* Ландшафтное земледелие: результаты исследований последних лет // *Земледелие.* – 1996. – № 5. – С. 43–45.
13. *Романов В.Н., Едимечев Ю.Ф.* Адаптация севооборотов в Красноярском крае // *Земледелие.* – 1997. – № 2. – С. 19–20.



УДК 632.4: 633.113

В.Ф. Терехова, Н.М. Попова

МИКРОФЛОРА И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ПОЛБЫ

*В статье приведены результаты фитопатологической экспертизы семян пленчатой и голозерной форм полбы. Показано, что пленчатые формы меньше подвержены заселению грибами *Bipolaris*, *Fusarium*, *Alternaria*, вследствие чего семенной материал характеризуется лучшей лабораторной всхожестью по сравнению с голозерными образцами.*

Ключевые слова: *семена, полба, фитопатологическая экспертиза, грибы, лабораторная всхожесть, пленчатость.*

V.F. Terekhova, N.M. Popova

MICROFLORA AND SOWING QUALITIES OF SPELT SEEDS

*The results of the seed phytopathological examination of the spelt scarious and hull-less forms are given in the article. It is shown that the scarious forms are less susceptible to the invasion by fungi: *Bipolaris*, *Fusarium*, *Alternaria* and as a result the seed material is characterized by a better laboratory germination compared with hull-less samples.*

Key words: *seeds, spelt, phytopathological examination, fungi, laboratory germination, scarious characteristic.*

Введение. Полба – одна из забытых зерновых культур, которая обладает рядом ценных и продовольственных качеств. Ранее селекционерами разных стран она широко вовлекалась в селекцию по усовершенствованию твердой пшеницы, было создано много новых сортов с участием полбы. Когда-то она занимала довольно обширный ареал возделывания, но постепенно была вытеснена голозерными видами пшеницы из-за своих отрицательных свойств, таких, как трудный обмолот и ломкость колосового стержня.

По вполне понятным причинам указанные отрицательные признаки затрудняют эффективность возделывания полбы в чистом виде. Тем не менее совершенствование ценных мест в ее генетической основе вполне возможно с помощью селекции. Широкомасштабные работы в этом направлении были проведены доктором биологических наук А.Ф. Мережкой в Пушкинских лабораториях ВИР. В этих целях автором в 1995–2000 гг. были использованы перспективные линии яровой полбы Белка в скрещиваниях с сортом твердой пшеницы Светлана. В результате многолетней работы отмечено широкое разнообразие гибридных форм по многим селекционным признакам и вместе с тем была выявлена возможность повышения потенциала продуктивности полбы [1].

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте растениеводства (ВНИИР) доктором биологических наук В.Д. Кобылянским путем сложных скрещиваний были созданы гибридные формы твердой пшеницы с полбой, несущие в себе ген короткостебельности с устойчивой к полеганию соломиной.

Семена сельскохозяйственных культур служат жилищем для разнообразной микрофлоры, состоящей главным образом из грибов, а также бактерий, микоплазм, вирусов. Семян, практически свободных от микрофлоры, не имеется. Наличие инфекции на посевном материале приводит к снижению всхожести, появлению слабых всходов и в дальнейшем больных растений с пониженной жизнеспособностью [2].

В настоящее время образцы проходят испытания в Красноярском крае, в селекционном севообороте Красноярского НИИСХ. На первом этапе нами изучалась заселенность семян различных форм полбы микрофлорой.

Цель исследований. Изучение образцов голозерных и пленчатых форм полбы мировой коллекции ВНИИР на посевные качества и микрофлору семян в условиях Красноярской лесостепи.

Задачи исследований. Провести фитопатологическую экспертизу семян с учетом определения видового состава микрофлоры и их процента зараженности; определить посевные качества семян голозерной и пленчатой форм полбы.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали образцы твердой пшеницы, пленчатой и голозерной форм полбы из мировой коллекции ВНИИР (*Triticum dicosum* (Schrank) Schuebl) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика селекционных образцов полбы

Селекционный образец	Разновидность	Происхождение	Цель создания
<i>Твердая пшеница</i>			
Омская степная (стандарт)	Гордеиформе	ГНУ СибНИИСХ	Устойчивость к засухе и полеганию
<i>Пленчатые формы</i>			
К-64408	Dicosum	ГНУ ВНИИР им. Н.И. Вавилова	Повышение продуктивности
К-7508	Volgense	Свердловская область	Повышение продуктивности
К-24482	Serbicum	Республика Чувашия	Повышение продуктивности
К-33153	Volgense	Пермская область	Повышение продуктивности
К-64738	Aeroginosim	Краснодарский край	Устойчивость к болезням
<i>Голозерные формы</i>			
Л-133×Белка	Dicosum s.s.p nudum	ГНУ ВНИИР им. Н.И. Вавилова	Голозерность, устойчивость к болезням
Л-196/3×Л-13	-«-	- « -	Урожайность
Л-133×Пкк	-«-	- « -	- « -
Д-733	-«-	- « -	- « -
Л 68/10	-«-	- « -	- « -
Л 69/10	-«-	- « -	Голозерность, высокая продуктивность колоса, устойчивость к полеганию
Л 70/10	-«-	- « -	Урожайность
Л 71/10	-«-	- « -	- « -
Л 72/10	-«-	- « -	- « -
Л 73/10	-«-	- « -	- « -
Л 74/10	-«-	- « -	- « -

Отбор образцов для фитопатологической экспертизы семян проводили по ГОСТ 52325 [3]. Для определения видового состава микрофлоры и процента зараженности использовали одну из форм биологическо-

го метода (влажных камер) [4]. Опыт закладывали с учетом варианта в 4-кратной повторности. Первый срок анализа проводили через 5–8 дней, последний – на 12–14 день.

Результаты исследований и их обсуждение. Наиболее стабильно во всех образцах проявлялись полупаразитные и сапрофитные грибы рода *Bipolaris*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* и *Mucor* [5].

Наличие *Bipolaris sorogoniana* было отмечено только в 2 образцах голозерных форм полбы в пределах 1–2 %, *Fusarium avenacium* – 2 %, *Alternaria tenuis* – от 14 до 24 %.

В образцах пленчатой полбы процентного проявления грибов *Bipolaris* и *Fusarium* не наблюдалось, а проявление *Alternaria* было в пределах 2–3 %. Необходимо отметить, что на заселенность зерна различной микрофлорой оказывают влияние особенности в морфологии колоса различных форм полбы. Так, у пленчатых форм большее количество микрофлоры оседало на колосковых и цветковых чешуях. У голозерных в большей степени отмечалась заселенность микрофлорой непосредственно самого зерна.

Одно из важных показателей посевных качеств семян – всхожесть. Как правило, лабораторная всхожесть до некоторой степени является одним из основных показателей полевой всхожести. Такую зависимость важно учитывать при закладке полевых опытов, так как она является важным условием для получения высоких урожаев [6]. Посевные качества (всхожесть) пленчатых и голозерных форм изучаемых образцов находились в пределах от 93 до 99 % (табл. 2).

Таблица 2

Микрофлора семян пленчатых и голозерных форм полбы

Образец	Всхожесть, %	Микрофлора семян, %				
		<i>Bipolaris</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Mucor</i>
Пленчатые формы						
К-33153	98	-	-	3	-	-
К-24482	98	-	-	2	-	-
Голозерные формы						
Л-133Пкк	93	2	2	13	-	-
Л-68/10	99	1	-	24	-	-

Заключение. Таким образом, проведенные исследования позволили сделать выводы о том, что некоторое снижение всхожести семян наблюдается у голозерных форм полбы при заселенности их грибами *Bipolaris* и *Fusarium*.

Литература

1. Мережко А.Ф. О перспективах селекции голозерной полбы Мережко //Пшеница и тритикале: мат-лы науч.-практ. конф.. – Краснодар: Сов. Кубань, 2001. – С. 547.
2. Кристенсен К.М. Жизнеспособность семян: пер. с англ. – М., 1978. – С. 89–90.
3. ГОСТ-32325-2005. Национальный стандарт Российской Федерации. Семена сельскохозяйственных растений. – М.: Колос, 2005. – С. 310.
4. Терехова В.Ф. Фитопатологическая экспертиза семян. – Красноярск, 2009. – С. 99.
5. Семенов А.Я. Инфекция хлебных злаков. – М.: Колос, 1984. – С. 91.
6. Зарецкий А.Ф. Посевные и урожайные качества семян. – Минск: Ураджай, 1979. – 88 с.



ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «БУНКЕР» НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ТУЛУНСКАЯ 12

В системе защиты растений, как правило, используется химический метод. Применение протравителей помогает решить проблему и уменьшить уровень инфицированности семян. Одним из таких протравителей является препарат «Бункер», изучение влияния которого на ростовые характеристики пшеницы Тулунская 12 считается актуальным.

Ключевые слова: пшеница, семена, всхожесть, рост, развитие, защита растений, протравители.

G.A. Demidenko

THE "BUNKER" PREPARATION INFLUENCE ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF TULUNSKAYA 12 WHEAT SEEDS

The chemical method is as a rule used in the plant protection system. The application protectants help solve the problem and reduce the infection rate of the seeds. One of such protectants is the preparation "Bunker", the research of its influence on the growth characteristics of the Tulunskaya 12 wheat is considered to be relevant.

Key words: wheat, seeds, germination, growth, development, protection of plants, protectants.

Введение. Вынос элементов минерального питания в настоящее время в 5–10 раз превосходит их поступление в почву с удобрениями [3, 5, 15]. Почвенное плодородие падает. На низком фоне питания даже у здорового посевного материала значительно возрастает восприимчивость к патогенным группам микроорганизмов, ослабевает иммунитет растений, они плохо растут и развиваются. Семена, полученные в условиях дефицита питательных веществ, в процессе хранения подвергаются сильному воздействию патогенной микрофлоры и теряют свои посевные качества.

В системе защиты растений [2, 4, 9–11, 13], как правило, используется химический метод, применение протравителей помогает решить проблему и уменьшить уровень инфицированности [7]. Обработки посевов инсектицидами считали выгодными и полезными даже при незначительной численности вредных организмов [1, 8].

Цель исследований. Исследование влияния препарата протравителя «Бункер» на всхожесть, рост и развитие пшеницы Тулунская 12.

Объекты и методы исследований. Сорт Тулунская 12 – пшеница мягкая яровая. Одно из ценных достоинств сорта – высокая устойчивость к полеганию. Хлебопекарные качества хорошие и отличные. Сильная пшеница. Поражается пыльной головней, бурой и стеблевой ржавчинами; повреждается шведской мухой.

Препарат «Бункер» – это мощный протравитель семян. Водно-суспензионный концентрат, содержащий 60 г/л тебуконазола. Тебуконазол относится к химической группе триазолов, обладает профилактическим и лечебным системным действием [14].

Угнетает развитие грибов-возбудителей, находящихся как на поверхности семян, так и внутри них. Благодаря перемещению в зародыш семени, препарат уничтожает головневую инфекцию и затем передвигается к точкам роста, защищая всходы и корневую систему растений от поражения почвенными патогенами. «Бункер» достаточно эффективен против корневых (прикорневых) гнилей и листовой инфекции на начальных этапах роста и развития растений. Протравитель обладает не только защитным, но и лечебным действием, эффективное подавление болезней обеспечивается даже после проявления их симптомов.

Протравливание семян препаратом «Бункер» проводят заблаговременно (за 1–2 недели) или непосредственно перед посевом семян. Свежеубранные семена озимых культур обрабатывают не позднее, чем за 2–5 дней до посева.

Опыты проводились в рулонных культурах в условиях естественного освещения и при температуре 25°C. Семена замачивали в протравителе в двух разных дозах (половинной и превышенной) на сутки, затем их заворачивали в рулон. По истечении 5, 10, 15, 20 дней производили измерение длины и массы корневой системы и побегов. В опыте участвовало два образца разных доз и контроль. Биологическая повторность 150 семян.

Биометрические методы исследований. По результатам исследований проводилась первичная статистическая обработка:

- средняя арифметическая (\bar{x});
- среднее квадратичное отклонение (σ);
- ошибка среднего (m).

При оценке различий между вариантами использовали однофакторный дисперсионный анализ, который основан на сравнении дисперсии между выборочными средними (межгрупповая дисперсия) с дисперсией внутри выборок (внутригрупповая, или случайная, дисперсия). Если межгрупповая дисперсия статистически значимо превосходит внутригрупповую, различия между средними признаются достоверными [6, 12].

Для статистической обработки полученных результатов использовали приложение Microsoft Office Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Изменение всхожести семян в зависимости от присутствия препарата «Бункер». Всхожесть семян определяется их способностью давать за установленный срок нормальные проростки или всходы. В частности, отношением (%) числа проростков (лабораторная всхожесть семян) или всходов (полевая всхожесть семян) к числу высеянных семян. В рекомендованной концентрации на 2-й день после замачивания проросло 44 % семян, а в контроле – 88 %.

Динамика роста корней и надземной части пшеницы в зависимости от действия препарата «Бункер» для обработки семян. Результаты исследований по влиянию действия препарата на длину надземной части 5-дневных проростков пшеницы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние доз протравителя на рост надземной части проростков пшеницы

Вариант обработки	Длина побегов, мм		
	1	2	3
Контроль	21,1	19,2	22,9
Рекомендованная концентрация	22,9	24,6	31,1
Повышенная концентрация	2,7	0,7	2,2

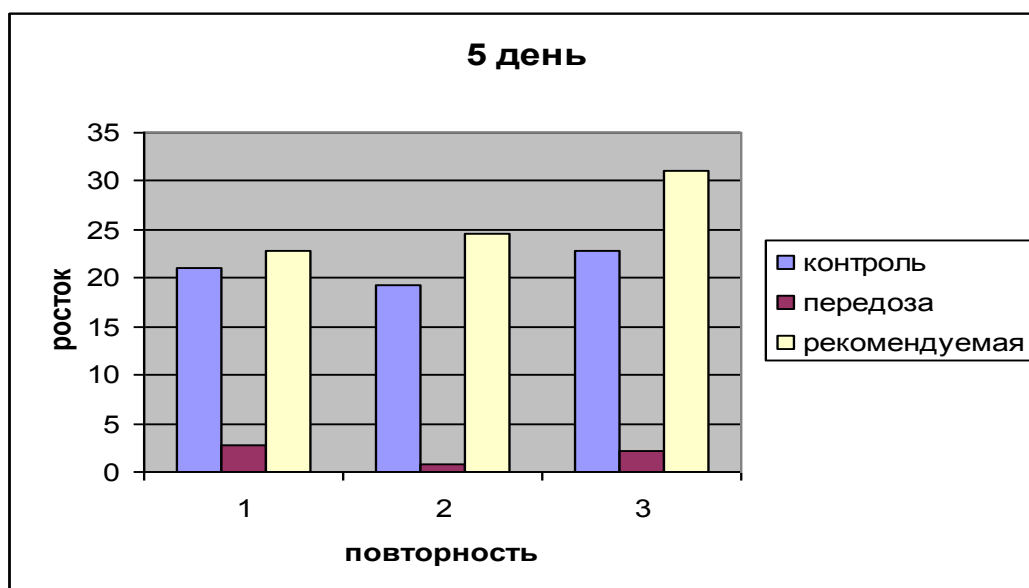


Рис. 1. Изменение длины надземной части проростков пшеницы на 5-й день

На 5-й день измерения в надземной части ростков пшеницы наилучшие результаты показал опыт с рекомендованной дозой протравителя: средняя длина надземной части ростков пшеницы составила 48,7 мм, максимальное значение надземной части в рекомендованной дозе – 125 мм, минимальное значение – 5 мм. В контроле среднее значение составило 21,1 мм, что меньше по сравнению с рекомендованной дозой на 12 %. Максимальное значение надземной части в контроле составило 50 мм, а минимальное значение – 2 мм. Повышенная концентрация препарата «Бункер» показала наименьший результат, средняя вели-

чина равна 1,9 мм, что намного меньше по сравнению с контролем. Максимальное значение составило 9 мм, минимальное – 1 мм. Максимальный рост отмечается в рекомендованной дозе 135 мм, а минимальный у повышенной концентрации 1 мм. В данном опыте применение препарата в повышенной концентрации оказало угнетающее действие на рост надземной части пшеницы, а при рекомендуемой концентрации наблюдается стимулирование роста проростков пшеницы (табл. 2).

Таблица 2

Влияние доз протравителя на рост подземной части ростков пшеницы

Вариант обработки	Длина подземной части ростков пшеницы, мм		
	1	2	3
Контроль	29,5	27,3	30
Рекомендованная концентрация	29,6	31,3	38,6
Повышенная концентрация	11,7	4,4	7,5

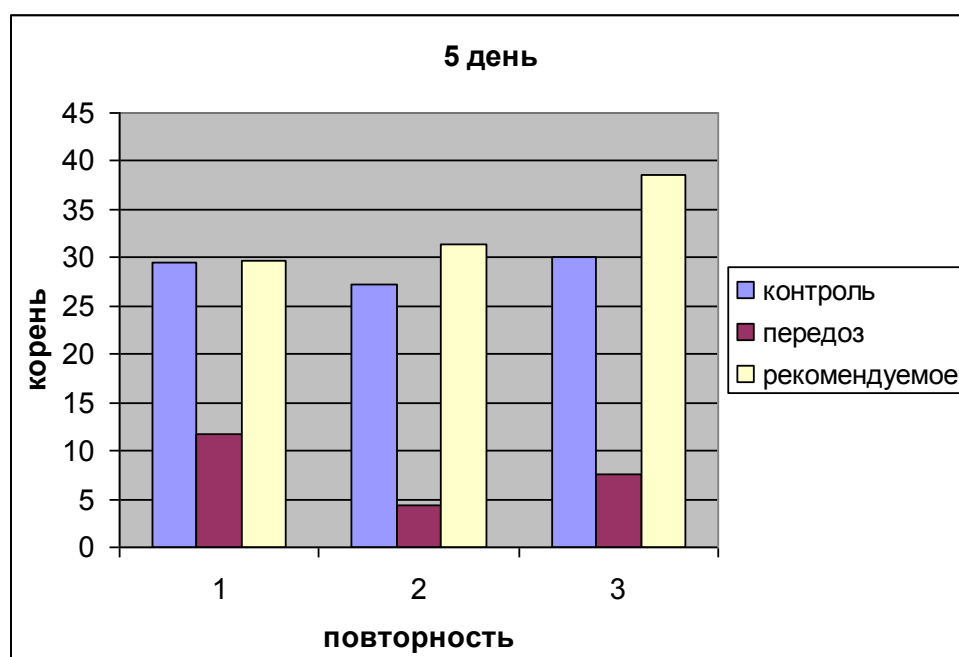


Рис. 2. Изменение длины надземной части проростков пшеницы на 5-й день

Полученные данные показывают, что внесение препарата оказало положительное влияние на рост подземной части ростков пшеницы. На 5-й день измерения корней наилучший результат показал опыт с рекомендованной концентрацией, максимальное значение в рекомендованной дозе составило 38,6 мм, минимальное – 29,6, средняя длина – 33,2 мм. В контроле максимальное значение составило 30 мм, минимальное – 27,3, среднее – 28,3 мм. В повышенной концентрации минимальное значение было на уровне 4,4 мм, максимальное – 11,7, среднее – 7,9 мм. Разница между средними величинами рекомендуемой концентрацией и контролем составляет 9 %.

Таблица 3

Влияние доз протравителя на рост надземной части проростков пшеницы на 10-й день

Вариант обработки	Длина надземной части проростков пшеницы, мм		
	1	2	3
Контроль	67,7	59,7	73,2
Рекомендованная концентрация	57,6	53,4	57,8
Повышенная концентрация	16,2	13,8	14,6

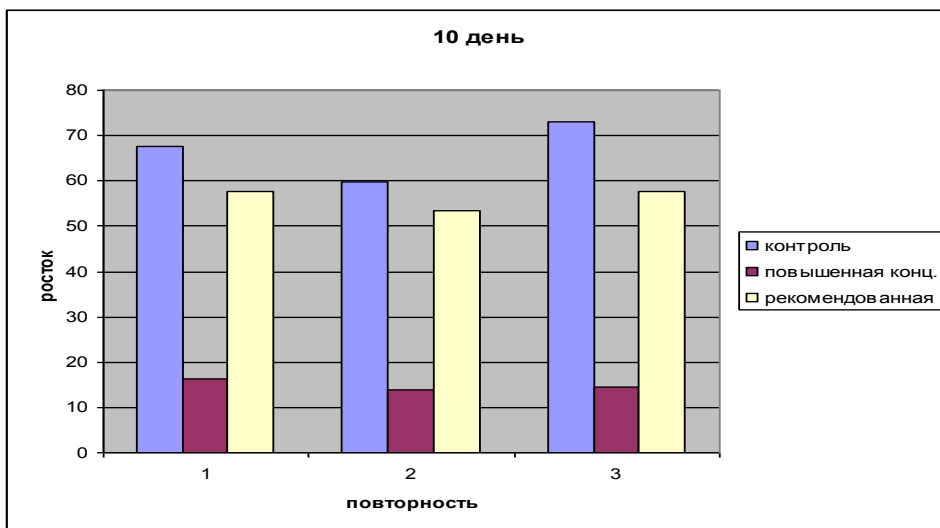


Рис. 3. Изменение длины надземной части проростков пшеницы на 1-й день

Из полученных данных (табл. 3, рис. 3) видно, что на 10-й день проращивания по сравнению с 5-м днем длина побегов пшеницы изменилась при использовании препарата. В рекомендованной дозе она стало меньше, чем в контроле, а при повышенной концентрации еще меньше. В контроле максимальное значение составило 73,2 мм, минимальное – 59,7, среднее – 66,8 мм. В рекомендованной дозе максимальное значение составило 57,8 мм, минимальное – 53,4, среднее – 56,2 мм. В повышенной концентрации максимальное значение составило 16,2 мм, минимальное – 13,8, среднее – 14,8 мм.

Таблица 4

Изменение длины подземной частей 10-дневных проростков пшеницы

Вариант обработки	Длина подземной части, мм		
	1	2	3
Контроль	47,4	50,6	51,1
Рекомендованная концентрация	52,8	54,2	58,4
Повышенная концентрация	26,3	19,8	22,6

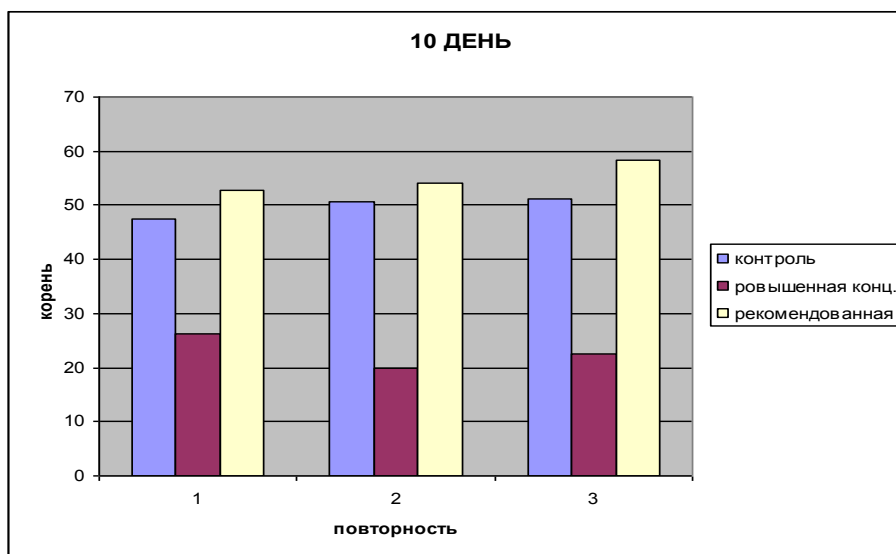


Рис. 4. Изменение длины подземной частей 10-дневных проростков пшеницы

На 10-й день измерения корней наилучший результат показал опыт с рекомендованной концентрацией (табл. 4, рис. 4). Максимальное значение в рекомендованной концентрации составило 58,4 мм, минимальное значение – 52,8, среднее значение – 55,1 мм. В контроле максимальное значение составило 51,1 мм, минимальное – 47,4, среднее – 49,7 мм. В повышенной концентрации максимальное значение составило 26,3 мм, минимальное – 19,8, среднее – 22,9 мм.

Таблица 5

Изменение длины надземной части проростков пшеницы на 15-й день

Вариант обработки	Длина надземной части проростков пшеницы, мм		
	1	2	3
Контроль	96,3	81,4	98,8
Рекомендованная концентрация	70,9	62,3	68,1
Повышенная концентрация	30,2	23,6	28,4

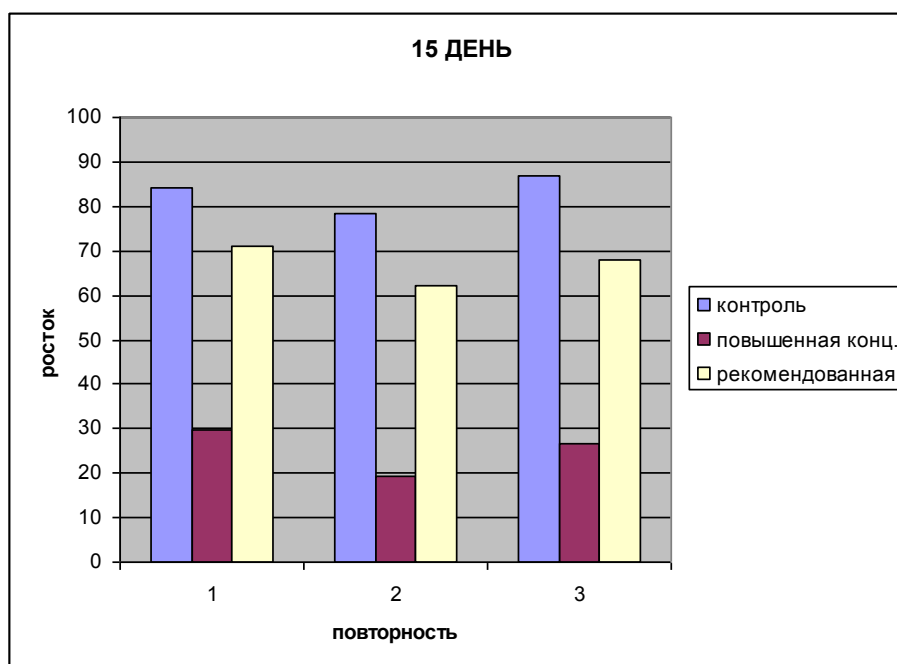


Рис. 5. Изменение длины надземной части 15-дневных проростков пшеницы

Из рисунка 5 и данных табл. 5 видно, что на 15-й день проращивания по сравнению с 5-м днем длина побегов пшеницы изменилась при использовании препарата следующим образом. В рекомендованной дозе она стала меньше, чем в контроле, так как в рекомендованной дозе среднее значение составляло 67,1 мм, в контроле – 92,2, в повышенной концентрации – 27,4 мм.

Таблица 6

Изменение длины подземной части проростков пшеницы на 15-й день

Вариант обработки	Длина подземной части, мм		
	1	2	3
Контроль	51,1	55,7	56,3
Рекомендованная концентрация	58,9	59,7	66,1
Повышенная концентрация	30,2	23,6	28,4

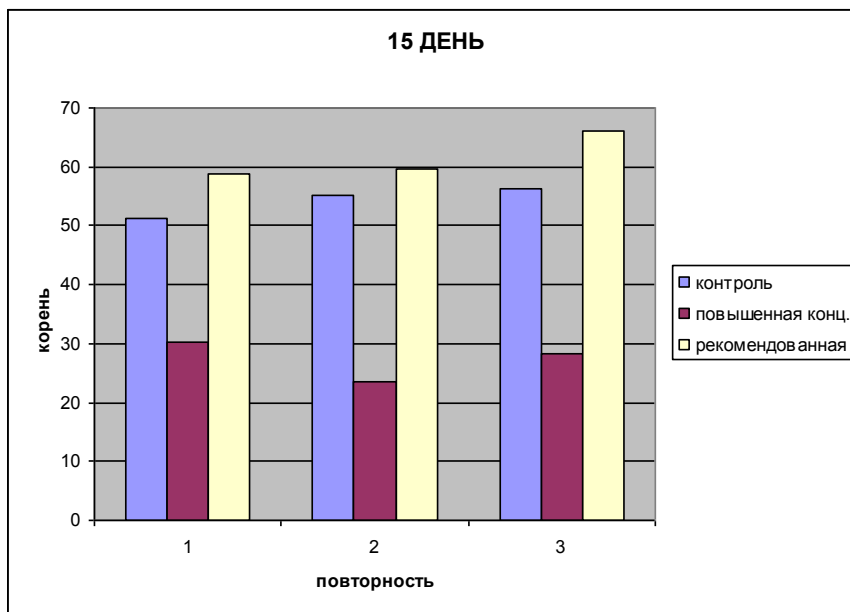


Рис. 6. Изменение длины подземной частей 15-дневных проростков пшеницы

На 15-й день измерения корней (табл. 6, рис. 6) наилучший результат показал опыт с рекомендованной концентрацией, максимальное значение которой составляло 66,1 мм, минимальное – 58,9, среднее – 61,5 мм. В контроле максимальное значение зеленой массы составляло 56,3 мм, минимальное – 51,1, среднее – 54,4 мм. В повышенной концентрации максимальное значение составляло 30,2 мм, минимальное – 23,6, среднее – 27,4 мм.

Таблица 7

Изменение длины надземной частей проростков пшеницы на 20-й день

Вариант обработки	Длина надземной части, мм		
	повторность 1	повторность 2	повторность 3
Контроль	90,8	84,2	92,4
Рекомендованная концентрация	78,2	68,5	76,5
Повышенная концентрация	39,7	24,8	25,2

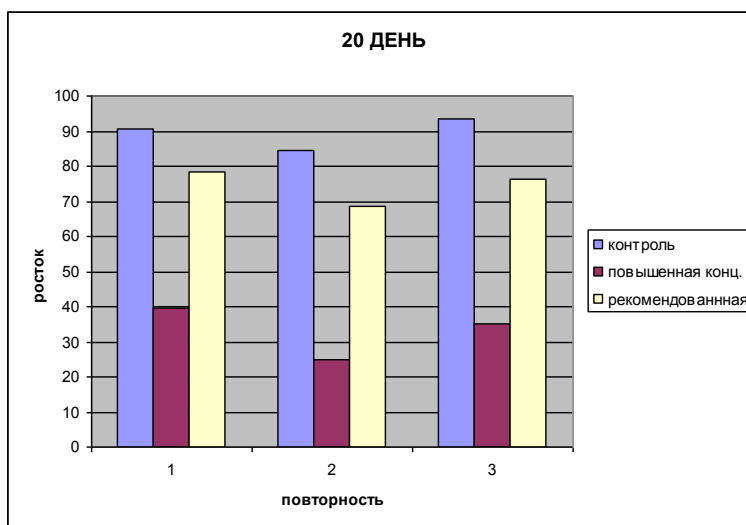


Рис. 7. Изменение длины надземной частей 20-дневных проростков пшеницы

На 20-й день проращивания (табл. 7, рис. 7) длина надземной части ростков пшеницы при использовании протравителя оказалась незначительно ниже, чем в контроле, во всех повторностях. Максимальная длина наземной массы в контроле составила 102,6 мм, минимальная – 90,8, средняя – 95,3 мм. В рекомендованной концентрации максимальная длина составила 78,2 мм, минимальная – 68,5, средняя – 74,4 мм. В повышенной концентрации максимальное значение составляет 39,7 мм, минимальное – 24,8, среднее – 29,9 мм.

Оценив линейные размеры надземной части, можно сделать вывод о сильном ингибирующем действии протравителя на проростки пшеницы, обработанные его повышенной. Это действие отмечается на протяжении всего опыта. При рекомендуемой дозе препарат проявляет стимулирующее действие. Проанализировав линейные размеры длины корней, также можно прийти к выводу о сильном ингибирующем действии протравителя на пшеницу, обработанную в повышенной концентрации протравителя.

Таблица 8

Изменение длины подземной частей проростков пшеницы на 20-й день

Показатель	Длина подземной части, мм		
	Контроль	56,7	60,8
Рекомендованная концентрация	61,4	63,8	69,9
Повышенная концентрация	39,1	27,3	33,6

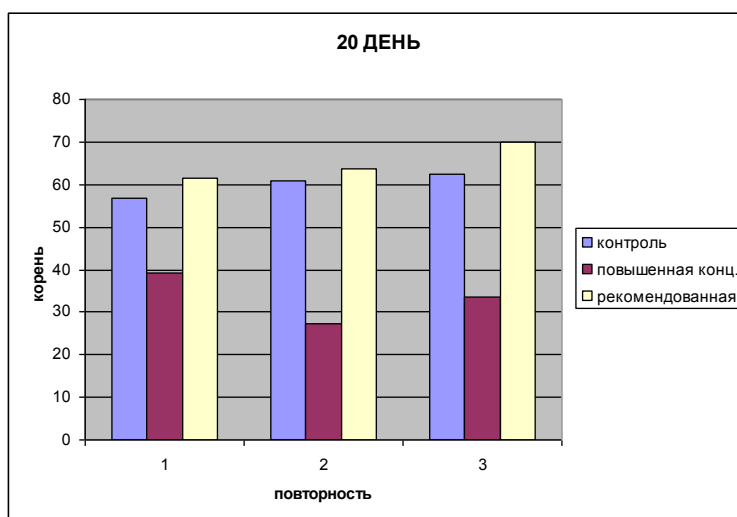


Рис. 8. Изменение длины корня 20-дневных проростков пшеницы

В большей степени за 10 дней проращивания (с 10-го по 20-й день) произошло увеличение длины побегов. Их длина увеличивалась в среднем в 4–2,5 раза по сравнению с длиной корней, линейные размеры которых возрастали примерно в 1,9–2 раза (табл. 8, рис. 8). При этом интенсивность прироста при использовании препарата значительно отличалась от контроля.

Таблица 9

Интенсивность прироста длины корней и побегов пшеницы, мм

Вариант опыта	День			
	5-й	10-й	15-й	20-й
Контроль	21,1	66,8	83,2	89,6
Рекомендованная концентрация	26,2	56,3	67,1	74,4
Повышенная концентрация	1,8	14,8	25,2	33,2
Контроль	28,9	49,7	54,2	59,9
Рекомендованная	33,2	55,1	61,5	65,03
Повышенная концентрация	7,8	22,9	27,4	33,3

Согласно результатам однофакторного дисперсионного анализа, влияние условий минерального питания на длину корней и побегов как 10-дневных, так и 20-дневных, проростков пшеницы является достоверным (табл. 9, рис. 10). Показатель силы влияния (ПВС) на длину корней и побегов 10-дневных проростков пшеницы составил соответственно 51,5 и 55,7 %, 20-дневных проростков – 45,6 и 81,7 %. Таким образом, изменение длины корней и побегов пшеницы обусловлено условиями минерального питания.

Изменение массы корней и побегов пшеницы в зависимости от концентрации протравителя. Результаты анализа массы подземной и наземной части в зависимости от концентрации протравителя «Бункер» представлены в табл. 10.

Таблица 10

Влияние условий минерального питания на массу подземной и надземной части 20-дневных проростков пшеницы

Вариант опыта	Масса корней, г	Масса побегов, г
Контроль	0,61	2,21
Рекомендованная концентрация	0,72	1,92
Повышенная концентрация	0,29	0,36

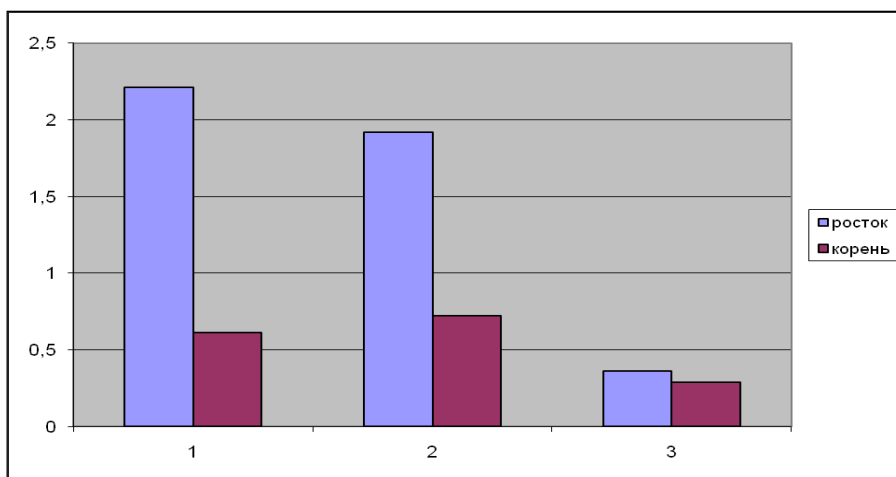


Рис. 9. Изменение массы корней и надземной частей 20-дневных проростков пшеницы

Максимальная масса корней и ростков наблюдается у образца, обработанного рекомендованной концентрацией. Превышение рекомендованной концентрации привело к снижению корней и зеленой массы.

Выводы

1. Препарат «Бункер» в рекомендованной дозе оказывает стимулирующее влияние на всхожесть пшеницы. При повышенной дозе наблюдается обратное явление.
2. Выявлено стимулирующее действие рекомендованной дозы протравителя на рост корней и надземной части проростков пшеницы.
3. Повышенная концентрация препарата вызывает угнетение роста корней и надземной части проростков пшеницы.
4. При рекомендованной концентрации протравителя наблюдается увеличение зеленой массы и массы корней.
5. Повышенная концентрация при обработке семян ведет к снижению массы корней и зеленой массы.

Литература

1. Гольшин Н.М. Фунгициды в сельском хозяйстве. – 2-е изд. – М., 2012. – С. 34–39.
2. Химическая защита растений/ под ред. Г.С. Груздева. – М., 1987. – С. 275–292.
3. Долгачева В.С. Растениеводство. – М.: Академия, 1999.

4. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.И. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк., 2002. – 320 с.
5. Петербургский А.В. Агрехимия и физиология питания растений. – 2-е изд., перераб. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 184 с.
6. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 367 с.
7. Рябчиков А.К. Экономика природопользования. – М.: Элит-2000, 2002. – 192 с.
8. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ // Прил. к журн. «Защита и карантин растений». – 2010. – 105 с.
9. Степановских А.С. Практикум по химической защите растений в Сибири: учеб. пособие. – Омск, 1990. – 185 с.
10. Степановских А.С. Руководство к учебной практике по химической защите растений: учеб. пособие. – Курган: Полиграфист, 1990. – 242 с.
11. Указатель возбудителей болезней сельскохозяйственных растений/ под ред. М.К. Хохрякова. – Л., 1966.
12. Хижняк С.В., Мучкина Е.Я. Методы статистической обработки. Ч.3. Обработка данных с использованием современных программных средств: учеб.-метод. пособие. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2004. – 53 с.
13. Химические средства защиты растений [Электронный ресурс] //www.timacad.ru/faculty/agro/himsredstva.
14. ЗАО «Август» [Электронный ресурс] //www.firm-august.ru/product/culture.
15. Ягодин Б.А. Агрехимия. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.



УДК 634.72:581.5

Т.М. Трифонова

ФИТОСАНИТАРНЫЙ МОНИТОРИНГ ПОСАДОК СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ В ПРИАМУРЬЕ

В статье представлены результаты исследований фитосанитарного состояния посадок смородины черной в Приамурье в период 1960–2010 гг. По данным автора, наиболее вредоносными вредителями смородины черной признаны смородинный почковый клещ, обыкновенный паутинный клещ, крыжовниковая побеговая тля, а из фитопатогенов американская мучнистая роса и септориоз.

Ключевые слова: смородина черная, американская мучнистая роса, септориоз, обыкновенный паутинный клещ, смородинный почковый клещ, вредитель.

Т.М. Trifonova

THE PHYTOSANITARY MONITORING OF THE BLACK CURRANT PLANTINGS IN THE PRI-AMUR REGION

The research results on the phytosanitary state of the black currant plantings in the Pri-Amur region in the period of 1960–2010 are presented in the article. According to the author's data the most harmful pests for black currant are the currant bud mite, twospotted spider mite, gooseberry sprout aphid and from phyto-pathogens they are American powdery mildew and septoria disease.

Key words: black currant, American mildew, septoria disease, twospotted spider mite, currant bud mite, pest.

Введение. Фитосанитарный мониторинг – обязательное звено современного интенсивного растениеводства, на основе данных которого обосновываются стратегия и тактика защитных мероприятий, что в свою очередь обеспечивает экологически безопасную и экономически рациональную защиту от вредных организмов, получение стабильного урожая при высоком качестве продукции.

Цель исследований. Изучение доминирующего состава фитофагов и фитопатогенов смородины черной в условиях Приамурья.

Задачи исследований. Оценить современное фитосанитарное состояние посадок смородины черной; изучить по литературным данным фитосанитарное состояние посадок смородины черной за период с 1970 по 2000 г.

Материалы и методы исследований. При маршрутном обследовании просматривали от 5 до 10 кустов смородины черной различных форм собственности. Через 10 дней после распускания листьев с интервалом 10–15 дней проводили учет поражений растений смородины черной грибными болезнями и вредителями в условиях естественной инфекции по шкалам №67, 70, 71 [1, 2].

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях Приамурья посадки смородины черной повреждаются комплексом фитофагов и фитопатогенов, на развитие и распространение которых влияют абиотические и биотические факторы, а также своевременность и целесообразность защитных мероприятий. По имеющимся литературным данным [3, 4, 5] в разные годы численность и вредоносность фитофагов и фитопатогенов смородины черной изменялась. Так, в период 60–80-х гг. прошлого столетия наибольший вред урожаю причиняли такие вредители, как смородинная почковая моль, листовертки, крыжовниковая огневка, узкотелая зеленая (смородинная) златка, крыжовниковая побеговая тля. Данные вредители были распространены повсеместно и в очагах массового распространения причиняли значительный ущерб урожаю.

Смородинная почковая моль (*Lampronia capitella* Cl.) – бабочка темно-коричневого цвета с двумя поперечными светлыми полосками на передних крыльях, задние крылья серые. Это наиболее вредоносный вид на смородине черной вплоть до 90-х гг. Однако постепенное изменение гидротермального режима способствовало гибели личинок, уходящих в почву на кокониrowание, усугубляло их перезимовку, что вело к снижению численности популяции.

В отдельные годы большой урон растениям смородины черной причиняли *листовертки* (семейство Tortricidae) – гусеницы, наносящие вред ягодникам с начала распускания листьев до середины июля. В 60–70-е гг. были наиболее распространены следующие виды листоверток: смородинная листовертка (*Pandemis ribeana* Hb.), ивовая кривоусая листовертка (*Pandemis heparana* Den. et Schiff.) и розанная листовертка (*Archips rosana* L.). В 80-е годы смородинная листовертка не была отмечена [6]. Согласно литературным данным, после 80-х гг. листовертки на посадках смородины черной не активизировались.

Губительное действие на бабочек *крыжовниковой огневки* (*Zophodia convolutella* Zell.) оказали сильные осадки первой половины мая 80-х гг. (например, 1981, 1982, 1983, 1985 гг.) [7], что в сильной степени сократило численность популяции вредителя. Случаи поражения были единичные, кроме 1984 г., когда степень поражения ягод на отдельных участках достигала 50–60 %. Массовое распространение вредителя замечено лишь в зонах возделывания ягодных кустарников Западной Сибири [8].

Узкотелая зеленая (смородинная) златка (*Agrillus chrysoeres* Ab.) в стадии депрессии находилась в 80-х годах. Распространена была повсеместно, вредила спорадически. Высокая численность вредителя отмечалась только на старых участках, где не проводились химические обработки и вырезка старых побегов. Экономического значения не имела. По данным Хабаровской краевой станции защиты растений, в 90-е гг. максимальное развитие фитофага зарегистрировано в питомнике им. А.М. Лукашова – 33 % поврежденных побегов. В среднем по Хабаровскому краю было повреждено 24,5 % побегов [9, 10].

Крыжовниковая побеговая тля (*Aphis grossulariae* Kalt.) распространена повсеместно, начиная с 60-х годов. В значительной степени повреждает молодые растения и молодой прирост. Массовое размножение вредителя ежегодно наблюдается на необрабатываемых участках смородины черной.

В период 1960–1970 гг. *обыкновенный паутинный клещ* (*Tetranychus urticae* Koch.) повреждал смородину черную почти во всех зонах Дальнего Востока. Однако массовое размножение наблюдалось только в отдельные благоприятные годы и носило локальный характер. В наибольшей степени данным вредителем повреждались насаждения в Хабаровском крае (Хабаровский район, Лазовский район, Вяземский и Бикинский районы), степень заселенности растений характеризовалась здесь как средняя. Ограничивающим фактором для эпифитотийного размножения фитофага являлись низкие дневные температуры, выпадение большого количества осадков и сильные ветра (например, 1978, 1979 гг.). В стадии депрессии вредитель находился вплоть до 1990 года.

Смородинный почковый клещ (*Cecidophyopsis sibirica* Westw.) в сильной степени поражал насаждения в Хабаровском районе, особенно в насаждениях коллективного садоводства и в питомнике им. А.М. Лукашова, где размножение смородины производилось с маточных участков, зараженных смородинным почковым клещом. По Хабаровскому краю он не был массовым вредителем до 1969–1971 гг., вредоносность его проявлялась в слабой степени, отмечались лишь единичные случаи поражения почек. Массовая заселенность смородинным почковым клещом в плодово-ягодных хозяйствах и коллективных садах активизировалась в начале 70-х годов. По данным Хабаровской краевой станции защиты растений, в конце 90-х годов был отмечен значительный рост численности популяции вредителя. Так, например, в 1997 г. только в Хабаровском районе на площади 20 га клещ обнаружен на 13 % кустов, заселил 3,7 % почек. В 1998 г. фитофаг заселяет уже

всю площадь посадок смородины черной. По Хабаровскому краю в среднем было заселено 71 % кустов, повреждено 4,7 % почек. В 1999 г. смородинный почковый клещ встречается на всех производственных посадках смородины и в коллективных садах. В Хабаровском районе клещами было заселено 50–70 % кустов и 5,6 % почек. Рост численности популяции вредителя продолжается до настоящего времени, особенно на старых посадках.

В период 1960–1970 гг. распространение *смородинной стеклянницы (AegeriatipuliformisCl.)* характеризовалось как очаговое. Значительного вреда данный вредитель не причинял. Массовое распространение фитофага началось в 80-х годах.

Непарный шелкопряд (LymantriadisparL.) был отмечен на смородине черной в 80-х годах. Вредит растениям только в годы массового размножения.

В 1980–1990 годы на растениях смородины черной отмечены такие вредители, как пилильщики. *Смородинный пилильщик (NematusbeibienkoiScor.)* являлся самым опасным вредителем для культуры. В 80-е годы фитофаг был широко распространен в зонах произрастания смородины черной. Менее опасным с небольшой численностью популяции являлся *желтый черносмородинный пилильщик (NematusribesiiStop.)*. В настоящее время данные вредители на смородине черной не выявлены.

Первые сведения по микрофлоре плодово-ягодных растений были опубликованы А.А. Ячевским в 1917 г. Из фитопатогенов смородины черной он указывает на столбчатую ржавчину. Позднее в 60-х годах А.А. Аблакатова расширяет список основных болезней смородины черной. Значительный ущерб этой культуре в 60–70-х годах причиняли *бокальчатая ржавчина, столбчатая ржавчина, пятнистости*.

Заболевание *бокальчатая ржавчина (PucciniaribesiiaricisKleb.)* в те годы было распространено во всех плодородных зонах Дальнего Востока, но особенно широко в Хабаровском крае. В начале 80-х годов повреждения фитопатогенном охватывали 100 % растений смородины черной. Развитие болезни достигало 25 %.

Столбчатая ржавчина (CronartiumribicolaDietr.), распространяясь по всему Дальнему Востоку, в отдельные годы поражала до 50 % листьев. Значительное сокращение плодово-ягодных совхозов и в то же время увеличение количества коллективных садов привело к тому, что все больше небольшие участки садов стали располагаться на возвышенных местах вдали от лесонасаждений. Удаленное расположение от насаждений сосны и кедра, уничтожение осоковых ограничивало развитие столбчатой и бокальчатой ржавчины отсутствием промежуточных хозяинов, на которых зимуют грибы фитофагов. Только в 90-е годы вредоносность фитофага стала снижаться.

Из пятнистостей на смородине черной в 60-е годы были зарегистрированы *септориоз (SeptoriaribisDesm.)* и *антракноз (GloeosporiumribisMont. et Desm.)*. До 1960 г. эти заболевания отмечены не были. В дальнейшем на Дальнем Востоке во всех регионах произрастания смородины черной отмечалось распространение септориоза и антракноза, особенно во влажные годы.

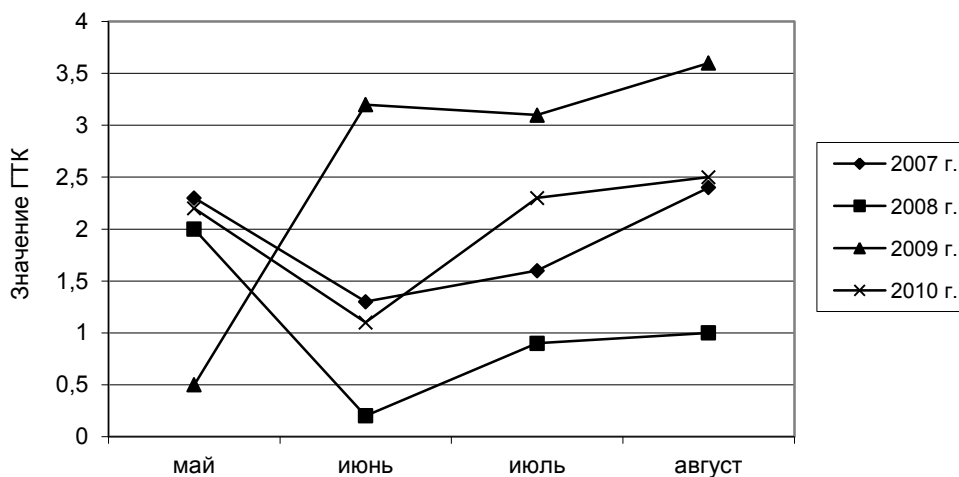
В отдельные годы антракнозом поражались даже наиболее устойчивые сорта до 40 %. В 60-х годах наибольший вред заболевание причиняло растениям в Хабаровском крае, Амурской и Сахалинской областях.

Американская мучнистая роса (Sphaerothecamors-uvae(Schw.)Berk.etCurt.) на посадках смородины черной до 80-х годов отмечена не была, поражая главным образом только крыжовник. В 90-х годах было отмечено снижение вредоносности фитофага.

За последние 40 лет произошли значительные экономические и экологические изменения, изменился климат региона. В связи с этим возникла необходимость определения современного энтомологического и фитопатологического фона на посадках смородины черной в Приамурье.

При проведении фитосанитарного мониторинга посадок смородины черной в 2007–2010 гг. в Хабаровском крае выяснено, что наибольшую опасность культуре представляли из фитопатогенов *американская мучнистая роса (Sphaerothecamors-uvae(Schw.)Berk.etCurt.)* и *септориоз (SeptoriaribisDesm.)*. В разные годы в зависимости от погодных условий степень развития болезней достигала 80–100 %. *Антракноз (GloeosporiumribisMont. etDesm.)* в период вегетации в 2007–2010 гг. был отмечен на единичных растениях.

За последние годы на всей территории региона возросла вредоносность от *крыжовниковой побеговой тли (AphisgrossulariaeKalt.)*. Ранняя теплая весна, сухое и жаркое лето 2008 г. способствовали активизации деятельности вредителя в начале мая (ГТК май, июнь=2,0; 0,2) (рис.). А уже в конце июня распространение крыжовниковой побеговой тли составило 22 % и характеризовалось сильной заселенностью растений (3 балла). Дождливое и холодное лето 2009 г. (ГТК июнь, июль=3,2; 3,1) сдерживало массовое распространение вредителя вплоть до июля. Первые колонии фитофага появились к 12 июля, а к концу июля распространение тли составило до 50–75 % с сильной степенью заселения.



ГТК < 1 - недостаточное увлажнение
 ГТК = 1 - норма
 ГТК > 1 - избыточное увлажнение

Изменение гидротермического коэффициента в мае-августе (2007–2010 гг.)

Весна 2010 года задержалась на неделю, была затяжной, холодной с частыми осадками. Однако раннее лето с высокими дневными температурами и небольшими осадками (ГТК_{май, июнь, июль} = 2,2; 1,1; 2,3) способствовало появлению первых колоний крыжовниковой побеговой тли уже к 10 июля. В течение июля заселенная площадь значительно увеличилась, распространение фитофага составило до 70 % с сильной степенью заселения.

Потепление климата за последние 40 лет привело к массовому распространению смородинного почкового клеща (*Eriophyesribis*Nal.). На молодых посадках смородины черной фитофаг заражал до 13 % почек всех растений. Массовое размножение до 50–70 % зараженных кустов наблюдалось на старых запущенных посадках культуры.

Обыкновенный паутиный клещ (*Tetranychusurticae*Koch.), так же как и смородинный почковый клещ, в 2007–2010 гг. имел массовое распространение. В зависимости от погодных условий массовое развитие фитофага приводило к опаданию листвы растений смородины черной уже в начале августа. Вредитель отмечен как на промышленных посадках, так и на территории частных посадок Хабаровского края.

Смородинная стеклянница (*Synanthedontipuliformis*Cl.) на опытных молодых растениях смородины черной встречалась единично. Однако на старых посадках питомника им. А.М. Лукашова наблюдалось массовое развитие вредителя. Нами было отмечено до 40–50 % пораженных побегов.

Выводы

1. Основными фитофагами смородины черной в Хабаровском крае в период с 1970 по 2000 г. являлись смородинная почковая моль (*Incurvariacapitella*Cl.), листовертки, узкотелая зеленая (смородинная) златка (*Agrilluschrysoderes*Ab.), смородинный пилильщик (*Nematusbeibienkoi*Scor.), желтый черносмородинный пилильщик (*Nematusleocotrochus*Hart.). Широко распространенными и вредоносными заболеваниями смородины были бокальчатая ржавчина (*Pucciniaribesii*caricisKleb.), столбчатая ржавчина (*Cronartiumribicola*Dietr.), септориоз (*Septoriaribis*Desm.), антракноз (*Gloeosporiumribis*Mont. et Desm.).

2. Изменение гидротермических условий, несоблюдение агротехнических и защитных мероприятий способствовали изменению доминирующего состава фитофагов и фитопатогенов. В годы проведения исследований доминирующими видами насекомых-вредителей были крыжовниковая побеговая тля (*Aphisgrosulariae*Kalt.), смородинная стеклянница (*Synanthedontipuliformis*Cl.), смородинный почковый клещ (*Eriophyesribis*Nal.), обыкновенный паутиный клещ (*Tetranychusurticae*Koch.); из болезней отмечена нарастающая вредоносность американской мучнистой росы (*Sphaerothecamors-uvae*(Schw.)Berk. etCurt.), пораженность растений септориозом (*Septoriaribis*Desm.) и антракнозом (*Gloeosporiumribis*Mont. et Desm.) осталась на прежнем уровне.

Литература

1. Шкалы для оценки поражения болезнями сельскохозяйственных культур: метод. рекомендации. – Воронеж, 1981. – 82 с.
2. Руководство по проведению обследований сельскохозяйственных культур в Хабаровском крае и информационному обеспечению прогнозов распространения и развития их вредителей, болезней и сорняков. – Хабаровск, 2000.
3. *Аблакатова А.А.* Главнейшие болезни плодово-ягодных культур в Приморском крае и меры борьбы с ними. – Владивосток, 1956. – 32 с.
4. *Аблакатова А.А.* Микофлора и основные грибные болезни плодово-ягодных растений юга Дальнего Востока. – М.: Наука, 1965. – 150 с.
5. *Штундюк А.В., Аблакатова А.А.* Вредители и болезни плодово-ягодных культур и виноградной лозы на Дальнем Востоке и борьба с ними. – Хабаровск: Кн. изд-во, 1969. – 144 с.
6. *Дягилева Т.И.* Изучить влияние пестицидов на изменение численности вредных и полезных компонентов агроценозов в целях их рационального использования в борьбе с вредителями, болезнями и сорняками. Плодовые культуры // Отчет о результатах научных исследований за 1985 г. (заключительный) / ДальНИИСХ. – Хабаровск, 1985. – С. 51–84.
7. Отчет о результатах научных исследований за 1985 г. / ДальНИИС. – Хабаровск, 1985. – 85 с.
8. *Штерншис М.В.* Микробиологическая борьба с вредителями сельскохозяйственных культур Сибири и Дальнего Востока. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 125 с.
9. Прогноз появления и развития главнейших вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в Хабаровском крае в 1999 году и меры борьбы с ними /Хабаровская краевая станция защиты растений. – Хабаровск, 1999.
10. Прогноз появления и развития главнейших вредителей, болезней и сорняков в посевах сельскохозяйственных культур края в 2000 году и меры борьбы с ними /Хабаровская краевая станция защиты растений. – Хабаровск, 2000.





ЭКОЛОГИЯ

УДК 502.75

И.С. Майоров

ПРОБЛЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СТРАТЕГИИ И ТАКТИКИ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗОНАХ НА МОРСКИХ ПОБЕРЕЖЬЯХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

В статье обсуждаются проблемы дифференциации стратегии и тактики природоохранной деятельности в разных экологических зонах на морских побережьях Дальнего Востока, решение которых играет важную роль в социально-экономическом подходе к природоохранной системе.

Ключевые слова: природоохранный комплекс, экологическая зона, морское побережье, Дальний Восток.

I.S. Maiorov

THE DIFFERENTIATION PROBLEMS OF NATURE PROTECTION ACTIVITY STRATEGY AND TACTICS IN DIFFERENT ECOLOGICAL ZONES ON SEASHORES OF RUSSIAN FAR EAST

The differentiation issues of nature protection activity strategy and tactics in different ecological zones on the Far East seashores, the solution of which plays an important role in the socio-economic approach to environmental system are discussed in the article.

Key words: nature conservation complex, ecological zone, seashore, the Far East.

Введение. Программа интенсивного развития Дальнего Востока России, принятая правительством Российской Федерации (РФ) в 2013 г., предусматривает создание новых промышленных предприятий и расширение транспортной инфраструктуры. Это сопряжено с рисками для окружающей природной среды, особенно для имеющихся здесь многочисленных особо охраняемых природных территорий. Особую актуальность данная проблема приобретает для морских побережий Дальнего Востока, находящихся в зоне наибольшего освоения [1].

Цель исследований. Рассмотреть основные проблемы дифференциации стратегии и тактики природоохранной деятельности дальневосточного региона, решение которых позволит выработать единый подход (на основе социально-экологического) к решению проблем природопользования; объединить все усилия по созданию природоохранных комплексов на различных территориях (учитывая значительную протяженность Дальнего Востока); рассмотреть приоритеты охраны природы и систему целей социально-экономического развития для каждого административного района (на основе принятого в практике зонирования территории); предложить стратегические и тактические схемы для принятия управленческих решений в области природопользования и охраны природы.

Материалы и методы исследований. Адаптивное биоресурсное природопользование (для обеспечения устойчивого развития на морских побережьях Дальнего Востока РФ с сохранением биоразнообразия) [6, 9]; система природоохранных комплексов Приморского края [3, 4, 5]; метод экологических шкал Л.Г. Раменского (для определения основных закономерностей антропогенной динамики растительности и пути охраны его разнообразия при различных типах природопользования в условиях дальневосточного региона [7]).

Результаты исследований и их обсуждение. В качестве примера приводятся данные по южным территориям Дальнего Востока РФ. При этом учитывается, что основным признаком территории – ее экологическая неоднородность, разная степень антропогенной трансформации экосистем. Вся система мер по рационализации природопользования и охраны природы должны основываться на этом фундаментальном факте.

Способы управления системой «природа–общество» базируются на оценке состояния природных и природно-хозяйственных систем, прогнозе развития экологической ситуации и осуществлении комплексных программ экологических действий. Основное следствие осуществления социально-экологического подхода к особо

охраняемым природным территориям – зонирование территории, предусматривающее для каждого административного района приоритеты охраны природы и систему целей социально-экономического развития.

Следствием социально-экономического подхода к природоохранной системе и к территории в целом является дифференциация стратегии и тактики природоохранной деятельности в разных экологических зонах.

В зоне экологической катастрофы необходимы локализация очагов воздействия, изоляция очагов загрязнения, допустимы чрезвычайные меры по спасению культурно-исторического наследия и генофонда, эвакуации населения в безопасные зоны, восстановлению здоровья, материального и культурного уровня жизни населения.

В зоне экологического бедствия необходимо, прежде всего, определить возможность восстановления экосистем.

В зоне экологических конфликтов необходимы более тщательное определение приоритетов социально-экономического развития и поиск путей разрешения наиболее напряженных конфликтных ситуаций.

В зоне экологического благополучия в системе природоохранных мер на первое место выходят контроль качества природной среды и анализ перспектив социально-экономического развития, чтобы не допустить обострения экологической ситуации.

С этой точки зрения рассмотрены особо охраняемые природные территории и приведены рекомендуемые размеры особо охраняемых природных территорий (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение функциональных элементов в природоохранных комплексах (ПОК) Приморского края [5]

Природно-хозяйственная и рекреационная зона (в скобках – тип ПОКа)	Площадь ПОКа, %	Соотношение функциональных зон, %				
		Эталонная	Средообразующая	Ресурсоохранная	Рекреационная	Кол-во памятников природы на 100 км ²
Бассейн р. Уссури (Раздольненский сельскохозяйственный)	24,0	3,0	15,0	5,3	0,2	8
Центральный Сихотэ-Алинь (Центральноприморский с.-х.)	24,0	1,9	10,1	5,8	0,2	8
Северное побережье (Тернейский охотничье-промысловый)	50,0	1,9	38,5	7,5	2,5	1
Бассейн оз. Ханка (Ханкайский с.-х.)	24,0	3,0	15,0	5,8	0,2	8
Южный Сихотэ-Алинь (Южносихотэ-алинский с.-х.)	24,0	1,9	16,1	5,8	0,2	6
Бассейн зал. Петра Великого (Раздольненский и Хасанский с.-х.)	24,0	3,0	15,0	5,8	0,2	8
Уссурийский, Владивостокский и Находкинский рекреационные районы	35,0	1,0	13,7	5,0	15,0	15
Дальнегорский (горнорудный)	60,0	5,3	43,6	15,8	1,2	1

Организационно-технический аспект проблемы рассматривается здесь с целью разработки предложений по формированию оптимальной особо охраняемой природной территории. Она должна обеспечить сохранение и воспроизводство природных ресурсов и генофонда, регулировать отношения в системе «природа–общество», компенсировать различные нарушения в экосистемах, а также способствовать (в комплексе с другими мероприятиями) поддержанию экологического равновесия и благоприятной среды для жизни человека [4].

При этом решается ряд задач: анализ современного состояния и определение оптимальной площади особо охраняемых природных территорий, разработка предложений по совершенствованию природоохранной системы, увязка планировочных решений, системы природоохранных мероприятий с предложениями по развитию

экологического каркаса территории. Особое место занимают природно-заповедные территории, обеспечивающие наиболее полное сохранение типичных, характерных, редких, уникальных или особо живописных ландшафтов.

Считается, что заповедники являются высшей и наиболее эффективной формой охраны природных комплексов. По нашему мнению [3], ни одна из категорий особо охраняемых природных территорий самостоятельно не может решить всех проблем охраны природы и устойчивости природопользования. Только система природоохранных, контролирующих и научно-исследовательских учреждений, организаций и предприятий составят природоохранный комплекс, который способен оказать существенное влияние на практику природопользования в макрорегионе. Основная цель природоохранного комплекса – обеспечить экологическое равновесие территории, которое обусловлено разнообразием местообитаний, биологическим разнообразием, определенным соотношением между интенсивно и экстенсивно используемыми землями.

Задачи природоохранного комплекса можно объединить в три группы соответственно основным направлениям охраны растительного покрова [5]:

1. Организация устойчивого использования растительных ресурсов и обеспечение их восстановления и повышения продуктивности:

- сохранение экологического баланса территории, типичных и уникальных ландшафтов;
- мобилизация экологических ресурсов природной среды и регулирование техногенных и антропогенных нагрузок;
- сохранение всего разнообразия растительных сообществ, видов и популяций, в том числе находящихся в опасности из-за антропогенных воздействий; управление природными процессами для непосредственной или перспективной эксплуатации растительного покрова;
- сохранение ценных растительных сообществ и популяций растений в целях длительного их использования.

2. Создание новых высокоорганизованных биоценозов как составной части оптимизируемых ландшафтов индустриальных и урбанизированных районов. Создание полуприродных или искусственных растительных сообществ для получения продуктов и создания среды, благоприятной для здоровья человека, сохранение их как образцов устойчивого природопользования, увеличение численности и продуктивности видов и популяций растений, имеющих ресурсное или фитомелиоративное значение, для их последующей эксплуатации.

3. Сохранение наиболее ценных объектов растительного мира на заповедных и других особо охраняемых природных территориях, используемых как хранилища генофонда видов растений и эталонных экосистем для обогащения растительного мира. Сохранение типичных и уникальных популяций, сообществ (экосистем для научно-образовательных целей как источника информации об эволюции органического мира, для размножения и последующей репатриации, а также для селекции и биотехнологии).

Чтобы выполнение этих задач было возможно, природоохранный комплекс должен обладать функциональной развитостью, территориальной взаимосвязанностью, географической репрезентативностью, открытостью и простотой устройства.

Исходя из анализа вещественно-энергетических связей в ландшафтной оболочке, выделяются следующие функциональные типы территорий [4]:

- 1) природно-географические узлы (элементы ландшафтов, наиболее подверженные антропогенным воздействиям, – верховья рек, озера, болота);
- 2) транзитные коридоры (магистраль обмена веществом и энергией – пути перемещения вод, воздушных масс, пути миграции видов);
- 3) буферные полосы (зоны охраны транзитных коридоров);
- 4) малоареальные объекты (отдельные деревья, малочисленные популяции редких видов и др.).

Их соотношения разнообразны, но обычно географические окна и транзитные коридоры – обширные мультифункциональные особо охраняемые природные территории (биосферные заповедники и национальные парки), буферные полосы – средообразующие и объектно-защитные особо охраняемые природные территории, малоареальные объекты – памятники природы.

Для обеспечения эффективности природоохранного комплекса осуществляется специальный анализ природной среды. Природоохранная разнокачественность территории позволяет придать природоохранному комплексу функциональную развитость, обеспечить географическую репрезентативность и территориальную взаимосвязь. Природоохранный комплекс включает функциональные зоны экстенсивного хозяйства, рекреационную, ресурсоохранную, средообразующую, эталонную.

Для каждого природоохранного района на морских побережьях юга Дальнего Востока России предусмотрен природоохранный комплекс, соответствующий природно-хозяйственной ситуации. Для каждой при-

родно-хозяйственной ситуации с учетом биогеографической приуроченности разработан комплекс особо охраняемых природных территорий, с помощью которого возможны эффективная регламентация природопользования, смягчение и ликвидация конфликтных ситуаций. Соотношение функциональных зон в процентах от площади природоохранного района рассчитано с учетом экспертных оценок и особенностей антропогенной динамики растительности в различных природных зонах.

Структура природоохранного комплекса определяется поэтапно и включает [4]:

- 1) выбор типа и размера природоохранного комплекса соответственно природно-хозяйственной ситуации;
- 2) функциональное зонирование природоохранного комплекса;
- 3) определение набора особо охраняемых природных территорий и акваторий;
- 4) распределение особо охраняемых природных территорий по функциональным зонам природоохранного комплекса;
- 5) определение очередности включения особо охраняемых природных территорий и акваторий в состав природоохранного комплекса.

Природоохранный комплекс представляет собой сеть особо охраняемых природных территорий, пронизывающую всю территорию. Тем самым он закрепляет ландшафтную организацию территории. Вместе с тем природоохранный комплекс – один из механизмов регламентации деятельности природопользователей. Ранее этой функции не уделялось должного внимания, но для выполнения своих задач природоохранный комплекс должен обладать свойством функциональной развитости.

Функциональная зона природоохранного комплекса – часть его территории, предназначенная преимущественно для выполнения одной из основных функций [3]:

- 1) охраны окружающей природной среды и предупреждения разрушительных природных процессов (*средообразующая зона*);
- 2) сохранения биологического разнообразия, генофонда, природных систем, а также для проведения научных исследований (*эталонная зона*);
- 3) сохранения и воспроизводства возобновимых ресурсов (*ресурсоохранная зона*);
- 4) сохранения и воспроизводства рекреационных ресурсов (*рекреационная зона*).

Простейший природоохранный комплекс – совокупность лесов различного хозяйственного назначения, охранных и защитных зон, памятников природы, неформальных природоохранных территорий. Такой природоохранный комплекс универсален и может быть организован в любой природной зоне и при любом типе природопользования. На последующих этапах освоения территории возрастает значение других особо охраняемых природных территорий, особенно мультифункциональных (биосферные заповедники, природные национальные парки и др.), поскольку они имеют несомненные преимущества перед другими особо охраняемыми природными территориями, особенно в охране природно-географических окон и транзитных коридоров.

Природоохранный комплекс развивается и усложняется по мере развития и усложнения природно-хозяйственной ситуации в соответствующем природоохранном районе и на Дальнем Востоке России в целом. В создании природоохранного комплекса участвуют многие организации и представители различных профессий с разным пониманием проблем природопользования и охраны природы и путей их решения.

Необходимы единые ориентиры, ими служат параметры природоохранного комплекса. В районах нового освоения земли для природоохранного комплекса могут быть зарезервированы заранее на основе прогноза природно-хозяйственной ситуации. В давно освоенных формирование природоохранного комплекса начинается обычно с анализа конфликтных ситуаций и выявления возможных путей снятия или смягчения конфликтности между природопользованием и охраной природы.

Разнообразие растительного покрова, согласно В.П. Селедцу [10], является важным условием стабильности экосистем, сохранения высокой продуктивности природных угодий при изменении погодноклиматических условий.

Основу сформированного природоохранного комплекса обычно составляют заповедники и заказники, в которых охраняются типичные и уникальные ландшафты, биологическое разнообразие и разнообразие местообитаний [5]. Все это служит основой для интенсивного развития сферы отдыха (особенно экологического туризма).

С позиции концепции адаптивного биоресурсного природопользования нами предлагается создание буферных зон и рекреационных систем (рекреационное природопользование) для отделения природоохранных комплексов от районов интенсивного природопользования и снижения антропогенного пресса [6]. Следовательно, схема использования природных ресурсов, принятая в рациональном природопользовании

(природопользование – рекреация – природоохранный комплекс), меняется на диаметрально противоположную схему.

В настоящее время при общем спаде экономики на Дальнем Востоке России отмечается заметное развитие сферы отдыха в целом. Однако с позиций отраслевой структуры сфера отдыха как отрасль экономики имеет тенденцию одностороннего развития. Сегодня это «выездной» туризм, связанный с коммерческими поездками в зарубежные страны. Интенсивность рекреационного природо- и ресурсопользования заметно снизилась, особенно на юге Дальнего Востока РФ, где объем извлечения лечебных углекислых вод составляет не более 7–10 % от общего эксплуатационного запаса, термальных вод – до 30 %; из 500 км морского побережья Южного Приморья (с пляжами и наиболее длительным периодом температуры воды выше 16°C) активно используется населением для отдыха около 200 км [6].

Используя метод экологических шкал Л.Г. Раменского [7] при изучении влияния антропогенных факторов на растительный покров, можно выявить изменения экологических режимов при сукцессиях, вызванных антропогенной эрозией, а также при рекреационных воздействиях. Это позволяет определить основные закономерности антропогенной динамики растительности и пути охраны его разнообразия при различных типах природопользования в условиях дальневосточного региона.

Для территории юга Дальнего Востока информация такого типа содержится в книге «Редкие виды растений советского Дальнего Востока и их охрана» [8] и научных работах Ю.И. Берсенева [1], Ю.И. Берсенева, Б.В. Цой и Н.В. Явновой [2], Н.С. Пробатовой, А.П. Соколовской [6] и других, которые были взяты нами в качестве исходных данных для анализа ситуации в Приморском крае (табл. 2).

Таблица 2

Особо охраняемые природные территории (ОПТ) Приморского края [5]

Административный район	Номер, наименование и категория охраняемой природной территории
1	2
Пожарский	1 – Бикино-Хорский ЗПп, 2 – Сопка Верхнеперевальская ППд, 3 – Верхнеперевальский школьный дендрарий ППд, 4 – Озеро Спондинское ППд, 5 – Васильевская сопка ППп, 6 – Володушка ППп, 7 – Родиола ППп
Тернейский	8 – Сихотэ-Алинский биосферный ЗПд, 9 – Озеро Благодатное ППд
Дальнереченский	10 – Петровские озера ППп
Дальнегорский	11 – Китовое Ребро ППп, 12 – Озеро Лобынцево ППд, 13 – Озеро Малое ППд, 14 – Озеро Гончарово ППд, 15 – Сопка Безымянная ППд, 16 – Сопка Глазовская ППд
Кавалеровский	17 – Скала Дерсу Узала ППд, 18 – Пещера Сверчков ППп
Яковлевский	19 – Бельцовский Утес ППп, 20 – Достоевские Озера ППп, 21 – Озеро Болсуновское ППд, 22 – Озеро Штаны ППд, 23 – Озеро Большое ППд
Ольгинский	24 – Старица ППп
Ханкайский	25 – Остров Сосновый ППп
Спасский	26 – Ханкайский ЗПд, 27 – Озеро Лопухова ППп, 28 – Озеро Тростниковое ППп
Хорольский	29 – Эвриала ППп
Черниговский	30 – Озеро Сибирцево ППд, 31 – Озеро Бересты ППд, 32 – Озеро Павленково ППд, 33 – Лotosовые Озера ППд, 34 – Сопка Синегайская ППд
Анучинский	35 – Заказник Анучинского лесхоза ЗКд, 36 – Тисовая роща ППд, 37 – Озеро Ореховое ППд
Партизанский	38 – Заказник Партизанского лесхоза ЗКд, 39 – Ливадийский Хребет ППп, 40 – Чертов Утес ППп, 41 – Гора Ольховая ППп, 42 – Сопка Сестра ППд, 43 – Резерват Лекарственных растений ППд, 44 – Копеечник ППп, 45 – Кровохлебка ППп, 46 – Роща Диморфанта ППд
Лазовский	47 – Парк дворца культуры угольщиков ППд, 48 – Лазовский ЗПд, 49 – Пограничный Октябрьский Озеро Заря ППд, 50 – Озеро Латвия ППд, 51 – Димериевый Луг ППп, 52 – Болото в окр. бухты Преображения ППп, 53 – Остров Халербе ППп, 54 – Шапка Мономаха ППп, 55 – Гора Лысая ППп, 56 – Заросль Эфедры ППд, 57 – Таудеминская дубрава ППп, 58 – Партизанская дубрава ППп, 59 – Киевская дубрава ППп, 60 – Преображенская дубрава ППп

Окончание табл. 2

1	2
Пограничный	61 – Шлемник Байкальский ППп
Октябрьский	62 – Возвышенность Фонтан ППд, 63 – Сенькина Шапка ППд, 64 – Новогеоргиевская абрикосовая роща ППд, 65 – Чернятинская абрикосовая роща ППд, 66 – Багульниковая сопка ППд, 67 – Гранатовская дубовая роща ППд, 68 – Фадеевская дубовая роща ППд, 69 – Ореховый Распадок ППд, 70 – Калиновая Роща ППд, 71 – Горная Пещера ППд, 72 – Синиловский родник ППд, 73 – Устье Выгонки ППд, 74 – Озеро Глубокое ППд, 75 – Сенькин Родник ППд
Уссурийский	76 – Уссурийский ЗПд
Шкотовский	77 – Озеро Бразениевое ППд, 78 – Озеро Гусиное ППд, 79 – Гора Змеиная ППп, 80 – Ливадийский Хребет ППп, 81 – Гора Криничная ППп, 82 – Арахниодес ППп
Город Артем	83 – Озеро Черепашье ППп
Город Владивосток	84 – Владивостокский пригородный лесопарк ЗКд, 85 – Чистоустановник Клейтона ППд
Хасанский	86 – Дальневосточный морской заповедник ЗПд, 87 – «Кедровая падь» ЗПд, 88 – Хасанский ЗПп, 89 – Барсовый ЗКд, 90 – Голубиный Утес ППд, 91 – Озеро Хасан ППп, 92 – Озеро Дорицине ППп, 93 – Бухта Сивучья ППп, 94 – Сопка Сюдари ППп, 95 – Алевритоптерис Куна ППп, 96 – Алевритоптерис Серебристый ППп, 97 – Альдрованда ППп, 98 – Нимфейник ППп, 99 – Бразения ППп, 100 – Бузульник ППп, 101 – Галосциаструм ППп, 102 – Касатик ППп, 103 – Лилия Буша ППп, 104 – Лотос ППп, 105 – Чилим ППп, 106 – Пузатка ППп

Примечание. Категории ОПТ: ЗПд – заповедник действующий; ЗПп – заповедник предлагаемый; ЗКд – заказник действующий; ЗКп – заказник предлагаемый; ППд – памятник природы действующий; ППп – памятник природы предлагаемый.

Выводы

1. По мере развития рыночных отношений возрастает значение природных ресурсов и соответственно природоохранных систем как гаранта рационального природопользования.

2. Формирующийся природоохранный комплекс Дальнего Востока Российской Федерации все больше испытывает на себе тенденции экономического развития, которые сказываются в усилении глобальных взаимосвязей (выражается в формировании глобальной сети биосферных заповедников) и формировании региональных систем (выражается в усилении связей между заповедниками и другими особо охраняемыми природными территориями, в формировании природоохранного комплекса административных и природно-хозяйственных районов, краев, областей, всего Дальнего Востока РФ).

3. Дифференциация стратегии и тактики природоохранной деятельности в разных экологических зонах является следствием социально-экономического подхода к природоохранной системе и к территории в целом.

4. Природоохранный комплекс необходим как сеть особо охраняемых природных территорий, пронизывающая всю территорию (для закрепления ландшафтной организации территории), как один из механизмов регламентации деятельности природопользователей.

Литература

1. Берсенев Ю.И. Особо охраняемые природные территории Приморского края: учеб.-метод. пособие. – Владивосток: МК-Дизайн, 1997. – 41 с.
2. Берсенев Ю.И. Особо охраняемые природные территории Приморского края / Ю.И. Берсенев, Б.В. Цой, Н.В. Явнова. – Владивосток, 2006. – 64 с.
3. Майоров И.С., Селедец В.П., Сырица М.В. Природоохранная система Приморского края и проблема охраны биоразнообразия: мат-лы II Междунар. экол. форума. – Владивосток: Изд-во ДГУ, 2007. – С. 177–185.
4. Майоров И.С., Селедец В.П., Сырица М.В. Этапы формирования региональной системы природоохранных территорий: мат-лы II Междунар. экол. форума. – Владивосток: Изд-во ДГУ, 2007а. – С. 185–189.

5. Майоров И.С., Селедец В.П., Сырица М.В. Оценка степени антропогенной трансформации экосистем и дифференциации стратегии и тактики природоохранной деятельности в разных экологических зонах Приморья // Риски и инновации в управлении стран АТР: сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: Русский остров, 2010. – С. 101–106.
6. Майоров И.С. Биоресурсное природопользование и экологическая безопасность: использование методов ландшафтной и региональной экологии в обосновании устойчивого природопользования в зоне экотонов морских побережий Дальнего Востока России. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2009 – 308 с.
7. Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. – Л.: Наука, 1971. – 335 с.
8. Редкие виды растений советского Дальнего Востока и их охрана. – М.: Наука, 2002. – 232 с.
9. Пробатова Н.С., Соколовская А.П. Кариологическое исследование сосудистых растений островов Дальневосточного государственного заповедника // Цветковые растения островов Дальневосточного морского заповедника. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. – С. 92–114.
10. Селедец В.П. Метод экологических шкал в ботанических исследованиях на Дальнем Востоке России. – Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 2000. – 248 с.



УДК 582.284.3

О.Е. Крючкова, С.Г. Садовникова

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОТЫ МАКРОМИЦЕТОВ ПРИПОСЕЛКОВЫХ ЛЕСОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

В статье представлены результаты исследований видового разнообразия и некоторых аспектов экологии макромицетов припоселковых лесов Красноярского края. Выявлено снижение числа видов и эколого-трофических групп грибов на антропогенно измененных территориях.

Ключевые слова: грибы, макромицеты, экология, припоселковые леса, Красноярский край.

О.Е. Kruchkova, S.G. Sadovnikova

SPECIES DIVERSITY AND ECOLOGICAL-TROPHIC PECULIARITIES OF MACROMYCETE BIOTA IN THE FORESTS NEAR SETTLEMENTS OF KRASNOYARSK TERRITORY

The research results on species diversity and some aspects of macromycete ecology in the forests near settlements of Krasnoyarsk territory are presented in the article. The decrease in the species number and in fungi ecological and trophic groups on the anthropogenically modified territories is revealed.

Key words: fungi, macromycetes, ecology, forests near settlements, Krasnoyarsk Territory.

Введение. Изучение видового разнообразия и экологии микобиоты припоселковых лесов актуально в связи с сильной антропогенной нагрузкой на них. Сообщества грибов страдают от нее так же, как и тесно связанные с ними сообщества растений. Негативное влияние испытывают практически все эколого-трофические группы макромицетов, видовое многообразие некоторых из них резко и зачастую безвозвратно сокращается. Однако данная проблема исследуется относительно небольшим кругом специалистов, причем рассматриваются преимущественно представители экологической группы грибов-кислотрофов [1, 2]. В Красноярском крае изучение влияния антропогенных факторов на сообщества макромицетов ранее почти не проводилось.

Цель исследований. Изучение биоты и экологии макромицетов припоселковых лесов Красноярского края (на примере окрестностей пос. Тинской Нижнеингашского района).

Задачи исследований. Выявление особенностей таксономической и эколого-трофической структуры биоты макромицетов в различных растительных ассоциациях исследуемой территории.

Объекты и методы исследований. Район исследований входит в территориальный комплекс Канской котловины, климатические условия которой характеризуются относительно коротким жарким летом, долгой холодной зимой и значительными амплитудами температур, что характеризует климат территории как резко континентальный [7]. Исследуемая территория относится к Бирюсинской подтаежной подпровинции Среднесибирской таежной области [7]. Основные типы растительности подтайги Канской котловины – леса (светлохвойные лиственничные и сосновые, темнохвойные долинные, мелколиственные и березовые формации), луга и болота. Большие площади лесов в той или иной степени затронуты рубкой и пожарами [6, 7]. Основные типы почв – черноземы, луговые и серые лесные оподзоленные почвы [8].

Исследования проводились с июня по сентябрь в период 2010–2011 гг. стандартным маршрутным методом с дополнительными стационарными исследованиями методом пробных площадей в окрестностях поселка Тинской Нижнеингашского района Красноярского края в нескольких растительных ассоциациях, различных по происхождению, флористическому составу, микроклиматическим условиям и степени влияния антропогенного фактора.

1. **Сосняк осочково-орляковый (СОО)** со значительным участием березы (7С3Б). Кустарниковый ярус в виде редких зарослей розы коричной (*Rosa cinnamomea* L.) и кизильника черноплодного (*Cotoneaster melanocarpa* Fisch.). В травяно-кустарничковом ярусе доминируют орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) и осочка большехвостая (*Carex macroura* Meinh.).

2. **Сосняк зеленомошно-разнотравный (СЗР)** с примесью березы (8С2Б). Кустарниковый ярус не выражен, представлен единичными экземплярами *R. cinnamomea*. Травяно-кустарничковый ярус развит слабо, в нем доминирует *C. macroura*, меньше представлены *V. myrtillus*, хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum* L.) и др. Моховой покров развит неравномерно, представлен в виде пятен *Pleurozium sp.* и других видов.

3. **Сосняк разнотравно-осочковый (СРО)** с единичными экземплярами березы (10С+Б). Кустарниковый ярус отсутствует, травяно-кустарничковый покров развит слабо, мозаично, в виде фрагментов, сложенных *C. macroura*, *E. sylvaticum*, земляникой лесной (*Fragaria vesca* L.). Моховой покров отсутствует. Данный участок подвергался воздействию низового пожара около 3 лет назад от времени проведения исследования.

4. **Сосняк мертвопокровный (СМ)** без примеси других пород (10С). Кустарниковый и травянисто-кустарничковый ярус практически отсутствуют. Участок испытывал воздействие низового пожара весной в год исследований.

Методика сбора материала, гербаризации образцов и идентификации видов была основана на работах некоторых отечественных авторов [3, 4, 5, 9]. Для количественной оценки сходства видовых составов макромицетов использовался коэффициент видового сходства Жаккара:

$$K_J = \frac{c}{a + b - c},$$

где a – число видов, отмеченных на первой пробной площади; b – число видов, отмеченных на второй пробной площади; c – число видов, общих для обеих площадей; K_J – коэффициент общности.

Для анализа трофической структуры микобиоты была использована шкала трофических групп, предложенная А.Е. Коваленко [9], с некоторыми изменениями: микоризообразователи – Mr; сапротрофы на древесине (ксилотрофы) – Le, гумусовые – Hu, на подстилке – St, на опаде – Fd, на обугленном субстрате – Cs; паразиты на деревьях и кустарниках – Pd.

В списке, отображающем таксономическую структуру изучаемой микобиоты (табл.), таксоны расположены в основном в соответствии с системой, принятой в «Словаре грибов Айнсворта и Бисби» [11]. Сокращения авторов при грибных таксонах приводятся в соответствии с электронной базой данных (<http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>).

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований на изученной территории выявлено 84 вида макромицетов, относящихся к 2 отделам, 2 классам, 10 порядкам, 30 семействам и 53 родам (табл.).

Таксономическая структура биоты макромицетов окрестностей пос. Тинской

Отдел, класс, порядок семейства (число родов/видов)	Род (число видов)
Отдел Ascomycota (3/3)	
Класс Ascomycetes (3/3)	
Порядок Helotiales (1/1)	
Сем. Cudoniaceae (1/1)	Spathularia (1)
Порядок Pezizales	
Сем. Pezizaceae (1/1)	Peziza violacea (1)
Сем. Pyronemataceae (1/1)	Anthracobia macrocystis (1)
Отдел Basidiomycota (48/81)	
Класс Basidiomycetes (48/81)	
Порядок Agaricales (21/33)	
Сем. Agaricaceae (3/3)	Agaricus (1), Cystoderma (1), Lepiota (1)
Сем. Lycoperdaceae (1/1)	Lycoperdon (1)
Сем. Pluteaceae (1/1)	Amanita (1)
Сем. Entolomataceae (1/2)	Entoloma (2)
Сем. Cortinariaceae (3/9)	Cortinarius (7), Galerina (1), Inocybe (1)
Сем. Hydnangiaceae (1/1)	Laccaria (1)
Сем. Hygrophoraceae (1/1)	Hygrophorus (1)
Сем. Marasmiaceae (2/2)	Armillaria (1), Mycetinis (1)
Сем. Coprinaceae (1/1)	Psathyrella (1)
Сем. Schizophyllaceae (1/1)	Schizophyllum (1)
Сем. Tricholomataceae (6/11)	Infundibulicybe (1), Gymnopus (2), Lepista (1), Mycena (3), Panellus (1), Tricholoma (3)
Порядок Boletales (4/5)	
Сем. Boletaceae (2/3)	Leccinum (1), Boletus (2)
Сем. Suillaceae (1/1)	Suillus (1)
Сем. Gomphidiaceae (1/1)	Chroogomphus (1)
Порядок Cantharellales (3/3)	
Сем. Cantharellaceae (3/3)	Craterellus (1), Cantharellus (1), Hydnum (1)
Порядок Gomphales (2/2)	
Сем. Ramariaceae (1/1)	Ramaria (1)
Сем. Gomphaceae (1/1)	Clavariadelphus (1)
Порядок Hymenochaetales (2/2)	
Сем. Hymenochaetaceae (2/2)	Coltricia (1), Porodaedalea (1)
Порядок Polyporales (14/21)	
Сем. Haralopilaceae (1/1)	Bjerkandera (1)
Сем. Ganodermataceae (1/1)	Ganoderma (1)
Сем. Fomitopsidaceae (2/3)	Fomitopsis (2), Piptoporus (1)
Сем. Polyporaceae (8/14)	Cerrena (1), Daedaleopsis (1), Fomes (1), Polyporus (1), Trametes (5), Trichaptum (2), Tyromyces (2), Lenzites (1)
Сем. Meruliaceae (1/1)	Merulius (1)
Сем. Steccheriaceae (1/1)	Steccherinum (1)
Порядок Russulales (3/14)	
Сем. Russulaceae (2/13)	Lactarius (3), Russula (10)
Сем. Stereaceae (1/1)	Stereum (1)
Порядок Tremellales (1/1)	
Сем. Tremellaceae (1/1)	Tremella (1)

Подавляющее большинство обнаруженных видов являются базидиальными грибами, среди которых агарикоидные макромицеты (51 вид) многочисленнее афиллофороидных (29 видов).

Наиболее крупными порядками по числу видов и родов являются *Agaricales* (33 вида, 21 род), *Polyporales* (21 вид, 14 родов) и *Russulales* (14 видов, 3 рода), включающие в общей сложности около 81 % от общего числа видов выявленной микобиоты. Неожиданно низкой оказалась видовая насыщенность порядка *Boletales* (5 видов, 4 рода).

Ведущими семействами по числу видов являются *Polyporaceae* (14 видов), *Russulaceae* (14 видов), *Tricholomataceae* (11 видов), *Cortinariaceae* (9 видов). Остальные семейства представлены менее чем 5 видами. Список крупнейших родов составляет *Russula* (10 видов), *Cortinarius* (7 видов), *Trametes* (5 видов), *Lactarius* (3 вида), *Muscena* (3 вида) и *Tricholoma* (3 вида), что составляет почти треть всего видового состава микобиоты.

Состав ведущих семейств и родов исследуемой биоты макромицетов в общих чертах характерен для всех микобиот лесной зоны умеренного пояса [10] и не имеет каких-либо специфических особенностей. Большинство из обнаруженных видов грибов являются широко распространенными, обычными для Сибири и изучаемой лесорастительной зоны, редок лишь *Tyromyces kmetii* (Bres.) Bondartsev & Singer.

Анализ трофической структуры исследуемой микобиоты (рис. 1) показал преобладание в ней микоризообразователей (Mr), которые составляют почти половину макромицетов исследуемой территории (37 видов; 44,0 %). Они представлены видами, в большинстве своем формирующими симбиотические ассоциации с деревьями хвойных пород. Второе место в исследуемой микобиоте занимает ксилотрофы (Le), заселяющие преимущественно крупномерный валеж или сухостой (26 видов; 36,0 %).

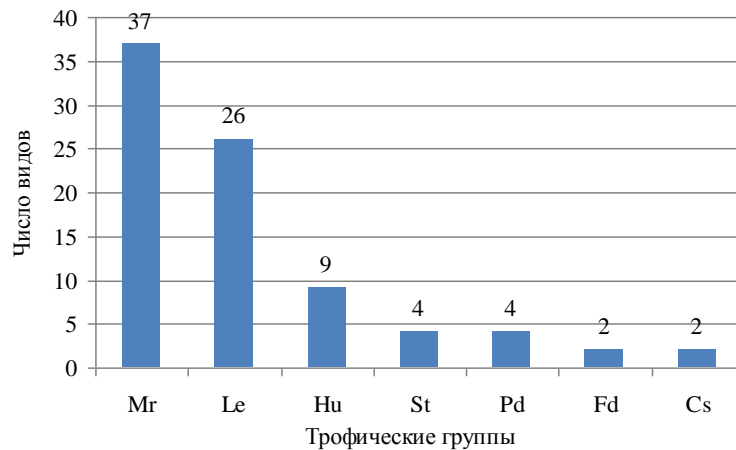


Рис. 1. Соотношение трофических групп в биоте макромицетов окрестностей пос. Тинской

Гумусовые сапротрофы (Hu) по числу видов занимают третью позицию (9 видов; 10,6 %). Значительно уступают им в видовом многообразии остальные трофические группы, к которым относятся сапротрофы на опаде (St, 4 вида; 4,8 %) и сапротрофы на подстилке (Pd, 4 вида; 4,8 %), паразиты на древесине и кустарниках (Fd, 2 вида; 2,4 %) и карботорфы (Cs, 2 вида; 2,4 %).

Особое внимание следует уделить ксилотрофным макромицетам, эта трофическая группа грибов во многом определяет состояние лесных экосистем.

Большинство выявленных видов ксилотрофов относится к группе трутовых грибов, входящих в порядок *Polyporales*, представителями агарикоидных являются *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. и *Psathyrella candolleana* (Fr.) Maire. Один вид – *Tremella mesenterica* Retz. – относится к гетеробазидиомицетам. Большая часть выявленных ксилотрофов (25 видов) приурочена к березе, что характерно для этой древесной породы в бореальной зоне [1, 2]. Доминирует обычный в Сибири *Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f., субдоминанты представлены *Daedaleopsis confragosa* (Bolton) J. Schröt., *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst. и *Trametes versicolor* (L.) Lloyd. На сосне выявлено 4 вида грибов, из которых чаще всего встречаются *Fomitopsis pinicola* (Alb. & Schwein.) P. Karst. и *Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrend.) Ryvarden.

Комплекс патогенных макромицетов на исследуемой территории включает в себя 11 видов, что составляет 42,3 % от всего числа (26 видов) обнаруженных здесь на данный момент ксилотрофов. Два из них (7,7 %) – *A. mellea* и *Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill – являются особо опасными вредителями лесного хозяйства, паразитизм прочих факультативен и проявляется в основном при угнетении древостоя (повреждение

коры, корней и пр.), что может оказаться значимым фактором в случае усиления антропогенной нагрузки на припоселковые леса. Прочие ксилотрофы изученной территории являются облигатными сапротрофами.

Изучение отношения выявленных в окрестностях пос. Тинской ксилотрофов к действию антропогенного фактора показало высокую долю характерных именно для нарушенных местообитаний ранево-рудеральных видов грибов (*Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst., *Schizophyllum commune* Fr., *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers., *T. Versicolor*), что свидетельствует о механической нарушенности леса [1, 2]. Несколько выявленных видов грибов (*S. commune*, *S. hirsutum*, *Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd, *Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvardeen, *Tyromyces chioneus* (Fr.) P. Karst. и др.) являются в том числе показателями влияния пирогенного фактора [1, 2].

Сопоставление характеристик микобиоты различных растительных ассоциаций изучаемой территории показало значительное отличие в структуре их сообществ макромицетов. Наибольшее число видов макромицетов (78 видов; 94,9 % от всех выявленных) было зарегистрировано в сосняке осочково-орляковом, в сосняке зеленомошно-разнотравном в два раза меньше (38 видов; 45 %). Еще ниже видовое разнообразие в сосняке разнотравно-осочковом, где было встречено всего 9 видов (10,7 %). Наименьшее число видов грибов было выявлено в сосняке мертвопокровном, всего 4 вида (4,8 %).

Наибольшая степень сходства видового разнообразия макромицетов была выявлена между сосняками осочково-орляковым и зеленомошно-разнотравным ($K_J=0,46$) и разнотравно-осочковым и зеленомошно-разнотравным ($K_J=0,24$), между прочими растительными ассоциациями оно незначительно.

Сопоставление трофических характеристик микобиот различных типов леса также показало сходную картину по соснякам осочково-орляковому и зеленомошно-разнотравному, где примерно в равных соотношениях были представлены основные шесть трофических групп грибов (рис. 2).

Более низкое участие ксилотрофов в микоценозе сосняка зеленомошно-разнотравного обусловлено низкой долей в нем березы. В сосняках разнотравно-осочковом и мертвопокровном остается по три трофических группы. В сосняке мертвопокровном, испытывавшем недавнее пирогенное воздействие, не выявлены подстилочные сапротрофы, но были замечены представители карботрофов (*Peziza violacea* Pers. и *Anthracobia macrocystis* (Cooke) Boud.), заселяющие обугленный субстрат.

Выявлен только один макромицет, встречающийся во всех четырех растительных ассоциациях, – гастеромицет *Lycoperdon perlatum* Pers. Этот широко распространенный и экологически пластичный вид способен жить в самых различных условиях.

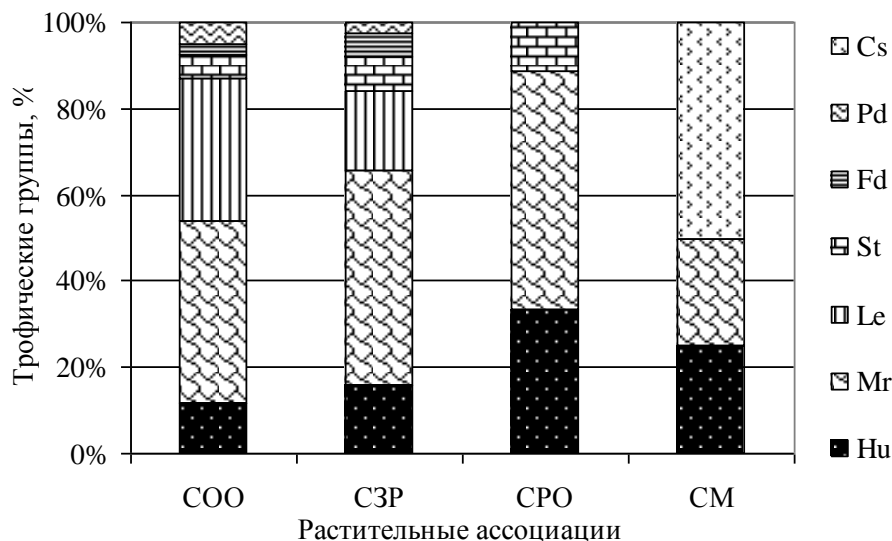


Рис. 2. Трофическая структура группировок макромицетов в различных растительных ассоциациях окрестностей пос. Тинской

Заключение. Таким образом, исследуемые припоселковые леса характеризуются достаточно низким видовым разнообразием макромицетов, ведущее положение в трофической структуре которых занимают микоризообразователи и ксилотрофы. Видовое богатство прочих экологических групп грибов, приуроченных к почвенно-подстилочному комплексу, значительно ниже. Исследованная биота макромицетов формируется в условиях сильного влияния антропогенного и пирогенного факторов, особенно выраженных в структуре ксиломицетокомплекса, представленного преимущественного ранево-рудеральными видами.

Литература

1. Арефьев С.П. Системный анализ биоты дереворазрушающих грибов. – Новосибирск: Наука, 2010. – 260 с.
2. Арефьев С.П. Микологические показатели дигрессии леса // Проблемы взаимодействия человека и природной среды. – Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2001. – С. 93–97.
3. Беглянова М.И. Флора агариковых грибов южной части Красноярского края (определитель). – Красноярск: Изд-во КГПИ, 1973. – Ч. 2. – 118 с.
4. Бурова Л.Г. Экология грибов макромицетов. – М.: Наука, 1986. – 223 с.
5. Горленко М.В., Сидорова И.И., Сидорова Г.И. Макромицеты Звенигородской биологической станции МГУ. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 84 с.
6. Зубарева Е.В., Антипова Е.В. Классификация основных типов растительности подтайги Канской котловины // Вестн. КГПУ. – 2006. – № 2. – С. 15–21.
7. Канско-Ачинский топливно-энергетический комплекс (КАТЭК) / под ред. В.В. Воробьева. – М.: Комитет геодезии и картографии СССР, 1991. – 52 с.
8. Ковалев Р.А. Почвенный покров Горно-Алтайской автономной области и пути его рационального использования // Вопросы развития сельского хозяйства Горного Алтая. – Новосибирск, 1968. – С. 23–24.
9. Коваленко А.Е. Экологический обзор грибов из порядка Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales в горных лесах центральной части Северо-Западного Кавказа // Микология и фитопатология. – 1980. – Т. 14. – Вып. 4. – С. 300–314.
10. Перова Н.В., Горбунова И.А. Макромицеты юга Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 158 с.
11. Ainsworth G.C., Kirk P.M., Bisby G.R. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi / ed. by P.M. Kirk, P.F. Cannon, G. David, J.A. Stalpers. – CAB International, 9th edit, 2001. – 655 p.



УДК 598.284

А.Н. Евтихова, А.П. Савченко

**ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ БЕРЕГОВОЙ *RIPARIA RIPARIA* L., 1758
И БЛЕДНОЙ *RIPARIA DILUTA* SHARPE ET WYATT, 1893 ЛАСТОЧЕК**

*В статье рассматриваются диагностические признаки видов ласточек *R. riparia* и *R. diluta*, а также вопросы их приоритетности. Обсуждаются видовые характеристики птиц в зоне симпатрии на юге Центральной Сибири.*

Ключевые слова: береговая ласточка, бледная ласточка, диагностические признаки.

А.Н. Evtikhova, А.П. Savchenko

**DIAGNOSTIC CHARACTERISTICS OF COMMON SAND MARTIN *RIPARIA RIPARIA* L., 1758
AND PALE SAND MARTIN *RIPARIA DILUTA* SHARPE ET WYATT, 1893**

*The diagnostic characteristics of the martin species *R. riparia* and *R. diluta*, as well as matters of their priority are considered in the article. The bird characteristics in the sympatry zone in the South of Central Siberia are discussed.*

Key words: common sand martin, pale sand martin, diagnostic characteristics.

Введение. Бледная *Riparia diluta* Sharpe et Wyatt, 1893 и береговая *Riparia riparia* L., 1758 ласточки – самостоятельные виды, признанные большинством ведущих орнитологов [2, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15]. Однако до сих пор также широко распространена точка зрения, согласно которой бледная ласточка рассматривается лишь в качестве подвида *R. riparia*. На наш взгляд, это отчасти связано с недостаточностью сведений о диагностических признаках *R. riparia* и *R. diluta*, многие из которых являются спор-

ными [3, 18], а также определенной трудностью, возникающей при дистанционном определении видовой принадлежности птиц.

Цель исследований. Выявление и анализ видовых диагностических признаков береговой и бледной ласточек, установление их приоритетности.

Материалы и методы исследований. В основу настоящей работы положены материалы полевых исследований 2008–2013 гг. Также изучены сборы зоологических музеев Московского государственного университета (МГУ) (370 экз.), Института систематики и экологии животных (ИСиЭЖ) СО РАН (17 экз.), Сибирского федерального университета (СФУ) (88 экз.), Красноярского педагогического университета (КГПУ) (3 экз.). Дополнительно коллектировано 90 экз. Всего обработано 568 коллекционных экземпляров обоих видов, в т.ч. 404 – *R. riparia*, 164 – *R. diluta*.

Полевыми исследованиями был охвачен юг Центральной Сибири, от широты г. Енисейска до широты г. Минусинска, где осмотрено более 100 колоний и окольцовано 7005 ласточек. Для установления видовой принадлежности птиц отлавливали паутинными сетями.

Морфометрические параметры измеряли по общепринятой методике [1] как у коллекционных экземпляров, так и у свежедобытых птиц. Данные для них приведены отдельно. Форму яиц характеризовали, исходя из индекса удлинённости ($V = 100 * (L - D)/D$), объем вычисляли по формуле $V = 0,51LB^2$ [7, 9]. Обработка и сравнение данных выполнена с использованием программ Statistica 7.0, MS Excel, MapInfo 7.8 SCP и Photoshop 7.0.

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящее время у береговой и бледной ласточек выделяют следующие подвиды: *R. r. riparia* Linnaeus, 1758, *R. r. innominata* Zarudny, 1916, *R. r. ijimae* Lonnberg, 1908, *R. r. shelleyi* Sharpe, 1885, *R. r. eilata* Shirihai & Colston, 1992, *R. r. taczanowskii* Stegmann, 1925, *R. r. kolymensis* Buturlin, 1917 и *R. d. gavrilo* Loskot, 2001, *R. d. transbaykalica* Goroshko, 1993, *R. d. diluta* Sharpe et Wyatt, 1893, *R. d. indica* Ticehurst, 1916, *R. d. fohkienensis* La Touche, 1908, *R. d. tibetana* Stegmann, 1925 [3, 5, 14, 15, 17 и др.]. Кроме того, нами доказано, что береговые ласточки, населяющие территорию Западной и Центральной Сибири, а также северную и восточную часть Казахстана, отличаются от номинативного подвида более темной окраской оперения и морфометрическими характеристиками, по причине чего они были выделены нами в новый подвид *R. r. sibirica* Evtikhova et Redkin, 2012. Более мелкие и светлоокрашенные птицы, известные по экземплярам из Забайкалья и Восточной Монголии и исследованные О.А. Горошко, рассматриваются нами как *R. r. goroshkoi* Evtikhova et Redkin, 2012.

Птицы с территории Республики Тыва, северной и северо-западной части Монголии также отнесены нами к отдельному подвиду *R. r. macrorhyncha* Evtikhova et Redkin, 2012 [4, 6]. Для бледной ласточки также описана новая форма, вероятно, гнездящаяся в среднем течении р. Лена и бассейне р. Вилюй и характеризующаяся относительно мелкими размерами и серым оттенком оперения верхней стороны тела [5].

Считается, что окрас оперения и контрастность его отдельных участков являются наиболее значимыми для диагностики всех форм *R. riparia* и *R. diluta*. О. Горошко [3] предложил такие дополнительные характеристики (в порядке убывания диагностической важности), как грудная перевязь, выраженность границ между кроющими уха и горла, окрас кроющих уха, окрас редуцированного первостепенного махового, а также глубину вырезки хвоста и степень оперенности цевки. В. Лоскот [18] указывал на то, что наиболее значимыми для дифференциации *R. riparia* и *R. diluta* является сочетание следующих признаков: окрас оперения верха тела и грудной перевязи, выраженность границ грудной перевязи и оперенность цевки (полностью оперенная у *R. Diluta* и представленная у *R. riparia* пучком перьев у основания заднего пальца), отмечая, что последний является одной из наиболее важных и наименее подверженных изменчивости диагностических характеристик.

При выполнении полевых исследований на территории юга Центральной Сибири и при работе с коллекционными материалами ласточек рода *Riparia* нами также предпринята попытка ревизии и выявления дополнительных видовых признаков *R. riparia* и *R. diluta*.

На наш взгляд, самым надежным признаком, позволяющим диагностировать принадлежность особей к *R. riparia* или *R. diluta*, является выраженность границ грудной перевязи, кроющих уха и горла. Горло у *R. riparia* чисто-белое, у *R. diluta* – с сероватым оттенком, по причине чего контрастность оперения у бледной ласточки также менее выражена. Эти признаки можно рассматривать в комплексе, но контрастность границ грудной перевязи более надежна для диагностики. Окраска верха тела у обоих видов подвержена значительной географической изменчивости, например, подвид *R. r. taczanowskii* имеет очень светлую окраску и небольшие размеры тела, а *R. d. gavrilo* – относительно темную окраску и крупные размеры и при сравнении птиц по данному признаку сложно установить их видовую принадлежность.

лежность. Однако в целом следует отметить, что в окрасе береговой ласточки преобладают бурые тона, в то время как у бледной – серые.

Как указывает О. Горошко [3], обычно у *R. riparia* редуцированное первое маховое перо темное и практически не отличается от остальных маховых, а у бледной ласточки – светлое и хорошо контрастирует с ними. Среди 182 экземпляров береговой ласточки у 159 птиц первое маховое было темное, у 18 – светловатое, у 5 птиц – светлое (соответственно 87,4; 9,9; 2,7 %). Светлое первостепенное маховое было у птиц как из аллопатричных частей ареала (4 экз.), так и в области симпатрии (1 экз.). Среди 54 экземпляров *R. diluta* у 42 птиц отмечено светлое редуцированное первое маховое перо, у 9 – светловатое у 3 – темное (соответственно 77,8; 16,7; 5,6 %). Темное первое маховое отмечено у птиц с территории юга Центральной Сибири (2 экз.) и Юго-Востока Монголии (1 экз.). У части *R. riparia* край первого редуцированного махового имеет светлую каемку.

О. Горошко [3] ставил оперенность цевки на последнее место в ряду диагностических признаков. Напротив, В. Лоскот [18] относил этот признак к одному из самых важных. Нами отмечено, что полностью оперенная цевка у *R. riparia* встречается чаще, чем на это указывал В. Лоскот, и служит более постоянным признаком, нежели об этом писал О. Горошко. Полностью оперенная цевка была отмечена нами у 11 особей *R. riparia* из 336 экз., еще у 5 оперение заходило за середину цевки, таким образом, для 4,7 % осмотренных нами береговых ласточек характерна нетипичная оперенность цевки.

Данный факт также отмечен у птиц как из аллопатричных частей, так и в области симпатрии. Отметим, что нетипично оперенная цевка у *R. riparia* чаще встречалась у птиц на северо-востоке и востоке ареала (в основном у *R. r. kolymensis*) и лишь у 1 экземпляра с европейской части области обитания (рис.). При этом коллекционные сборы с западной части ареала количественно превосходят таковые из мест, где нами у береговушки отмечена нетипичная оперенность цевки. На наш взгляд, этот признак может быть связан с историей формирования *R. riparia* как вида и его расселением в Евразии, которое, вероятно, шло с северо-востока на запад континента [16]. Для *R. diluta* данный признак является более постоянным. Среди коллектированных нами экземпляров отмечены лишь два, у которых оперение цевки было представлено только пучком перьев в основании заднего пальца.



Места коллекционных сборов *R. riparia*, у которых выявлена нетипичная оперенность цевки

При прижизненном осмотре центрально-сибирских ласточек нами отмечено, что ноги у большинства птиц *R. riparia* имеют светловато-бурую окраску, в то время как у бледной ласточки – темно-серую. Надо сказать, что на различие окраски ног береговой и бледной ласточек указывал еще Р. Мекленбурцев [8], но данному признаку тогда не придавалось особого значения. Позже другими авторами цвет ног при диагностике также не рассматривался. Вероятно, это связано с тем, что у коллекционных экземпляров роговой покров ног со временем темнеет. Исследованиями констатировано, что *R. riparia* и *R. diluta* с территории юга Центральной Сибири хорошо различаются по данному признаку. У 35 свежедобывтых экземпляров береговой ласточки (87,5 %) ноги имели светловато-бурую окраску, более светлую и хорошо отличимую от ног бледной ласточки. У 46 экземпляров *R. diluta* (92,0 %) ноги были темно-серого цвета. При прижизненном осмотре более 1 тыс. птиц ласточки надежно диагностировались по этому признаку.

Различия между видами в зоне симпатрии на юге Центральной Сибири четко проявляются и при морфометрии при $P < 0,001$ (табл. 1).

Морфометрические показатели *R. riparia* и *R. diluta* юга Центральной Сибири
(живые свежедобытые птицы)

Показатель	n	<i>R. riparia</i>	n	<i>R. diluta</i>
Масса тела, г (<i>lim</i>)	79	14,7±0,12 (11,9-17,9)	298	12,5±0,06 (10,0-15,7)
Рзх, мм (<i>lim</i>)	35	292,2±0,9 (280,0-303,0)	39	279,1±1,0 (263,0-295,0)
ДТл, мм (<i>lim</i>)	35	141,5±0,4 (135,0-146,0)	39	132,5±0,6 (125,0-140,5)
ДКр/ДТл, % (<i>lim</i>)	35	78,1±0,26 (75,2-81,7)	38	79,1±0,26 (75,4-83,3)
ДГл, мм (<i>lim</i>)	30	25,5±0,1 (24,4-26,3)	38	24,6±0,1 (23,6-25,6)
ДКр, мм (<i>lim</i>)	113	110,8±0,2 (105,0-116,0)	319	104,2±0,1 (97,0-111,0)
ВКр, мм (<i>lim</i>)	34	59,6±0,4 (55,3-63,4)	39	55,4±0,2 (52,3-58,8)
ВКр/ДКр, % (<i>lim</i>)	34	54,0±0,3 (50,3-56,8)	39	52,9±0,2 (49,8-55,5)
ДХв/ДТл, % (<i>lim</i>)	34	38,38±0,3 (35,53-41,9)	38	37,25±0,2 (35,11-40,79)
ДХв, мм (<i>lim</i>)	34	54,3±0,4 (49,8-59,5)	39	49,3±0,3 (45,8-52,8)
ВХв, мм (<i>lim</i>)	106	9,2±0,15 (5,0-13,0)	193	7,2±0,09 (3,0-10,0)
ВХв/ДХв (<i>lim</i>)	34	18,0±0,5 (9,3-23,4)	36	14,5±0,4 (9,4-19,3)
Цв, мм (<i>lim</i>)	34	10,6±0,06 (10,0-11,5)	37	10,3±0,04 (9,8-10,9)
ДКл, мм (<i>lim</i>)	35	7,0±0,04 (6,5-7,5)	37	6,67±0,04 (6,1-7,0)
ДКлН, мм (<i>lim</i>)	108	4,76±0,03 (4,0-5,6)	108	4,39±0,02 (3,7-5,1)
ШКл, мм (<i>lim</i>)	35	8,74±0,1 (7,3-9,9)	39	8,18±0,08 (7,0-9,0)
ШКлН, мм (<i>lim</i>)	35	3,7±0,03 (3,3-4,0)	39	3,45±0,03 (3,1-3,8)
ВКл, мм (<i>lim</i>)	35	2,74±0,03 (2,4-3,2)	39	2,57±0,02 (2,3-2,9)
ВКлН, мм (<i>lim</i>)	35	2,38±0,02 (2,1-2,6)	39	2,18±0,02 (1,9-2,4)
ДХв/ДКр (индекс крыла), % (<i>lim</i>)	34	49,2±0,3 (45,7-53,4)	39	47,1±0,2 (44,5-49,5)
ШКлН/ДКлН+ШКлН (индекс клюва), мм (<i>lim</i>)	35	4,49±0,04 (4,02-4,87)	38	4,22±0,03 (3,77-4,64)
Масса тела/ДКр, % (<i>lim</i>)	79	13,2±0,1 (10,9-15,4)	297	12,0±0,05 (9,9-14,7)

Примечание. Рзх – размах крыльев; ДТл – длина тела; ДГл – длина головы; Дкр – длина крыла; ВКр – верхняя часть крыла; Дхв – длина хвоста; ВХв – выемка хвоста; Цв – цевка; ДКл – длина клюва от заднего края рампотехи; ДКлН – длина клюва от переднего края ноздри; ШКл – ширина клюва на уровне заднего края рампотехи; ШКлН – ширина клюва на уровне переднего края ноздри; ВКл – высота клюва на уровне заднего края рампотехи; ВКлН – высота клюва на уровне переднего края ноздри.

Кроме того, метод дискриминантного анализа показал, что такие морфометрические характеристики, как высота клюва на уровне переднего края ноздри ($\lambda=0,190157$), длина клюва ото лба ($\lambda=0,178202$) и длина тела ($\lambda=0,175696$), вносят наибольший вклад в дискриминацию между видами.

Длина крыла исследуемых видов хорошо различается ($p<0,001$) и составляет для живых и свежедобытых птиц 110,8±0,2 ($n = 113$) мм у береговой ласточки и 104,2±0,1 ($n = 319$) мм у бледной, для коллекционных экземпляров – 110,2±0,4 ($n = 25$) и 103,5±0,4 ($n = 47$) мм соответственно. Доля птиц, имеющих длину крыла ≥ 107 мм, составляет для *R. diluta* 14,4 %, для *R. riparia* – 85,8 %.

Бледная ласточка также имеет более короткий хвост. Отношение данной величины к длине тела птицы составляет для *R. riparia* 38,38±0,3 % ($n = 34$) и 37,25±0,2 % ($n = 38$) для *R. diluta*. Хвостовая выемка *R. diluta* также менее глубокая – 7,2±0,09 мм ($n = 193$) против 9,2±0,15 мм ($n = 106$) у *R. riparia*. Для бледной ласточки характерна и меньшая величина данного признака относительно длины хвоста – 14,5±0,4 % ($n = 36$) против 18,0±0,5 % ($n = 34$) у береговой ласточки.

Однако, как следует из табл. 1, морфометрические признаки *R. riparia* или *R. diluta* широко перекрываются, в том числе и величина вырезки хвоста, выделяемая О.А. Горошко в качестве одного из характерных диагностических признаков. Только у 27,4 % береговушек и 29,5 % бледных ласточек её значения не перекрываются. Поэтому данный признак вряд ли может иметь важное диагностическое значение.

При изготовлении тушек птиц нами были также взяты краниометрические показатели видов (табл. 2). Все параметры черепов ласточек достоверно различаются.

Таблица 2

Краниометрические показатели *R. riparia* и *R. diluta* на юге Центральной Сибири

Показатель	n	<i>R. riparia</i>	n	<i>R. diluta</i>	p
ДлЧ, мм (lim)	18	16,21±0,08 (15,4-16,8)	30	15,54±0,06 (14,8-16,3)	<0,001
ШЧ, мм (lim)	20	13,46±0,1 (12,3-14,2)	31	12,65±0,03 (12,2-13,0)	<0,001
ВЧ, мм (lim)	20	11,76±0,07 (11,2-12,2)	31	11,34±0,05 (10,7-11,8)	<0,001
ДГл, мм (lim)	20	10,0±0,06 (9,6-10,5)	27	9,2±0,04 (8,8-9,7)	<0,001
ШЧ/ДлЧ, % (lim)	20	83,03±0,4 (79,5-87,1)	30	81,42±0,3 (77,3-85,43)	<0,01
ВЧ/ДлЧ, % (lim)	20	72,6±0,4 (69,64-76,77)	30	72,92±0,3 (69,48-77,12)	<0,05
ДГл/ДлЧ, % (lim)	20	61,72±0,004 (59,39-64,81)	26	59,0±0,003 (56,44-62,67)	<0,001

Примечание. ДлЧ – длина черепа от предлобной кости до наиболее выступающей части верхней затылочной кости; ШЧ – максимальная ширина черепа; ВЧ – максимальная высота черепа.

Нами также было проведено изучение ооморфологических показателей близкородственных видов ласточек. Размеры яиц могут служить одним из детерминированных генетических признаков, характеризующих различные виды птиц. Яйца ласточек взвешивали и измеряли после формирования полной кладки (свежеснесенные) (табл. 3).

Таблица 3

Ооморфологические показатели бледной и береговой ласточек юга Центральной Сибири

Показатель	<i>R. riparia</i>	<i>R. diluta</i>	p
n	52	83	
Длина яиц, мм, X±m/limit	17,87±0,07/16,58-19,37	17,00±0,09/15,03-18,89	<0,001
Диаметр яиц, мм, X±m/limit	12,99±0,04/12,26-13,52	12,16±0,04/11,26-13,04	<0,001
Масса яиц, г, X±m/limit	1,53±0,01/1,33-1,76	1,27±0,01/0,93-1,65	<0,001
Объем яиц, см ³ , X±m/limit	15,39±0,11/13,49-17,17	12,87±0,15/9,83-16,36	<0,001
Индекс удлиненности, %	37,59±0,67/27,69-54,32	39,80±0,64/27,7-54,32	<0,05

По линейным показателям яйца *R. riparia* имеют большие размеры и более округлую форму, *R. diluta* – более удлиненную. Яйца бледной и береговой ласточек белого цвета, свежеснесенные – грязно-белого матового цвета, полупрозрачные, насиженные – чисто-белые и глянцевого.

Для Забайкалья О.А. Горошко указывает на отсутствие различий у бледной и береговой ласточек по размерным показателям яиц. Однако следует учитывать, что и сами птицы в данном регионе имеют меньшие видовые различия, в том числе и по морфометрическим характеристикам.

Заключение. Таким образом, в результате проведенного нами исследования, ранжирование диагностических признаков у *R. riparia* и *R. diluta* по их важности следует расположить в следующей последовательности: выраженность границ грудной перевязи и кроющих уха, степень оперенности цевки, окрас первого редуцированного махового пера. Кроме того, для ласточек с территории юга Центральной Сибири важным диагностическим признаком следует считать окраску ног (что, вероятно, характерно и для птиц всего ареала), а также различия в морфометрических, краниометрических и ооморфологических параметрах.

Литература

1. Определение пола и возраста воробьиных птиц фауны СССР / Н.В. Виноградова, В.Р. Дольник, В.Д. Ефремов [и др.]. – М., 1976. – 189 с.
2. Гаурилов Э.И., Савченко А.П. О видовой самостоятельности бледной ласточки // Бюл. МОИП. – М., 1991. – Т. 96. – Вып. 4. – С. 34–44.
3. Горошко О.А. О таксономическом статусе бледной (береговой?) ласточки *Riparia (Riparia?) diluta* (Sharpe et Wyatt, 1893) // Рус. орнитол. журн. – 1993. – Т. 2. – Вып. 3. – С. 303–323.
4. Евтихова А.Н., Редькин Я.А. Подвиды береговой ласточки *Riparia riparia* (Linnaeus, 1758) фауны России и сопредельных территорий // Рус. орнитол. журнал. – 2012. – Т. 21. – Вып. 816. – С. 284–287.
5. Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. Список птиц Российской Федерации. – М., 2006. – 281 с.
6. Некоторые авифаунистические находки на территории Республики Тыва / Е.А. Коблик, Я.А. Редькин, Г.А. Семенов [и др.] // Тр. Ин-та систематики и экологии животных СО РАН. – М., 2011. – Т. 47. – С. 235–241.

7. Костин Ю.В. О методике ооморфологических исследований и унификации описаний оологических материалов // Методика исследования продуктивности и структуры видов птиц в пределах их ареалов. – Вильнюс, 1977. – С. 14–22.
8. Мекленбурцев Р.Н. Ласточковые // Птицы Советского Союза / под ред. Г.П. Дементьева, Н.А. Гладкова. – М.: Сов. наука, 1954. – Т. 6. – С. 729–741.
9. Мяндр Р. Внутривидовая изменчивость птичьих яиц. – Таллин, 1988. – С. 196.
10. Портенко Л.А. Фауна Анадырского края. Птицы // Тр. Науч.-исслед. ин-та полярного земледелия, животноводства и промыслового хоз-ва. – 1939. – Т. 5. – Ч. 1 – С. 5–211.
11. Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири: справочник-определитель. – Екатеринбург, 2001. – 608 с.
12. Савченко А.П. Миграции наземных позвоночных Центральной Сибири и проблемы экологической безопасности: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Улан-Удэ, 2009. – 50 с.
13. Степанян Л.С. Конспект орнитологической фауны России и сопредельных территорий (в границах СССР как исторической области). – М.: Академкнига, 2003. – С. 362–364.
14. Dickinson E.C., Dekker R.W. Systematic notes on Asian birds. 13. A preliminary review of the Hirundinidae // Zool. Verh. Leiden – 2001. – P. 127–144.
15. Handbook of the birds of the World. – 2004. – Vol. 9. – P. 647–648.
16. Pleistocene evolution of closely related sand martins *Riparia riparia* and *R. diluta* / A. Pavlova, R.M. Zink, S. Drovetski [et al.] // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2008. – Vol. 48. – P. 61–73.
17. Loskot V.M. New subspecies of Pale Sand Martin, *Riparia diluta* (Sharpe & Whyatt), from the Altai and Middle Siberia (Aves: Hirundinidae) // Zoosystematica Rossica. – 2001. – Vol. 9. – P. 461–462.
18. Loscot V.M. Systematic notes on Asian birds. 61. New data on taxonomy and nomenclature of the Common Sand Martin *Riparia riparia* (Linnaeus, 1758) and the Pale Sand Martin *R. diluta* (Sharpe & Wyatt, 1893) // Zool. Med. Leiden. – 2006. – Vol. 80. – P. 213–223.



УДК 633.1:632.12

Е.Н. Еськова, И.С. Коротченко

ВЛИЯНИЕ ГУМАТА НАТРИЯ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Исследованиями авторов статьи установлено, что характер и сила воздействия тяжелых металлов на рост растений определяются в первую очередь их концентрацией в корнеобитаемой среде. При наличии высокой концентрации они ингибируют ростовые процессы. Использование в качестве детоксиканта тяжелых металлов гумата натрия улучшает все показатели начального роста ярового ячменя, причем более эффективной оказывается концентрация гумата 0,30 г/кг почвы.

Ключевые слова: тяжелые металлы, кадмий, свинец, детоксикант, гумат натрия, морфометрические показатели.

Е.Н. Eskova, I.S. Korotchenko

THE SODIUM HUMATE INFLUENCE ON THE TEST-CULTURE MORPHOMETRIC INDICES IN THE CONDITIONS OF SOIL POLLUTION BY HEAVY METALS

It is established by the authors' research that the nature and strength of the heavy metals influence on the plant growth are primarily determined by their concentration in the root environment. In the presence of high concentrations they inhibit the growth processes. The use of sodium humate heavy metals as detoxicant improves all the indicators of spring barley primary growth, and more effective is the humate concentration 0,30 g/kg of soil.

Key words: heavy metals, cadmium, lead, detoxicant, sodium humate, morphometric indices.

Введение. Техногенное загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами – одна из наиболее острых экологических проблем [2]. Значительное увеличение содержания тяжелых металлов в окружающей среде сопровождается их накоплением в растениях, что оказывает негативное влияние на рост, развитие и продуктивность [1, 7–9, 12–15].

Большинство тяжелых металлов не являются необходимыми для растений, однако они могут ими активно поглощаться, накапливаться и по пищевым цепям поступать в организм человека [5, 12, 17]. Опасность металлов усугубляется еще и тем, что они обладают кумулятивным действием и сохраняют токсические свойства в течение длительного времени [11, 16]. Наиболее опасными среди них считаются свинец и кадмий [1, 3, 4, 6].

Одним из способов предотвращения неблагоприятного воздействия тяжелых металлов является использование детоксицирующих препаратов. В качестве детоксикантов могут выступать органические вещества как прекрасные инактиваторы тяжелых металлов в почве. Они повышают буферность почвы, способствуют снижению концентрации солей в почвенном растворе, уменьшению фитотоксичности многовалентных тяжелых металлов и препятствует поступлению их в растения. Внесение в почву детоксиканта способствует улучшению условий произрастания растений. Одним из таких веществ может служить гумат натрия.

Цель исследований. Оценка влияния гумата натрия на морфометрические показатели тест-культуры в условиях загрязнения почв кадмием и свинцом.

Объекты и методы исследований. Для исследования фитотоксичности почв, загрязненных кадмием и свинцом в качестве тест-культуры, был использован яровой ячмень сорта Красноярский 80.

Оценка влияния тяжелых металлов и гумата натрия на морфометрические параметры ярового ячменя проводилась в лабораторных условиях с использованием вегетационных сосудов, наполненных почвой (чернозем выщелоченный). Для закладки опыта использовали почву пахотного слоя, взятую с полей СПК «Зыковский». Перед закладкой опыта по результатам агрохимического анализа почва имела следующие характеристики: гумус – 7,7 %, рН_{KCl} – 7,5, сумма обменных оснований – 42 мг-экв/100 г, подвижный фосфор – 300 мг/кг, обменный калий – 150 мг/кг, ЕКО – 57,6 мг-экв/100 г почвы.

Тяжелые металлы в концентрации от 1 до 5 ПДК вносили в опытные варианты в виде хорошо растворимых солей (CH₃COO)₂Pb, 3CdSO₄*8H₂O. Расчет концентрации проводили согласно данным ПДК [6]. В качестве детоксиканта тяжелых металлов использовали гумат натрия в дозе 0,15 и 0,3 г на 1 кг почвы. После внесения необходимых ингредиентов почва инкубировалась в течение 7 дней. Объектами служили 30 семян в одном сосуде, все опыты проводили в 4 повторностях. По истечении 10 сут после появления дружных всходов проводили измерение длины и биомассы ростков и корней.

Статистическую обработку осуществляли при помощи пакета Microsoft Excel 97 для Windows и компьютерного пакета статистических программ «Snedecor».

Результаты исследований и их обсуждение. При выращивании ярового ячменя под действием ионов кадмия и свинца наблюдалось усиление ингибирования ростовых процессов с увеличением концентрации тяжелых металлов.

Снижение средней длины проростка кадмий и свинец начали вызывать в концентрации от 2 до 5 ПДК, причем значимые (P≤0,01) изменения наблюдались только от 3 ПДК (табл. 1). Отличия от фона при загрязнении свинцом в концентрации 3 ПДК составило 5,9 %; 4 ПДК – 13,6; 5 ПДК – 16,2 %. В варианте с кадмием угнетение при 3 ПДК составило 5,3 %, при 4 ПДК – 12,4, а при 5 ПДК – 17,8 %.

Внесение гумата натрия как детоксиканта тяжелых металлов оказало положительное воздействие на величину средней длины проростка как в варианте с кадмием, так и в варианте со свинцом. Двойная концентрация гумата натрия оказалась более эффективной, так как увеличение средней длины проростка возросло в среднем на 14–16 %, а концентрация детоксиканта 0,15 г/кг почвы способствовала в среднем увеличению показателя лишь на 5–7 %.

Таблица 1

Влияние тяжелых металлов (ТМ) и гумата натрия на среднюю длину проростка ярового ячменя

ТМ	Вариант опыта	Доза гумата Na, г/кг почвы	Доза внесения в почву ТМ				
			1 ПДК	2 ПДК	3ПДК	4 ПДК	5 ПДК
Средняя длина проростка (фон – 208,5±0,16), мм							
Pb	Без детоксиканта	–	208,7±0,10	208,3±0,62	206,4±0,34**	201,7±0,88**	174,7±1,01**
	Гумат натрия	0,15	209,1±0,29	208,7±0,29	206,9±0,39*	206,5±0,37**	188,3±0,43**
		0,3	209,4±0,29	209,1±0,22	207,8±0,17	209±0,46 _{aa}	201,9±0,33**
Cd	Без детоксиканта	–	208,6±0,23	208,3±0,34	206,5±0,38*	200,4±0,54**	171,3±0,81**
	Гумат натрия	0,15	208,8±0,36	208,5±0,29	206,9±0,35*	204,6±0,47**	184,5±1,23**
		0,3	209,1±0,26	209±0,12	208±0,36	208,4±0,31	198,3±1,09**

* Значения достоверны при P≤0,05; ** P≤0,01 (в качестве контроля выступает фон).

Возрастающие дозы тяжелых металлов вызывают у растений в первую очередь замедление роста корней [10, 12]. Это связано с тем, что корни являются первым барьером на пути транспорта металлов из почвы в растение, и именно корень берет на себя основную функцию по их аккумуляции и детоксикации.

Так, в случае внесения в почву токсикантов происходит достоверная ($P \leq 0,01$) депрессия средней длины корня уже с концентрации 2 ПДК кадмия и 3 ПДК свинца (табл. 2). Наибольшее снижение наблюдается при высокой концентрации кадмия от 18 до 31 %, свинца – от 19 до 28 %.

При загрязнении почвы кадмием гумат натрия в концентрации 0,15 г/кг приводит к увеличению данного показателя при 1 ПДК на 1,5 %, при 2 ПДК – на 2,7, при 3 ПДК – на 5,4, при 4 ПДК – на 11,7, при 5 ПДК – на 28,4 % по сравнению с вариантом без детоксиканта (табл. 2). При использовании двойной концентрации гумата натрия средняя длина корня увеличивается почти в 1,5 раза, поэтому эта концентрация и является более эффективной. Сходные тенденции стимулирующего действия детоксиканта выявлены и при загрязнении почвы свинцом.

Таблица 2

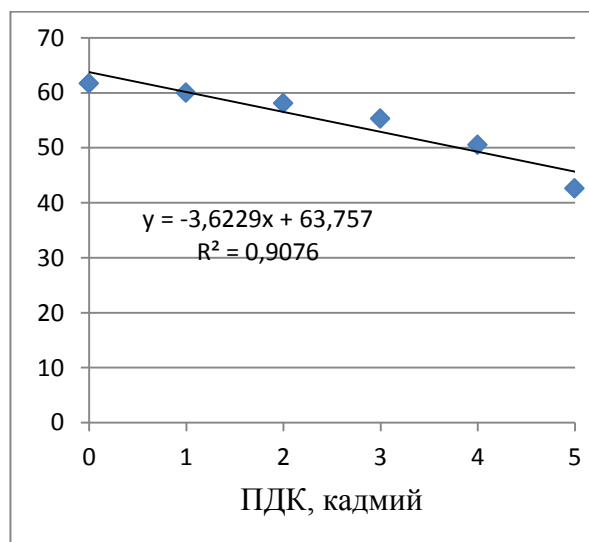
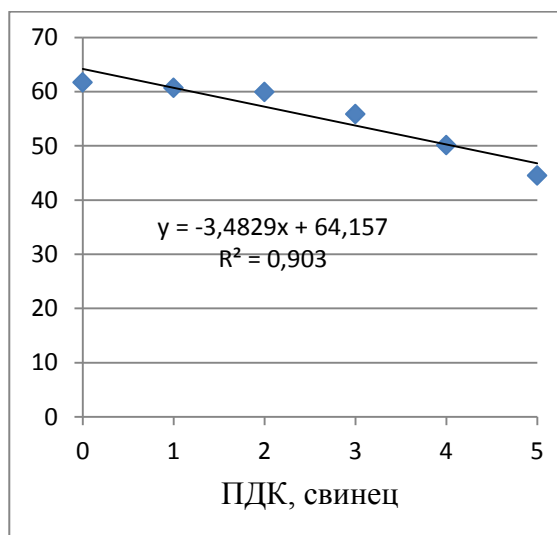
Влияние тяжелых металлов (ТМ) и гумата натрия на среднюю длину корня ярового ячменя

ТМ	Вариант опыта	Доза гумата Na, г/кг почвы	Доза внесения в почву ТМ				
			1 ПДК	2 ПДК	3 ПДК	4 ПДК	5 ПДК
Средняя длина корня (фон – 61,7±0,17), мм							
Pb	Без детоксиканта	–	60,7±0,88	59,9±0,96	55,8±1,02**	50,1±0,78**	44,5±1,16**
	Гумат натрия	0,15	61,0±0,54	60,5±1,09	59,6±0,47	58,0±0,45**	57,3±0,66**
		0,3	66,4±0,84**	65,4±0,62**	64,9±0,82**	64,0±0,58*	63,9±0,92
Cd	Без детоксиканта	–	60,0±0,63	58,1±0,26**	55,3±0,32**	50,5±0,68**	42,6±0,89**
	Гумат натрия	0,15	60,9±0,22	59,7±0,45**	58,3±0,22**	56,4±0,64**	54,7±0,74**
		0,3	61,4±0,32	60,9±0,37	60,6±0,31	60,0±0,80	59,9±0,94

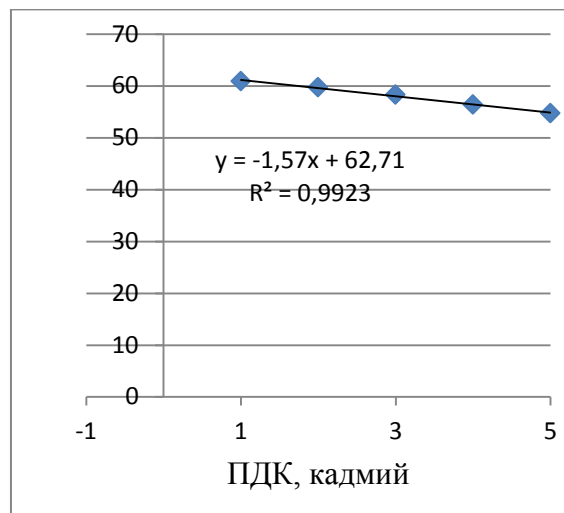
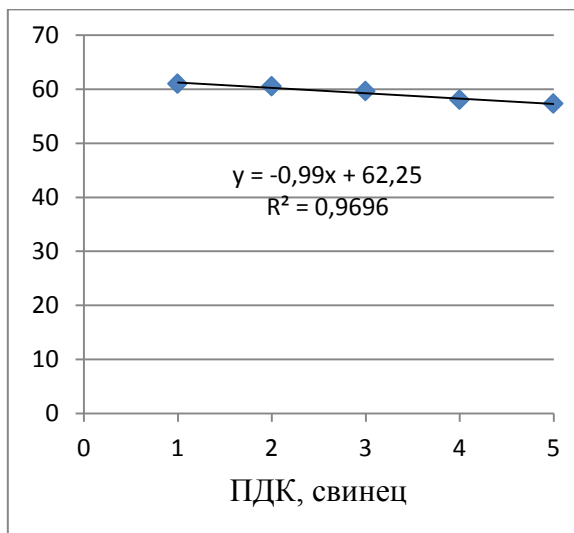
* Значения достоверны при $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$ (в качестве контроля выступает фон).

По результатам регрессионного анализа установлена прямая зависимость средней длины корней ячменя от концентрации тяжелых металлов (свинца и кадмия), внесенных в почву (рис.). Причем эта зависимость носит линейный характер с высоким значением коэффициента детерминации (в варианте со свинцом $R^2 = 0,903$, с кадмием $R^2 = 0,907$). Еще более тесная положительная корреляция наблюдается между дозой детоксиканта и длиной корней ячменя (рис.).

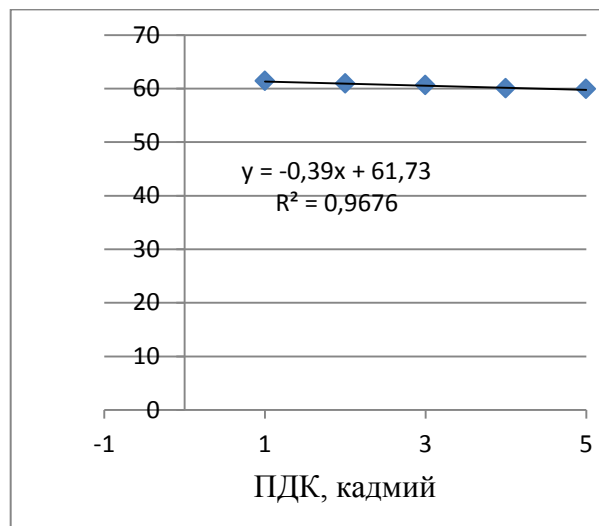
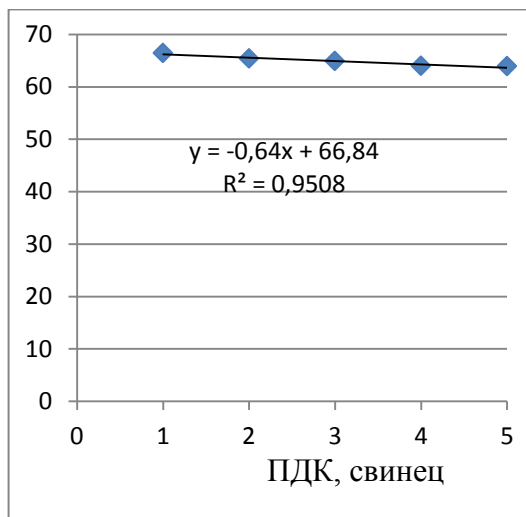
На показатели биомассы проростков ярового ячменя большее негативное воздействие оказали также повышенные дозы тяжелых металлов (табл. 3–4). Присутствие свинца в почве в концентрации 5 ПДК привело к снижению средней массы проростка на 30,5 %, а массы корня на 62 % по сравнению с контролем. При загрязнении кадмием в такой же концентрации средняя масса проростка уменьшилась на 32,4%, а средняя масса корня практически в 3 раза.



Зависимость средней длины корня ярового ячменя от концентрации тяжелых металлов и дозы гумата натрия



Гумат натрия в концентрации 0,15 г/кг почвы



Гумат натрия в концентрации 0,3 г/кг почвы

Окончание рис.

Таблица 3

Влияние тяжелых металлов (ТМ) и гумата натрия на среднюю массу проростка ярового ячменя

ТМ	Вариант опыта	Доза гумата Na, г/кг почвы	Доза внесения в почву ТМ				
			1 ПДК	2 ПДК	3 ПДК	4 ПДК	5 ПДК
Средняя масса проростка (фон – 0,256±0,002), мг.							
Pb	Без детоксиканта	–	0,252±0,001*	0,248±0,001**	0,229±0,001**	0,209±0,001**	0,178±0,001**
	Гумат натрия	0,15	0,254±0,001	0,251±0,001**	0,237±0,001**	0,220±0,001**	0,212±0,001**
		0,30	0,258±0,001	0,257±0,001	0,256±0,001	0,254±0,001	0,250±0,001**
Cd	Без детоксиканта	–	0,250±0,006	0,238±0,003**	0,220±0,008**	0,196±0,001**	0,173±0,001**
	Гумат натрия	0,15	0,254±0,001	0,246±0,001	0,232±0,001**	0,212±0,001**	0,208±0,001**
		0,30	0,258±0,002	0,254±0,001	0,244±0,001*	0,230±0,008**	0,223±0,001**

*Значения достоверны при $P \leq 0,01$; ** $P \leq 0,05$ (качестве контроля выступает фон).

Под влиянием тяжелых металлов уменьшаются длина главного корня и количество боковых корней, отмирают корневые волоски и снижается биомасса корней [14]. В наших экспериментах с увеличением концентрации свинца и кадмия в почве наблюдалось значительное (по сравнению с фоном) снижение подземной биомассы (табл. 4). Использование детоксиканта привело к повышению обоих показателей, причем при применении двойной концентрации гумата натрия показатели возросли почти вдвое по сравнению с вариантами без использования мелиоранта.

Таблица 4

Влияние тяжелых металлов (ТМ) и гумата натрия на среднюю массу корней ярового ячменя

ТМ	Вариант опыта	Доза гумата Na, г/кг почвы	Доза внесения в почву ТМ				
			1 ПДК	2 ПДК	3ПДК	4 ПДК	5 ПДК
Средняя масса корня (фон – 0,045±0,002), мг							
Pb	Без детоксиканта	–	0,0420±0,001*	0,040±0,001**	0,035±0,001**	0,026±0,001**	0,017±0,001**
	Гумат натрия	0,15	0,044±0,001	0,042±0,002*	0,039±0,001**	0,035±0,001**	0,033±0,001**
		0,30	0,049±0,001	0,048±0,001	0,046±0,001	0,045±0,001	0,044±0,001
Cd	Без детоксиканта	–	0,040±0,009	0,034±0,074*	0,029±0,001	0,020±0,001	0,014±0,001
	Гумат натрия	0,15	0,043±0,003	0,039±0,001	0,036±0,001	0,029±0,001	0,027±0,001
		0,30	0,047±0,001	0,046±0,001	0,044±0,002	0,042±0,001	0,039±0,001

*Значения достоверны при $P \leq 0,01$; ** $P \leq 0,05$ (в качестве контроля выступает фон).

Заключение. Таким образом, характер и сила воздействия тяжелых металлов на рост растений определяются в первую очередь их содержанием в корнеобитаемой среде. В относительно низких концентрациях они могут незначительно стимулировать ростовые процессы, тогда как в присутствии высоких ингибируют их. Использование в качестве детоксиканта тяжелых металлов, гумата натрия улучшало все показатели начального роста ярового ячменя, причем более эффективной оказалась концентрация гумата 0,30 г/кг почвы.

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
2. Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия. – М.: Научный мир, 2004. – 648 с.
3. Важенин И.Г. Почва как активная система самоочищения от токсического воздействия тяжелых металлов – ингредиентов техногенных выбросов // Химия в сельском хозяйстве. – 1982. – № 3. – С. 3–5.
4. Добровольский В.В. Биосферные циклы тяжелых металлов и регуляторная роль почвы // Почвоведение. – 1997. – № 4. – С. 431–441.
5. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
6. Кабата-Пендиас А., Кабата-Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
7. Ковда В.А., Золотарева Б.И., Скрипниченко И.И. О биологической реакции растений на тяжелые металлы в среде // Докл. АН СССР. – 1979. – Вып. 247. – № 3. – С. 766–768.
8. Коньшева Е.Н. Влияние детоксикантов тяжелых металлов на зерновые культуры в ювенильный период развития // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – Вып. 5. – С. 65–69.
9. Коротченко И.С., Кириенко Н.Н. Детоксикация тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu) в системе «почва–растение» в лесостепной зоне Красноярского края / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 250 с.
10. Мельничук Ю.П. Влияние ионов кадмия на клеточное деление и рост растений. – Киев: Наукова думка, 1990. – 148 с.
11. Минеев В.Г., Макарова А.И., Гришина Г.А. Тяжелые металлы и окружающая среда в условиях современной интенсивной химизации. Сообщение 1. Кадмий // Агрохимия. – 1981. – № 5. – С. 146–154.
12. Нестерова А.Н. Действие тяжелых металлов на корни растений. 1. Поступление свинца, кадмия и цинка в корни, локализация металлов и механизмы устойчивости растений // Биол. науки. – 1989. – № 9. – С. 72–86.
13. Первунина Р.И., Зырин Н.Г. Влияние кадмия на рост и развитие ячменя. – М.: Гидрометеиздат, 1980.

- С. 79–85.
14. Серегин И.В., Иванов В.Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения // Физиология растений. – 2001. – Т. 48. – С. 606–612.
 15. Таланова В.В., Титов А.Ф., Боева Н.П. Влияние свинца и кадмия на проростки ячменя // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – Т. 33. – № 1. – С. 33–37.
 16. Ягодин Б.А., Виноградова С.Б., Говорина В.В. Кадмий в системе почва–удобрения–растения–животные организмы и человек // Агрохимия. – 1989. – № 5. – С. 118–129.
 17. Cadmium accumulation in crops /C.A. Grant, W.T. Buckley, L.D. Bailey [et al.] // Can. J. Plant Sci. – 1998. – Vol. 78. – P. 1–17.



УДК 631.47

И.С. Коротченко, Н.Н. Кириенко

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО, ЗАГРЯЗНЕННОГО МЕДЬЮ

В статье дана оценка ферментативной активности чернозема выщелоченного при модельном загрязнении медью. В результате проведенных исследований авторам удалось установить прямую зависимость между концентрацией загрязняющего вещества и степенью уменьшения активности ферментов – каталазы, уреазы, инвертазы, протеазы в почве.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, ферментативная активность почв, каталаза, инвертаза, уреазы, протеазы, тяжелые металлы, медь.

I.S. Korotchenko, N.N. Kiriyenko

THE ENZYMATIC ACTIVITY OF THE LEACHED CHERNOZEM POLLUTED BY COPPER

The assessment of the leached chernozem enzymatic activity in the model pollution by copper is given in the article. As a result of the conducted research the authors were able to establish the direct relationship between pollutant concentration and the degree of the enzyme activity reduction – catalase, urease, invertase, protease in the soil.

Key words: leached chernozem, soil enzymatic activity, catalase, invertase, urease, protease, heavy metals, copper.

Введение. Одной из важных проблем современной экологии является загрязнение почв тяжелыми металлами, которое отражается практически на всех компонентах биосферы. Тяжелые металлы, попав в атмосферу, почву или водоемы, включаются в природный круговорот веществ и удаляются очень медленно при выщелачивании, эрозии и дефляции, а также потреблении растениями.

Основными источниками загрязнения тяжелыми металлами являются предприятия черной и цветной металлургии, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, тепловые электростанции, транспорт. При оценке экологического состояния окружающей среды большую роль играет изучение почвенного покрова [8].

Проблема мониторинга почв актуальна в настоящее время, так как остро стоит вопрос о сохранении почвенного плодородия. Согласно литературным данным, наиболее информативными интегральными характеристиками биологической активности почвы, а следовательно, плодородия последней, является активность почвенных ферментов.

Ферментативный анализ почв широко использовался при изучении сильного промышленного загрязнения сосновых насаждений на территории Уральского региона и лесов Сибири, в зонах техногенного загрязнения в Украине, а также при определении плодородия пахотных почв в Белоруссии [1].

Однако в большинстве научных работ нет достоверных данных об изменении показателей нитрифицирующей активности, выделении углекислого газа, активности ряда ферментов даже при значительном содержании тяжелых металлов в почве [12].

Активность ферментов каталазы, инвертазы, протеазы, дегидрогеназы, полифенолоксидазы, сульфатредуктазы, уреазы, нитратредуктазы изучалась в работах ряда исследователей [1, 3, 6] и, по некоторым данным, является наиболее универсальным биоиндикатором состояния почвенных экосистем, поскольку

отражает специфический ответ (усиление, либо, напротив, снижение показателей) почвенной биоты на неспецифическое (техногенное либо другой природы) загрязнение.

Цель исследований. Изучение влияния уровня загрязнения чернозема выщелоченного ионами меди на активность почвенных ферментов.

Объекты и методы исследований. В лабораторно-вегетационных модельных опытах с выщелоченным черноземом изучали изменение биологической активности почв по каталазной, уреазной и инвертазной ферментативной активности почв под действием ионов меди при выращивании кресс-салата сорта Неделька, горчицы белой сорта Подольянка.

Растения выращивались в сосудах емкостью 1 кг в искусственно созданных условиях в теплице при температуре 22–25°C, относительной влажности воздуха 60–70 %. Для закладки опыта использовалась почва пахотного слоя, взятая с полей СПК «Зыковский», которая имела следующую характеристику: гумус – 7,7 %, рН – 7–8, подвижный фосфор – 300 мг/кг, обменный калий – 150 мг/кг. В качестве фона вносили $\text{NH}_3\text{NO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KNO}_3$, являющиеся в почвенных условиях физиологически нейтральными удобрениями [7]. Медь вносили в виде хорошо растворимой соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в концентрациях 1–5 и 10 ПДК. Варианты модельного загрязнения почвы: 0 – контроль; I (1 ПДК Cu); II (2 ПДК Cu); III (3 ПДК Cu); V (4 ПДК Cu); V (5 ПДК Cu); VI (10 ПДК Cu). Расчет концентраций тяжелых металлов производился согласно нормативам [2].

Для исследования влияния меди на ферментативную (энзиматическую) активность почвы было выбрано четыре фермента: уреазы, протеазы, каталазы, инвертазы. По мнению российских и зарубежных исследователей, данные ферменты наиболее чувствительны к высокому содержанию тяжелых металлов [4].

При изучении ферментативной активности почвы активность каталазы определялась перманганатометрическим методом Джонсона и Темпле [10], уреазы – фотоколориметрическим методом, который основан на измерении количества аммиака, образующегося при гидролизе мочевины путем образования окрашенных компонентов с реактивом Несслера и фенолятами, а также остатка негидролизованной части субстрата – мочевины [10], инвертазы – по учету восстанавливающих сахаров, образующихся при расщеплении сахарозы, протеазы – фотоколориметрическим методом [5, 10].

Результаты исследований и их обсуждение. Под воздействием загрязнения чернозема выщелоченного солями меди с увеличением концентрации поллютанта происходило постепенное снижение каталазной активности (рис. 1).

Достоверное уменьшение ($P < 0,05 - 0,001$) каталазной активности почвы отмечалось при внесении меди в дозе 3 ПДК и выше. Так, разница с контролем при концентрации меди 3 ПДК составляла 5,5 %, при 4 ПДК – 11,3, при 5 ПДК – 13,4, при 10 ПДК Cu – 30,6 % (рис. 2).

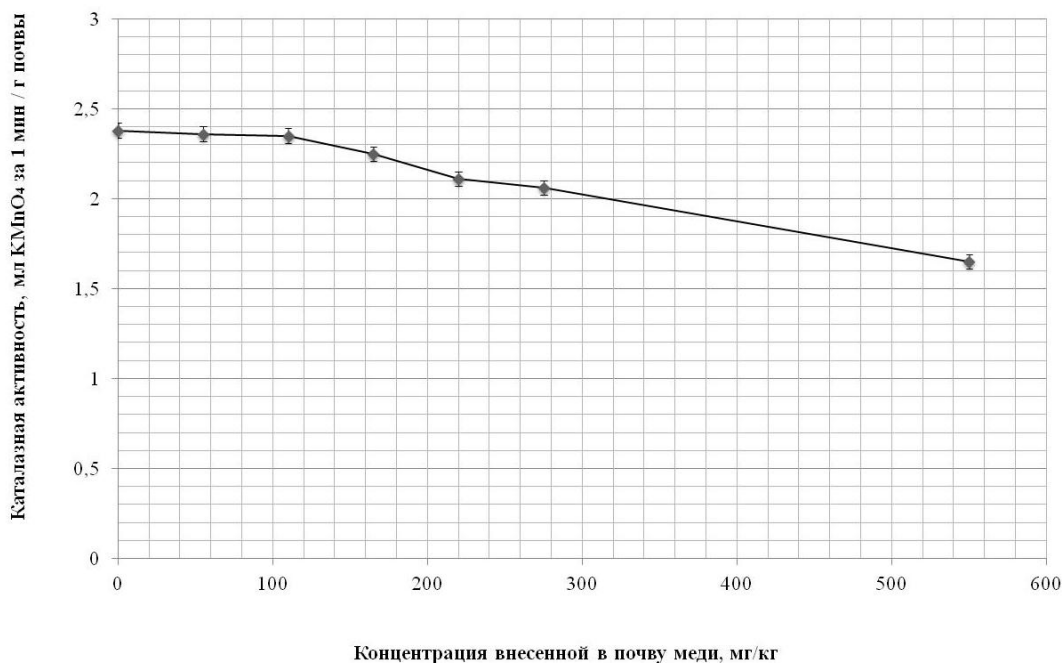


Рис. 1. Влияние различных концентраций меди на каталазную активность чернозема выщелоченного при модельном загрязнении

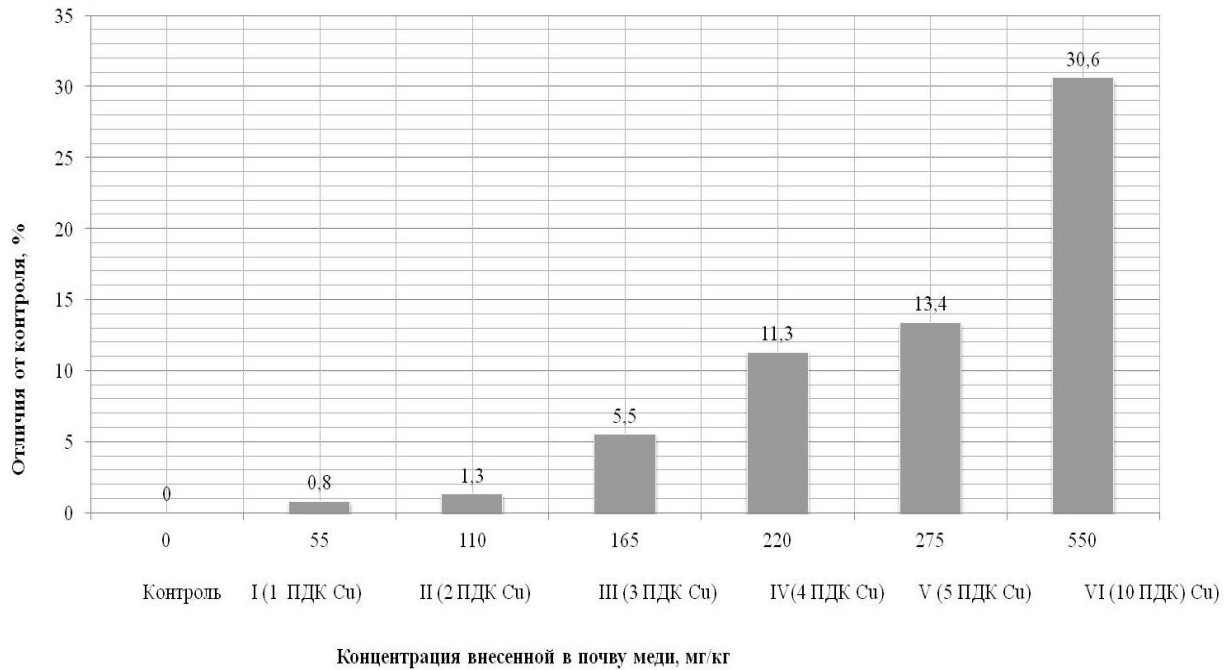


Рис. 2. Изменение каталазной активности почвы под воздействием ионов меди

При изучении влияния модельного загрязнения почвы на ее уреазную активность получены следующие результаты (рис. 3). Достоверное ($P < 0,05-0,001$) снижение активности фермента происходило при внесении меди в дозе, превышающей 4 ПДК. Разница с контролем при данной концентрации составляла 7,3 %, при 5 ПДК – 15,6, при 10 ПДК – 22,9 % (рис. 4).

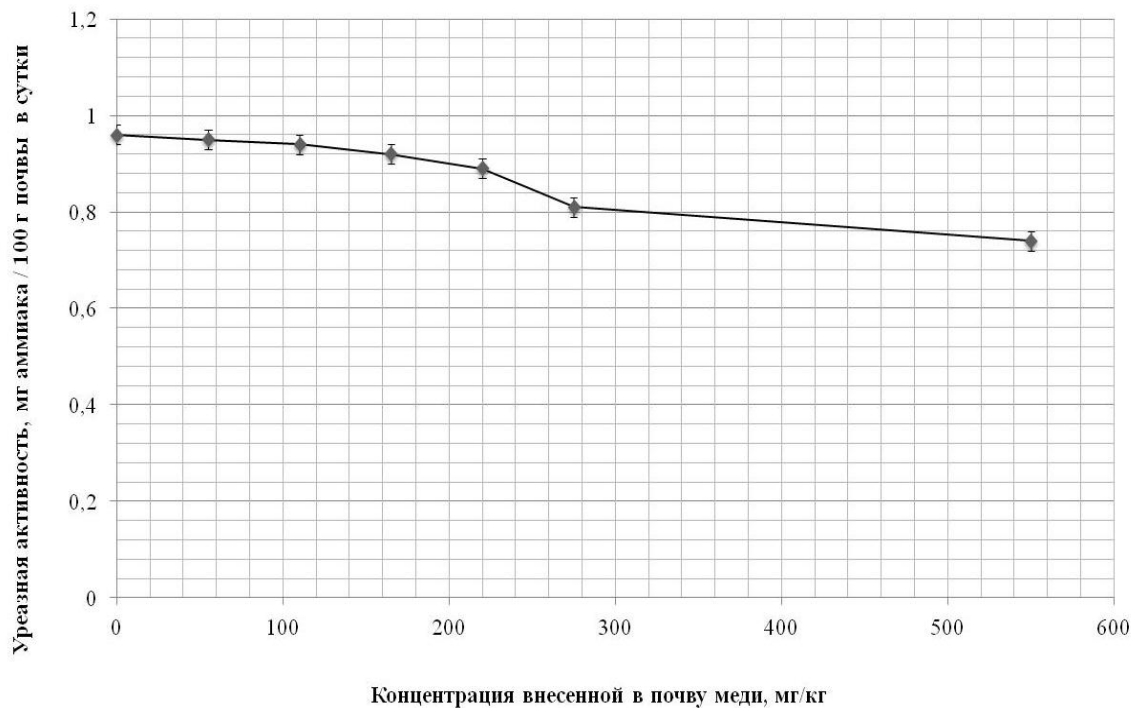


Рис. 3. Уреазная активность чернозема выщелоченного в зависимости от концентрации меди в почве

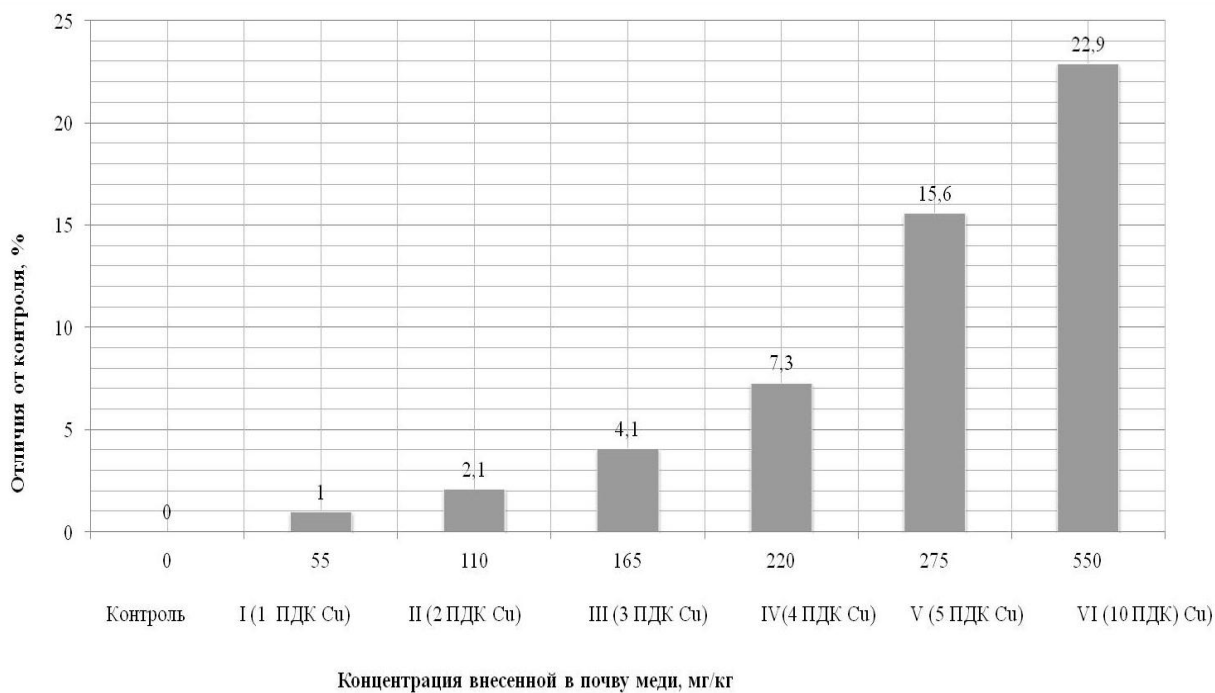


Рис. 4. Изменение уреазной активности почвы под воздействием ионов меди

Активность инвертазы – один из наиболее устойчивых показателей, обнаруживающий наиболее четкие коррелятивные связи с воздействующими факторами. В наших исследованиях достоверное различие с контролем наблюдалось при 3 ПДК меди (рис. 5), а при 10 ПДК разница уже составляла 32,4 %. Активность инвертазы на фоне составляет 10,12 мг глюкозы /г почвы. Установлено, что под влиянием токсиканта происходит достоверное ($P \leq 0,01$) снижение активности фермента (рис. 6).

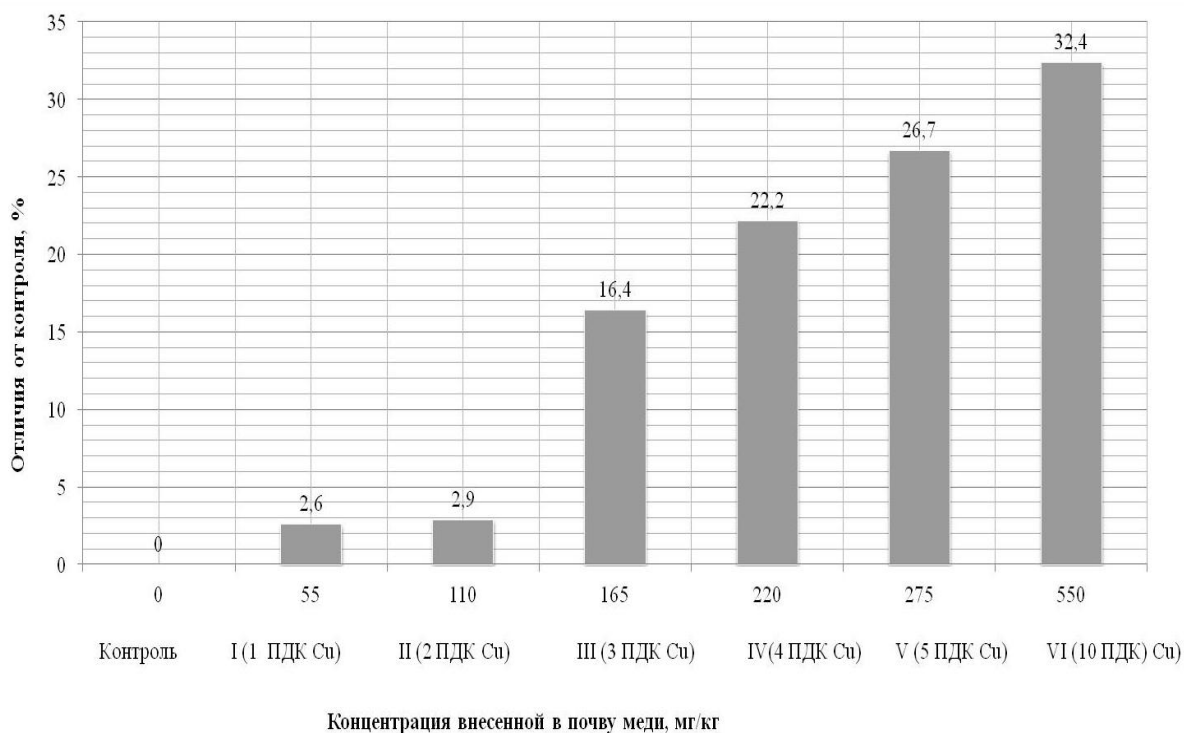


Рис. 5. Изменение инвертазной активности почвы под воздействием ионов меди

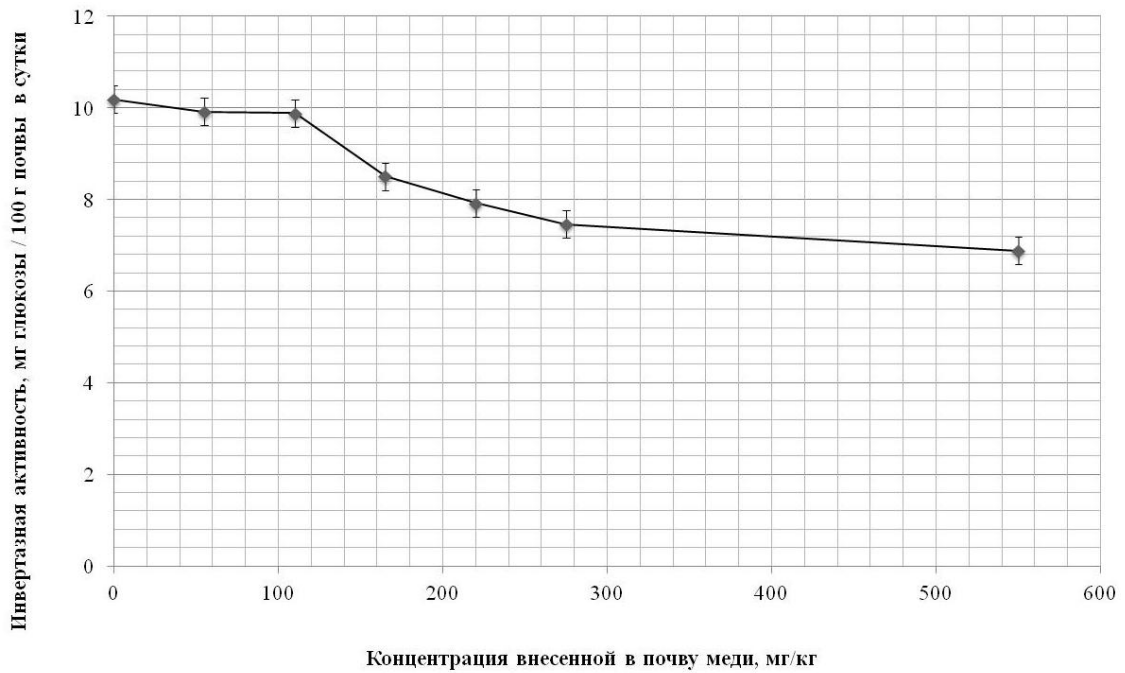


Рис. 6. Влияние модельного загрязнения почвы медью на ее инвертазную активность

Установлено, что протеазная активность на фоне составляла 0,5 мг глицина/100 г почвы. При загрязнении почвы солями меди происходило достоверное снижение активности фермента на 50,0 % при 5 ПДК и 58,0 % при 10 ПДК (рис. 7–8).

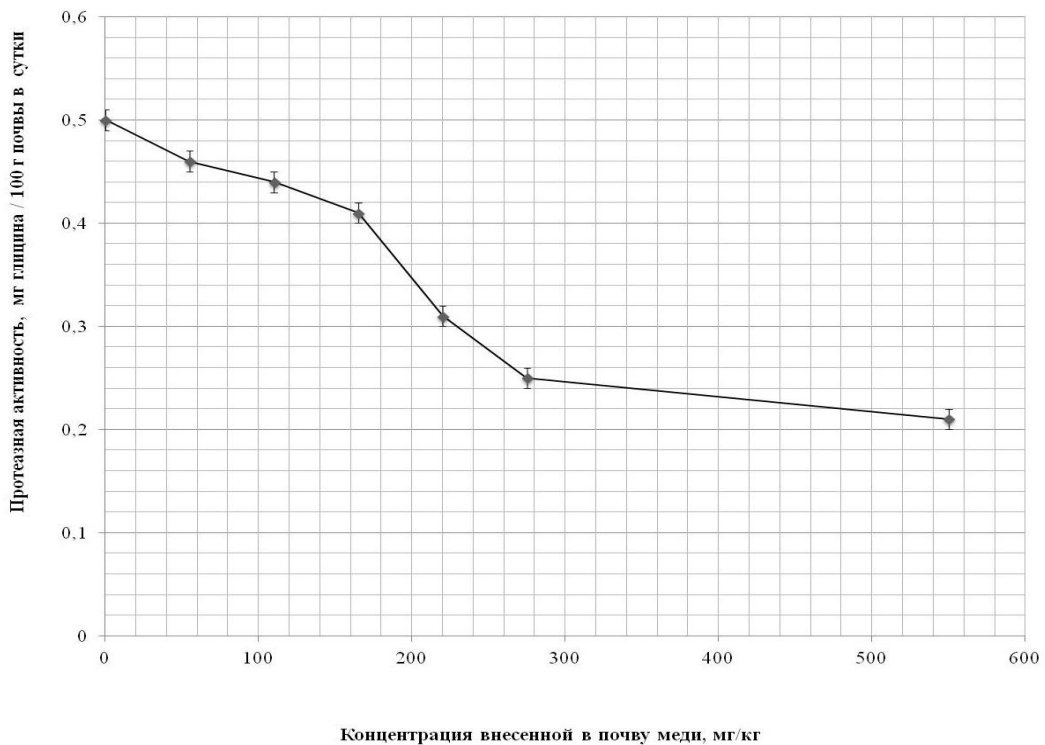


Рис. 7. Протеазная активность чернозема выщелоченного в зависимости от концентрации меди

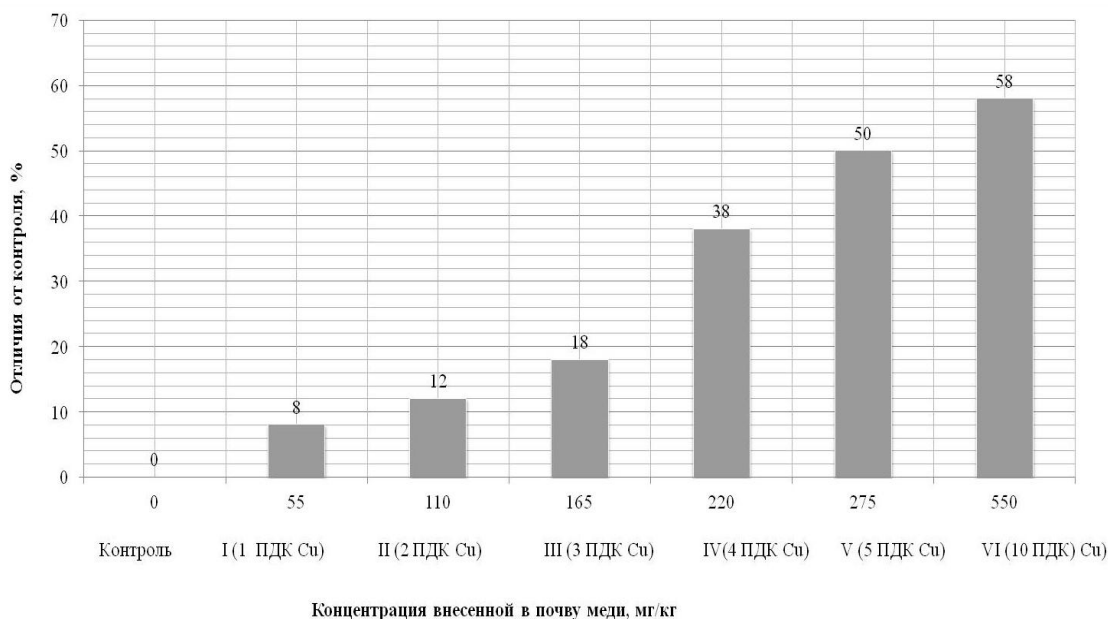


Рис. 8. Изменение протеазной активности почвы под воздействием ионов меди

В таблице приведены уравнения регрессии зависимости показателей ферментативной активности от концентрации меди в черноземе выщелоченном. Использование данных уравнений позволяет без проведения дополнительных экспериментов установить, как будет меняться активность почвенных ферментов при той или иной концентрации поллютанта.

Уравнения регрессии зависимости активности каталазы, уреазы, протеазы, инвертазы от дозы внесения меди

Вариант исследований	Каталаза	Уреаза	Инвертаза	Протеаза
I (1 ПДК Cu)	$y = -0,0014x + 2,4425$ $R^2 = 0,9746$	$y = -0,0004x + 0,9729$ $R^2 = 0,9307$	$y = -0,0066x + 9,9798$ $R^2 = 0,8274$	$y = -0,0006x + 0,4802$ $R^2 = 0,8553$
II (2 ПДК Cu)				
III (3 ПДК Cu)				
IV (4 ПДК Cu)				
V (5 ПДК Cu)				
VI (10 ПДК Cu)				

Установлено, что наиболее чувствительным маркером почвенного загрязнения медью является каталазная и уреазная активность, менее чувствительным – инвертазная и протеазная активность, что совпадает с результатами ранее проведенных исследований [3].

По полученным нами данным для чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи построен следующий ряд ферментов по убыванию чувствительности к загрязнению почвы меди: каталаза>уреаза>инвертаза>протеаза.

Следовательно, изменение уровня ферментативной активности может служить показателем антропогенного воздействия на почву, что согласуется с данными ряда других авторов [4, 9, 11].

Выводы

1. Под воздействием загрязнения чернозема выщелоченного медью наблюдается достоверное уменьшение каталазной (на 5,5 %) и инвертазной (16,4 %) активности почвы при содержании токсиканта 3, 4, 5, 10 ПДК, уреазной (7,3 %) и протеазной (38 %) активности при 4, 5, 10 ПДК.

2. Для чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи характерен следующий ряд ферментов по убыванию чувствительности: каталаза>уреаза>инвертаза>протеаза.

Литература

1. Биологическая активность компонентов агробиогеоценозов как показатель адаптации экосистем к антропогенному загрязнению: монография / Л.Г. Бабушкина [и др.]; Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. – 292 с.
2. Гигиенические нормативы 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 11 с.
3. Коньшева Е.Н., Коротченко И.С. Влияние тяжелых металлов и их детоксикантов на ферментативную активность почв // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 1. – С. 114–119.
4. Коротченко И.С. Детоксикация тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu) в системе «почва–растение» в лесостепной зоне Красноярского края: дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2011. – 145 с.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии /под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
6. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. – М.: Академ. проект; Гаудеамус, 2007. – 237 с.
7. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко [и др.]. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.
8. Саев Ю.У., Ревич Б.А. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
9. Ферментативная активность выщелоченных черноземов Восточного Закамья Волжско-Камской степи при синергетическом загрязнении тяжелыми металлами и углеводородами / Д.И. Тазетдинова, В.В. Антонов, И.С. Газизов, [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8. – С. 364–369.
10. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 1990. – 189 с.
11. Шестакова Г.А., Лыков И.Н., Голофтеева А.С. Влияние загрязнения почвы тяжелыми металлами на активность ферментов и стабильность развития растений // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 6. – С. 55–59.
12. Manual for the integrated monitoring. Programme Phase 1993–1996 // Environment Data Center. – Helsinki, 1993. – 114 p.



УДК 598.2 (571.63)(091)

В.А. Нечаев, В.А. Харченко

ИСТОРИЯ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УССУРИЙСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

История исследований орнитофауны на территории Уссурийского заповедника в Приморском крае насчитывает около 80 лет. Авторами статьи составлен инвентаризационный список птиц заповедника, насчитывающий более 200 видов, собран материал по экологии и биологии отдельных видов. Проведены учеты численности птиц в разных биотопах.

Ключевые слова: орнитофауна, инвентаризационный список, экология, Уссурийский заповедник.

V.A. Nechaev, V.A. Kharchenko

HISTORY OF ORNITHOLOGICAL RESEARCH IN THE USSURI NATURE RESERVE IN THE PRIMORSKIY KRAI

The history of the avifauna research in the Ussuri nature reserve of the Primorskiy Krai has about 80 years. The authors compiled the bird inventory list in the reserve with over 200 types, the material on the ecology and biology of some species was collected. The accounts of bird number in different biotopes are conducted.

Key words: avifauna, inventory list, ecology, the Ussuri nature reserve.

Введение. Территория Уссурийского (первоначально Супутинского) заповедника охватывает южные отроги хребта Пржевальского, входящего в горную систему Сихотэ-Алинь (южная часть Приморского края). Заповедник был создан в 1934 г. по инициативе академика В.Л. Комарова решением администрации Дальневосточного края [Позвоночные животные..., 2003]. Сначала его площадь составляла 16547 га, практически

не измененных деятельностью человека лесных массивов (в настоящее время это Комаровское лесничество заповедника). После присоединения в 1973 г. земель (ныне Суворовское лесничество), выделенных из состава Первомайского лесхоза, заповедная территория увеличилась до 40432 га. [Проект организации ..., 1987]. В 2014 г. Уссурийскому заповеднику исполняется 80 лет. Столько же лет насчитывает история орнитологических наблюдений на его территории.

Цели исследований. Проследить историю орнитологических исследований на территории Уссурийского заповедника и выявить основные научные и практические направления.

Материалы и методы исследований. В процессе исследований были проанализированы данные из почти 70 литературных источников и архивных материалов (дневников наблюдений лесников из отдела охраны заповедника и летописей природы Уссурийского заповедника за 1974–2000 гг.), а также учтены некоторые результаты исследований авторов статьи.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение орнитофауны Уссурийского заповедника началось с 1933 г., когда планируемую территорию посетил научный сотрудник Горнотаежной станции Дальневосточного филиала АН СССР энтомолог А.И. Куренцов. В дальнейшем в течение 40 лет он неоднократно совершал экспедиции на старую, а затем и на присоединенную позднее части заповедной территории. Собранные материалы по орнитофауне заповедника были включены в обобщающие работы по животному миру и зоогеографии Дальнего Востока [Куренцов, 1959, 1961а, 1961б, 1965, 1973].

В 1935–1936 гг. сотрудники Горнотаежной станции ботаник З.И. Лучник и зоолог С.А. Надецкий изучали питание диких животных, в том числе и рябчика *Tetrastes bonasia*, в хвойно-широколиственных и широколиственных лесах. В результате их научных изысканий было выяснено, что в марте-апреле рябчики, кроме вегетативных и генеративных почек древесных растений (березы, клена, граба, черемухи, ивы), поедают перезимовавшие под снегом зеленые листья травянистых растений, в апреле-мае – бутоны, цветки и листья ранозцветающих растений (адониса, ветреницы, хохлатки), колоски хвоща, прошлогодние плоды боярышника, лимонника и другие, в июне-августе – зеленые листья (яблони, актинидии и др.), семена (осоки, лесного мака, фиалки), цветки (бальзамина, яснотки), плоды (черемухи, жимолости, малины, боярышника), а также насекомых. В сентябре-октябре основную пищу рябчиков составляют плоды и семена деревьев, кустарников, лиан, кроме того, они поедают семена травянистых растений, в декабре-марте – вегетативные и генеративные почки древесных растений, реже – плоды, семена и хвою [Лучник, Надецкий, 1938]. Следует отметить, что исследования по питанию рябчика на юге Дальнего Востока были проведены впервые.

С 8 июня по 20 августа 1940 г. в заповеднике в составе отряда по изучению природной очаговости клещевого энцефалита экспедиции Наркомздрава СССР под руководством академика Е.Н. Павловского работал орнитолог А.И. Иванов. Он посетил бассейн верхнего течения р. Комаровка и северо-западный участок заповедника в бассейне р. Артемовка (кп. Аникин). Итоги собственных полевых исследований, а также опросные данные, А.И. Иванов обобщил в статье «Летняя орнитофауна Супутинского заповедника» [Иванов, 1952]. В ней характеризуется летняя фауна птиц. Автор отмечал, что «ядро орнитофауны образуют типичные древесно-кустарниковые и лесные виды: дятлы (6 видов), мухоловки (4 вида), дрозды (4 вида), рябчик, синицы (3 вида), поползень и т.д.» [Иванов, 1952]. Было выделено 3 типа лесных формаций (долинные широколиственные, кедрово-широколиственные и елово-широколиственные леса) с указанием характерных видов птиц. Публикация А.И. Иванова – первая работа, в которой представлен инвентаризационный список птиц заповедника из 58 видов (42 вида было добыто, 6 видов добавлены на основании опросных данных). Автор приводит сведения о биотопическом размещении, линьке, питании, сроках гнездования, описывает гнездовые наряды у ряда видов. Зарегистрировано 18 видов птиц (из 42 добытых) – прокормителей клещей. Среди них рябчик, сойка *Garrulus glandarius*, синяя мухоловка *Cyanoptila cyanomelana*, синий соловей *Luscinia cyane*, поползень *Sitta europaea*, восточная синица *Parus minor*, пестрый *Zoothera varia* и бледный *Turdus pallidus* дрозды, желтогорлая *Cristememberiza elegans*, седоголовая *Ocyris spodocephalus* и таежная овсянки *O. tristrami* и др. Наибольший процент зараженных птиц наблюдается у видов, кормящихся и (или) гнездящихся на земле: овсянки, дрозды, синий соловей, рябчик. Коллекция птиц, собранная А.И. Ивановым в количестве 165 экз., хранится в Зоологическом институте РАН [Воробьев, 1954].

Помимо этого, результаты исследований экспедиции под руководством Е.Н. Павловского, касающиеся и птиц, были частично опубликованы в статье Е.В. Козловой и П.Е. Грачева «Грызуны, насекомоядные и птицы Супутинского заповедника как хозяева клещей – переносчиков клещевого энцефалита» [Козлова, Грачев, 1941].

Значительную роль в изучении авифауны заповедной территории сыграл научный сотрудник Дальневосточного филиала АН СССР К.А. Воробьев. Его исследования охватили территории как Комаровского (12 июня – 1 июля 1945 г., 17 сентября – 2 октября 1947 г., 24 сентября – 5 октября 1948 г.), так и будущего

Суворовского (4–16 мая 1946 г.) лесничеств. Результаты своих исследований орнитолог использовал при написании монографии «Птицы Уссурийского края» [Воробьев, 1954]. Автор продолжил инвентаризацию орнитофауны, собрал данные по биологии, экологии, фенологии отдельных видов. В работе приводятся сведения о гнездовании ястребиного сарыча *Butastur indicus*, малого перепелятника *Accipiter gularis*, бледноногой *Phylloscopus tenellipes* и светлоголовой *Ph. coronatus* пеночек, короткохвостки *Urosphena squameiceps*, желтоспинной *Ficedula zanthopygia* и синей мухоловки, пестрого, сизого *T. hortulorum* и бледного дроздов, синего соловья, седоголовой и желтогорлой овсянок. Сообщается о встречах в гнездовой период черного аиста *Ciconia nigra*, ошейниковой совки *Otus bakkamoena* и восточного широкогорота *Eurystomus orientalis*, о зимовках черного грифа *Aegypius monachus*, горного дупеля *Gallinago solitaria*, сибирской чечевицы *Carpodacus roseus*; о миграциях соек, больших черноголовых дубоносов *Eophona personata*, синехвосток *Tarsiger cyanurus*, соловьев-красношеек *Luscinia calliope* и т.п. Отмечена сезонная смена кормов в рационе рябчика: осенью в зобах и желудках обнаружены, кроме сочных плодов, желуди дуба, а также прямкрылые (кобылки). Собранные коллекции птиц хранятся в зоологических музеях Биолого-почвенного института ДВО РАН и Московского государственного университета.

В 1955 г. была опубликована научно-популярная книга научных сотрудников заповедника Г.Ф. Бромлей и З.И. Гутниковой «Супутинский заповедник» [Бромлей, Гутникова, 1955]. В главе, посвященной животному миру, описано 15 видов птиц, не отмеченных А.И. Ивановым [Иванов, 1952]. Это скопа *Pandion haliaetus*, канюк *Buteo buteo*, удод *Upupa epops*, малый острокрылый дятел *Dendrocopos kizuki*, полевой жаворонок *Alauda arvensis*, ворон *Corvus corax*, свиристель *Bombycilla garrulus*, бурая оляпка *Cinclus pallasii*, оливковый дрозд *T. obscurus*, полевой воробей *Passer montanus* и др. В работе сообщаются сведения о сроках размножения и питании рябчика и мандаринки, особенности гнездования некоторых видов, указываются сроки сезонных миграций перелетных птиц и т.п.

В июне-сентябре 1956 г. в Комаровском лесничестве заповедника студентка Харьковского университета Н.М. Литвиненко изучала биотопическое размещение, питание, особенности гнездования и суточную активность восточного широкогорота [Литвиненко, 1960]. Она установила, что в долинных хвойно-широколиственных и широколиственных лесах на 3–4 км учетного маршрута в среднем приходилось 5 гнездящихся пар. Широкогороты гнездятся в дуплах старых ильмов, растущих на лесных полянах и окраинах леса. Гнездовой сезон у птиц в июне – первой половине августа. Инкубационный период – около 20 суток. Во второй половине августа выводки объединяются в стаи, насчитывающие до 35 особей. Наблюдения Н.М. Литвиненко подтвердили мнение А.И. Иванова о том, что широкогороты не размножаются на втором году жизни.

В 1958–1966 гг. научные сотрудники Биолого-почвенного института ДВНЦ АН СССР Г.Ф. Бромлей и В.А. Костенко и преподаватель Дальневосточного государственного университета (ДВГУ, г. Владивосток) Ю.Н. Назаров изучали биоценологические связи птиц и кедров в лесах Приморского края, в том числе и в Уссурийском заповеднике [Бромлей, Костенко, 1970, 1974; Бромлей, Костенко, Охотина, 1966, 1967, 1974; Костенко, 1966, 1968; Костенко, Назаров, 1967]. Установлено, что основными потребителями семян кедров являются дятлы, кедровка *Nucifraga caryocatactes*, большеклювая ворона *Corvus macrorhynchos*, поползень и дубоносы (обыкновенный *Coccothraustes coccothraustes* и большой черноголовый). Наиболее активные «заготовители» семян кедровки и поползня. В кедрово-широколиственных лесах наибольшая величина почвенного запаса семян в «кладовых» птиц составляет более 50 тыс. экз. на 1 га, значительная часть из запрятанных семян используется птицами и млекопитающими и менее 1 % прорастает; это составляет основу естественного возобновления кедров, благодаря птицам происходит расселение кедров на новые места произрастания.

В 1961–1996 гг. с целью выявления видового состава и биотопического размещения птиц на территории Уссурийского заповедника в разные сезоны года периодически проводил наблюдения научный сотрудник Биолого-почвенного института ДВНЦ АН СССР В.А. Нечаев. Результаты его исследований были включены в некоторые публикации [Авифаунистические списки ..., 2013; Нечаев, Назаров, 1967, 1968а, 1968б; Нечаев, Харченко, 2012]. Кроме того, они частично опубликованы в разделе «Птицы» научно-популярной книги «Растительный и животный мир Уссурийского заповедника» [Бромлей, Костенко, Охотина, 1977], где указывалось, что орнитофауна заповедника насчитывает 160 видов птиц. В книге приводятся сведения о биотопическом размещении, сроках сезонных миграций, особенностях размножения и питания птиц как гнездящихся перелетных, так и встреченных в периоды миграций и зимой.

Результаты исследований В.А. Нечаева также послужили основой для главы «Птицы» брошюры «Позвоночные животные Уссурийского государственного заповедника» [Нечаев, Курдюмов, Харченко, 2003], в которой приводится аннотированный список уже из 190 видов птиц, указывается характер их пребывания на территории заповедника, численность, биотопическая приуроченность.

В 1962–1963, 1967 и 1969 гг. население птиц в хвойно-широколиственных (150–200 м над ур. м.), а также во вторичных широколиственных лесах заповедника, выяснял научный сотрудник Дальневосточного филиала АН СССР А.А. Назаренко [Назаренко, 1968, 1971, 1984]. По его данным, за 1969 г. из 47 гнездящихся видов наибольшая плотность популяций отмечена у поползня – 83,4 пар/км², синего соловья – 48,3, ширококрылой мухоловки *Muscicapa dauurica* – 30,9, короткохвостки – 22,0 пар/км² [Назаренко, 1984]. Орнитофауна южных кедровников (40 гнездящихся видов) и чернопихтарников (39 видов) заповедника обнаруживает большое сходство современного видового состава (коэффициент видовой общности 90 %), а для ряда видов – близкие уровни численности [Назаренко, 1968]. Во вторичных широколиственных лесах доминируют ширококлювая мухоловка – 32,0 пар/км², светлоголовая пеночка и поползень – по 26,0 пар/км² [Назаренко, 1971].

Летом 1963 г. на территории заповедника работал орнитолог Е.Н. Панов, часть материалов по биологии таких видов птиц, как зеленая кваква *Butorides striatus*, глухая кукушка *Cuculus optatus*, широкоорот, светлоголовая пеночка, синяя мухоловка, бледный, сибирский *Zoothera sibirica* и пестрый дрозды, пухляк *P. montanus*, желтоголовая овсянка и некоторых других, вошла в его монографию «Птицы Южного Приморья» [Панов, 1973].

В мае-сентябре 1964–1968 гг. на территории Первомайского лесхоза (Суворовское лесничество) видовой состав птиц, их численность и связь с арбовирусами, а также питание ряда видов, изучал сотрудник Дальневосточного государственного университета (ДВГУ, г. Владивосток) Ю.Н. Назаров [Назаров, 1965а, 1965б, 1966, 1967, 1968, 1969; Нечаев, Назаров, 1967, 1968а, 1968б; Назаров, Кирилова, Вавилова, 1966]. Было отмечено 113 видов птиц. В елово-пихтово-широколиственных лесах на гнездовании им было зарегистрировано 20 видов с плотностью населения 1–18 пар/км², в кедрово-широколиственных лесах – 56 видов с плотностью более 50 пар/км², в пойменных, во вторичных смешанных и широколиственных лесах – 53 гнездящихся вида с плотностью 40–70 пар/км², на открытых местах (луга, поля, кустарниковые заросли) – 19 видов с плотностью 8–11 пар/км². Ю.Н. Назаров установил, что в прокормлении предимагинальных фаз иксодовых клещей участвуют не менее 80 видов птиц. Серологическое обследование птиц показало, что определенная роль в эпидемиологии арбовирусов принадлежит птицам, населяющим хвойно-широколиственные и долинные леса, где они достигают высокой численности. В крови птиц выявлены антитела к вирусам клещевого энцефалита и Синдбис [Назаров, 1968].

В июне-августе 1964 г. в составе экспедиции кафедры зоологии ДВГУ проводила исследования на территории будущего Суворовского лесничества будущий аспирант Московского государственного педагогического института Р.И. Коренкова (Горелова). В апреле-октябре и кратковременно в декабре-январе 1967–1968 гг. она изучала структуру населения птиц смешанных лесов и проводила учеты численности в Комаровском лесничестве заповедника. В летний период в кедрово-широколиственных лесах ею отмечено 44 вида с плотностью населения 640 ос/км², в чернопихтово-широколиственных лесах – 39 видов птиц, 396 пар/км². В осенне-зимний период соответственно 19 и 18 видов [Горелова, 1973; Коренкова, 1969; 1970а, 1970б, 1971].

Летом 1967 г. в долине р. Суворовка (р. Пейшула) биологию размножения, поведение, питание и линьку птиц изучала И.А. Нейфельдт, научный сотрудник Зоологического института АН СССР. Собранные материалы, к сожалению, не опубликованы, но некоторые из них все же были включены в статьи, посвященные гнездовой биологии синей мухоловки [Neufeldt, 1968], описаниям пуховых нарядов воробьиных птиц [Нейфельдт, 1970], возрастным нарядам ширококрылой кукушки *Hierococcus (fugax) hyperythrus* [Нейфельдт, 1972], линьке и возрастным нарядам сибирского жулана *Lanius cristatus* [Нейфельдт, 1978] и другим вопросам орнитологии.

В 1983–1984 гг. учетами птиц в разных биотопах заповедника занимался научный сотрудник Института географии ДВО РАН С.Б. Симонов [Симонов, 1986]. В чернопихтово-широколиственных лесах отмечено 22 вида, обилие птиц составило 556,2 ос/км², в кедрово-широколиственных – 33 вида, обилие – 566,8 ос/км², в дубняках – 20 видов, обилие – 726,2 ос/км², в долинных ильмово-ясеневых лесах – 40 видов, обилие – 1054,4 ос/км². В перелесках из лиственных деревьев среди лугов обилие птиц доходило до 861,4 ос/км².

В 1983, 1988, 1990–1992 гг. сотрудник Зоологического института РАН Д.С. Люлеева изучала миграции белопоясного *Arus pacificus* и биологию и экологию иглохвостого *Hirundapus caudacutus* стрижей [Люлеева, 1991, 1993; Особенности гнездования ..., 1991]. Она обследовала два гнездовых участка иглохвостого стрижа в бассейне р. Комаровка – на водоразделе рек Комаровка и Барсуковка (гнезда располагались на тополях Максимовича на берегу реки) и в смешанном лесу на берегу р. Комаровка (5 гнезд на площади 1 км²). Летом, в июле, над р. Комаровка были встречены стаи кочующих белопоясных стрижей. Осенние миграции птиц этого вида в пределах заповедной территории на водоразделе рек Комаровка, Барсуковка и Волха: 2–3 сентября не менее 200 птиц, а 6–8 сентября – около 2500 особей в день и до 1000 за 1 ч.

В 1998–2000 гг. сотрудник Биолого-почвенного института ДВО РАН А.Б. Курдюков проводил учеты численности и изучал сообщества птиц в хвойно-широколиственных, широколиственных и долинных смешанных лесах, результаты его исследований частично вошли в ряд публикаций [Волковская-Курдюкова, Курдюков, 2010; Курдюков, 2000, 2010, 2012; Курдюков, Волковская-Курдюкова, 2012; Летопись природы ..., 1998–2000; Нечаев, Курдюмов, Харченко, 2003].

Планомерное изучение авифауны заповедника началось с 1974 г. с появлением собственного специалиста заповедника В.В. Данченко, который проводил зоологические исследования на заповедной территории с 1974 по 1977 г. [Летопись природы ..., 1974–1977]. В 1974 г. был написан первый том Летописи природы Уссурийского заповедника, где зоолог В.В. Данченко привел историю орнитологических исследований, осуществленных специалистами различных организаций на заповедной территории до 1972 г. включительно [Летопись природы ..., 1974]. Заслугой В.В. Данченко является то, что он, взяв за основу фаунистический список птиц, составленный А.И. Ивановым и дополненный К.А. Воробьевым, описал орнитофауну Уссурийского заповедника, добавив к известным сведениям собственные наблюдения. Исследователь использовал собственный материал, собранный им на территории Комаровского лесничества. Сведения по Суворовскому лесничеству были получены из расспросов егерей и одной небольшой экскурсии в конце апреля 1975 г. В.В. Данченко привел перечень из 77 видов птиц с субъективной оценкой численности; поместил список и дал оценку состояния зимней орнитофауны. Представил сводную таблицу фенологических наблюдений с 1947 по 1974 гг., составленную в основном по данным из дневников егерей. В отдельных главах автор привел сведения по семи охотничье-промысловым и восьми редким и особо охраняемым видам птиц заповедника [Летопись природы ..., 1974]. К сожалению, материалы В.В. Данченко не были опубликованы.

В 1976–1982 гг. и 1990–1997 гг. штатных орнитологов в заповеднике не было. Сведения по редким видам птиц и фенологические наблюдения для раздела Летописи природы заповедника «Календарь природы» брали из дневников инспекторов охраны и сотрудников научного отдела, работающих по другим направлениям [Летопись..., 1976–1980, 1982, 1990–1997]. Лишь в Летописи природы за 1981 г. зоологом М.П. Кирилловым приведен повидовой список и указан характер распределения разных видов птиц по типам леса в зимний период 1980–1981 гг. [Летопись природы ..., 1981]. Материалы не опубликованы.

В 1983 г. учеты численности птиц в гнездовое время в 5 местообитаниях проводил орнитолог заповедника Е.Л. Кушнарев [Летопись природы ..., 1983]. В 1984–1989 гг. орнитологические исследования он проводил совместно с С.В. Гафицким [Летопись природы ..., 1984–1989]. Предпочтение отдавалось учетам численности гнездящихся видов на постоянном маршруте длиной 8 км. Картировались территории поющих самцов, вычислялась плотность популяции каждого вида птиц. Особое внимание уделялось редким видам.

С 1998 г. по настоящее время изучением авифауны Уссурийского заповедника занимается сотрудник заповедника В.А. Харченко. Список птиц заповедника увеличился до 202 видов [Авифаунистические списки ..., 2013; Харченко, Федоренко, 2006]. Наблюдения показали, что зимняя орнитофауна насчитывает около 70 видов [Харченко, 2002]; были проанализированы некоторые причины гибели хищных птиц в заповеднике и на сопредельных территориях в зимнее время [Харченко, Федоренко, 2006]. Во время сезонных миграций было окольцовано до 6,5 тыс. птиц около 60 видов [Харченко, 2005а]. Собраны данные по численности гнездящихся птиц, фенологии, биологии и экологии отдельных видов [Харченко, 2005б, 2009а, 2009б, 2010, 2013б]. Сравнение орнитофаун двух лесничеств заповедника показало, что видовое разнообразие птиц выше в Суворовском лесничестве, подвергшемся антропогенной трансформации и имеющем более высокое разнообразие природных биотопов. Всего в Суворовском лесничестве отмечено 196 видов птиц, из них гнездящихся – 109; в Комаровском – 184 вида птиц, из них на гнездовании – 93 [Харченко, 2012].

В заповеднике зарегистрировано 28 видов птиц, занесенных в Красные книги различного уровня, 10 из этих видов отмечены на гнездовании [Нечаев, Харченко, 2012; Харченко, 2011а, 2011б, 2013а; Харченко, Маслов, 2012, 2013].

Заключение. История орнитологических исследований на территории Уссурийского заповедника насчитывает около 80 лет. Составлен инвентаризационный список орнитофауны заповедника, включивший 202 вида птиц. По-видимому, в дальнейшем он будет пополняться главным образом за счет залетов в периоды миграций или (и) зимой и расселения некоторых видов птиц. Выявлены характер пребывания и сроки сезонных миграций большинства видов, получены данные по зимнему населению. Собраны материалы по экологии, биологии, питанию отдельных видов, в том числе и особо охраняемых. Изучены особенности биотопического размещения гнездящихся видов и структура населения лесных птиц. Собраны и опубликованы материалы по численности популяций гнездящихся видов в различных лесных формациях, прослежена тенденция изменения численности на протяжении более 50 лет (начиная с 1962 г.). Получены первые результаты работ по выяснению роли птиц в прокормлении иксодовых клещей и циркуляции арбовирусных инфек-

ций. Наиболее актуальные задачи дальнейших орнитологических исследований – изучение экологии и учеты как фоновых, так и особо охраняемых видов птиц с оценкой многолетней динамики численности.

Литература

1. Авиофаунистические списки и краткая история изучения птиц заповедников Приморского края / Ю.Н. Глущенко, С.В. Елсуков, И.О. Катин [и др.] // Амур. зоол. журн. – 2013. – № 1. – С. 56–88.
2. Бромлей Г.Ф., Гутникова З.И. Супутинский заповедник. – Владивосток: Примор. кн. изд-во, 1955. – 71 с.
3. Бромлей Г.Ф., Костенко В.А. Биоценотические связи птиц, млекопитающих и кедра корейского в Приморском крае // Фауна и экология наземных позвоночных юга Дальнего Востока СССР. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1974. – С. 5–41.
4. Бромлей Г.Ф., Костенко В.А. Защита посевов кедра корейского от птиц и грызунов на юге Дальнего Востока СССР // Мелкие млекопитающие Приморья и Приамурья. – Владивосток, 1970. – С. 66–78.
5. Бромлей Г.Ф., Костенко В.А., Охотина М.В. Амурский поползень – агент активной эктозоокории кедра корейского // Итоги изучения лесов Дальнего Востока. – Владивосток, 1967. – С. 75–76.
6. Бромлей Г.Ф., Костенко В.А., Охотина М.В. Роль амурского поползня в возобновлении кедра корейского // Фауна и экология наземных позвоночных юга Дальнего Востока СССР. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1974. – С. 162–166.
7. Бромлей Г.Ф., Костенко В.А., Охотина М.В. Экология млекопитающих и птиц юга Сихотэ-Алиня и их роль в возобновлении кедра корейского // Проблемы биологии на Дальнем Востоке: тез. докл. на годичной сессии ДВ филиала СО АН СССР. – Владивосток, 1966. – С. 74–76.
8. Волковская-Курдюкова Е.А., Курдюков А.Б. Новые наблюдения редких и малоизученных птиц в Приморском крае // Рус. орнитол. журн. – 2010. – № 588. – С. 1374–1394.
9. Воробьев К.А. Птицы Уссурийского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 360 с.
10. Горелова Р.И. Структура населения птиц смешанных лесов Южного Приморья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1973. – 15 с.
11. Иванов А.И. Летняя орнитофауна Супутинского заповедника // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1952. – Т. 9. – Вып. 4. – С. 1081–1099.
12. Козлова Е.В., Грачев П.Е. Грызуны, насекомоядные и птицы Супутинского заповедника как хозяева клещей – переносчиков клещевого энцефалита // Тез. докл. 3-го совещания по паразитологическим проблемам. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. – С. 17–19.
13. Коренкова Р.И. О структуре населения птиц смешанных лесов Южного Приморья // Мат-лы IV науч. конф. зоологов пед. ин-тов. – Горький, 1970б. – С. 351–353.
14. Коренкова Р.И. О структуре населения птиц Супутинского заповедника (Приморский край) // Фаунистика, экология и география животных. – 1969. – № 362. – С. 145–151.
15. Коренкова Р.И. О трофической структуре населения птиц кедровников и чернопихтарников Южного Приморья // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. – 1971. – № 8. – С. 21–24.
16. Коренкова Р.И. Опыт количественного учета птиц хвойно-широколиственных лесов Южного Приморья в гнездовой период // Фауна и экология животных. – 1970а. – № 394. – С. 151–155.
17. Костенко В.А. Взаимосвязи птиц и млекопитающих с кедром корейским в лесах Среднего и Южного Сихотэ-Алиня и защита посевов кедров: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1966. – 24 с.
18. Костенко В.А. Экология птиц и млекопитающих – потребителей кедровых орехов в лесах Приморья и взаимосвязи их с кедром корейским // Мат-лы XI науч.-метод. конф. ЛУГПИ. – Уссурийск, 1968. – С. 35–36.
19. Костенко В.А., Назаров Ю.Н. Взаимосвязи птиц с кедром корейским в лесах юга Дальнего Востока // Тез. докл. XII науч. конф., посвящ. 50-летию Советского государства. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1967. – С. 228–230.
20. Курдюков А.Б. Две новые гнездовые находки хохлатого орла *Spizaetus nipalensis* на западе Южного Приморья // Рус. орнитол. журн. – 2000. – № 91. – С. 3–7.
21. Курдюков А.Б. Население птиц Верхнеуссурийского биогеоценотического стационара, пояса среднегорий Южного Сихотэ-Алиня // Рус. орнитол. журн. – 2010. – № 548. – С. 191–221.
22. Курдюков А.Б. Соловей-свистун в горах Южного Сихотэ-Алиня: особенности экологии и распространения в лесах охотского и маньчжурского типов // Рус. орнитол. журн. – 2012. – Т. 21. – № 790. – С. 2093–2111.
23. Курдюков А.Б., Волковская-Курдюкова Е.А. К распространению и экологии сойки *Garrulus glandarius*, желтоголового короля *Regulus regulus*, чижа *Spinus spinus*, бледного *Turdus pallidus* и пестрого

- Zoothera varia* дроздов в поясе низкогорий и равнин Южного Приморья // Рус. орнитол. журн. – 2012. – Т. 21. – № 812. – С. 2729–2748.
24. Куренцов А.И. В убежищах уссурийских реликтов. – Владивосток: Примор. кн. изд-во, 1961а. – 184 с.
 25. Куренцов А.И. Животный мир // Дальний Восток (физико-географическая характеристика). – М.: Изд-во АН СССР, 1961б. – С. 246–298.
 26. Куренцов А.И. Животный мир Приамурья и Приморья. – Хабаровск: Кн. изд-во, 1959. – 264 с.
 27. Куренцов А.И. Зоогеография Приамурья. – М.; Л.: Наука, 1965. – 155 с.
 28. Куренцов А.И. Мои путешествия. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1973. – 624 с.
 29. Летопись природы Уссурийского заповедника. – Уссурийск: Б.и., 1974–2000.
 30. Литвиненко Н.М. К экологии восточного ширококорота (*Eurystomus orientalis abundus* Ripley) // Зоол. журн. – 1960. – Т. 39. – Вып. 9. – С. 1403–1407.
 31. Лучник З.И., Надецкий С.А. Некоторые данные по составу растительных кормов диких животных и промысловых птиц Супутинского заповедника // Тр. ГТС. – Владивосток, 1938. – Т. 2. – С. 337–357.
 32. Люлеева Д.С. К биологии иглохвостого стрижа *Hirundapus caudacutus caudacutus* Latham // Эколого-популяционные исследования птиц. – Л., 1991. – С. 117–137.
 33. Люлеева Д.С. Стрижи // Тр. Зоол. ин-та РАН. – СПб., 1993. – Т. 254. – 176 с.
 34. Назаренко А.А. Птицы вторичных широколиственных лесов Южного Приморья и некоторые аспекты формирования природных сообществ // Орнитологические исследования на юге Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1971. – С. 79–97.
 35. Назаренко А.А. Птицы чернопихтово-широколиственных лесов и южных кедровников // Биогеоэкологические исследования в лесах Приморья. – Л.: Наука, 1968. – С. 134–149.
 36. Назаренко А.А. Птичье население смешанных и темнохвойных лесов Южного Приморья. 1962–1971 гг. // Фаунистика и биология птиц юга Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. – С. 60–70.
 37. Назаров Ю.Н. К заклещевению птиц лесных ландшафтов Южного Приморья // Новости орнитологии: мат-лы IV Всесоюз. орнитол. конф. – Алма-Ата: Наука, 1965а. – С. 260–263.
 38. Назаров Ю.Н. К заклещиванию птиц в Южном Приморье // Мат-лы VIII конф. молодых ученых Дальнего Востока. – Владивосток, 1965б. – С. 110–112.
 39. Назаров Ю.Н. К учету птиц Южного Приморья в гнездовой период // Тез. докл. 12-й конф. ДВГУ. Естественные науки. – Владивосток, 1967. – Т. 2. – С. 240–242.
 40. Назаров Ю.Н. О кровососках (Hirroboscidae) диких птиц Приморья // Мат-лы 13-й конф. ДВГУ. Естественные науки. Владивосток, 1968. – Ч. 3. – С. 121–125.
 41. Назаров Ю.Н. Птицы юга Приморья и связь их с арбовирусами: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1969. – 23 с.
 42. Назаров Ю.Н. Стациальные распределения птиц и их численность в очаге клещевого энцефалита // Тез. докл. 2-й науч. конф. ДВГУ. Естественные науки. – Владивосток, 1966. – Ч. 2. – С. 343–345.
 43. Назаров Ю.Н., Кирилова М.Л., Вавилова В.Е. Грызуны и птицы как прокормители иксодид в условиях Шкотовского района Приморского края // Мат-лы конф., посвящ. 25-летию ВНИЭМ. – Владивосток, 1966. – С. 109–110.
 44. Нейфельдт И.А. Возрастной и половой диморфизм в окраске ширококрылых кукушек // Орнитология. – 1972. – Вып. 10. – С. 97–110.
 45. Нейфельдт И.А. Послегнездовая линька восточноазиатского сорокопута (*Lanius cristatus* Linnaeus) // Систематика, морфология и биология птиц: тр. Зоол. ин-та. – 1978. – Т. 68. – С. 176–227.
 46. Нейфельдт И.А. Пуховые птенцы некоторых азиатских птиц // Орнитол. сб.: тр. Зоол. ин-та. – 1970. – Т. 47. – С. 111–181.
 47. Нечаев В.А., Курдюков А.Б., Харченко В.А. Птицы // Позвоночные животные Уссурийского государственного заповедника: Аннотированный список видов. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – С. 31–71.
 48. Нечаев В.А., Назаров Ю.Н. Материалы по питанию некоторых птиц Южного Приморья // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. – 1968а. – № 6. – С. 30–33.
 49. Нечаев В.А., Назаров Ю.Н. О питании дроздов в Южном Приморье // Вестн. зоологии. – Киев, 1968б. – № 3. – С. 24–28.
 50. Нечаев В.А., Назаров Ю.Н. О питании некоторых птиц Южного Приморья // Экология млекопитающих и птиц. – М.: Наука, 1967. – С. 316–320.
 51. Нечаев В.А., Харченко В.А. Современное распространение и особенности биологии восточного хохлатого орла (*Spizaetus nipalensis orientalis* Temminck et Schlegel, 1844) в России // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 5. – С. 238–244.

52. Особенности гнездования и миграции иглохвостого стрижа /Д.С. Люлеева, В.А. Степанов, В.П. Степанова [и др.] // Сб. тр. X Всесоюз. орнитол. конф. – Минск, 1991. – С. 49–50.
53. Панов Е.Н. Птицы Южного Приморья (фауна, биология и поведение). – Новосибирск: Наука, 1973. – 376 с.
54. Позвоночные животные Уссурийского государственного заповедника: Аннотированный список видов. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 96 с.
55. Проект организации и развития лесного хозяйства Уссурийского заповедника им. В.Л. Комарова БПИ ДВО АН СССР. – Хабаровск, 1987. – Т. 1. – 288 с.
56. Растительный и животный мир Уссурийского заповедника / Г.Ф. Бромлей, Н.Г. Васильев, С.С. Харкевич [и др.]. – М.: Наука, 1977. – 176 с.
57. Симонов С.Б. Материалы к населению птиц Уссурийского заповедника // Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное использование: тез. докл. I съезда Всесоюз. орнитол. о-ва и IX Всесоюз. орнитол. конф. – Л., 1986. – Ч. 2. – С. 243–244.
58. Харченко В.А. Дятловые (Picidae, Aves) Южного Сихотэ-Алиня // Животный и растительный мир Дальнего Востока: сб. науч. тр. – Уссурийск: УГПИ, 2010. – Вып. 14. – С. 50–55.
59. Харченко В.А. Зимнее население птиц Уссурийского заповедника и сопредельных территорий // Рус. орнитол. журн. – 2002. – № 186. – С. 500–506.
60. Харченко В.А. Кольцевание птиц в Уссурийском заповеднике // Состояние особо охраняемых природных территорий. – Владивосток: Русский Остров, 2005а. – С. 167–168.
61. Харченко В.А. Мухоловки Южного Сихотэ-Алиня // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – Самарская Лука, 2009а. – Т. 18. – № 3. – С. 179–186.
62. Харченко В.А. Причины гибели хищных птиц в Уссурийском заповеднике // Рус. орнитол. журн. – 2006. – № 331. – С. 886–889.
63. Харченко В.А. Редкие виды птиц Уссурийского заповедника и прилегающих территорий (Приморский край) // Вестн. ВГУ. – 2013а. – № 2. – С. 156–160.
64. Харченко В.А. Современное состояние мандаринки *Aix galericulata* (Linnaeus, 1758) в Уссурийском заповеднике // Животный и растительный мир Дальнего Востока: сб. науч. тр. – Уссурийск: УГПИ, 2011а. – Вып. 15. – С. 45–50.
65. Харченко В.А. Современное состояние охотничье-промысловых видов птиц в Уссурийском заповеднике (Приморский край) // Мат-лы X Дальневост. конф. по заповедному делу (Благовещенск, 25–27 сент. 2013 г.). – Благовещенск, 2013б. – С. 315–317.
66. Харченко В.А. Совы Уссурийского заповедника и сопредельной с ним территории // Совы Евразии. – М., 2005б. – С. 444–446.
67. Харченко В.А. Сравнительная характеристика орнитофаун двух лесничеств Уссурийского заповедника (Приморский край) // Естественные и технические науки. – 2012. – № 34. – С. 103–107.
68. Харченко В.А. Черный аист *Ciconia nigra* в Уссурийском заповеднике // Животный и растительный мир Дальнего Востока: сб. науч. тр. – Уссурийск: УГПИ, 2011б. – Вып. 15. – С. 51–54.
69. Харченко В.А. Ястребиные *Accipitridae* Южного Сихотэ-Алиня (Уссурийский заповедник) // Актуальные вопросы развития современной науки, техники и технологий: мат-лы I Всерос. науч.-практ. конф. (Москва, 15–31 дек. 2009 г.). – М., 2009б. – С. 112–116.
70. Харченко В.А., Маслов М.В. Гнездование скопы *Pandion haliaetus* (Linnaeus, 1758) в Уссурийском заповеднике (Приморский край) // Рус. орнитол. журн. – 2012. – № 766. – С. 1387–1388.
71. Харченко В.А., Маслов М.В. Новые сведения о гнездовании восточного хохлатого орла *Spizaetus niralensis* в Уссурийском заповеднике // Рус. орнитол. журн. – 2013. – № 849. – С. 465–469.
72. Харченко В.А., Федоренко М.В. Пополнение списка птиц Уссурийского заповедника новыми видами // Рус. орнитол. журн. – 2006. – № 328. – С. 799–801.
73. Neufeldt I.A. Der Blaue Fliegenschnäpper im Suden von Primorje / UDSSR // Der Falke. – 1968. – P. 364–371.



РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПИРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ НА ПРИМЕРЕ ЮРУБЧЕНО-ТОХОМСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В статье рассмотрены результаты разработки метода пирологической экспертизы нефтегазовых комплексов на примере Юрубчено-Тохомского месторождения. Приведена карта растительных горючих материалов района исследований, которая может быть использована в качестве основы для характеристики текущей природной пожарной опасности, а также прогноза поведения возникшего пожара и принятия мер по его локализации и тушению.

Ключевые слова: пирологическая экспертиза, карты растительных горючих материалов, типы основных проводников горения, лесоуправляющая информация.

A.V. Sofronova, A.V. Volokitina

THE DEVELOPMENT OF THE PYROLOGICAL EXPERTISE METHOD ON THE EXAMPLE OF YURUBCHEN-TOKHOMSK OIL AND GAS DEPOSIT

The results on the development of the pyrological expertise method of oil and gas complexes on the example of the Yurubchen-Tokhomsk deposit are considered in the article. The map of the vegetative combustible materials in the research area that can be used as a basis for characterizing the current natural fire danger, as well as for forecasting the emerged fire behavior and for taking measures on its localization and extinguishing is given.

Key words: pyrological expertise, vegetative combustible material maps, types of the primary fire carriers, forest management information.

Введение. С геологическим изучением недр, освоением природных ресурсов и развитием нефтегазовых комплексов (НГК) резко увеличивается количество антропогенных источников загорания.

Пожары являются важным экологическим фактором. Косвенное воздействие НГК через повышение горимости территории превышает их прямое воздействие: отвод лесных земель под нефтегазовые объекты и загрязнение земель промышленными выбросами и сбросами. При некоторых ситуациях возникающие пожары могут создавать угрозу самим промышленным объектам и населённым пунктам. Поэтому при проведении оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) нефтегазового комплекса (НГК) необходимо проводить пирологическую экспертизу, которая позволила бы не только оценить природную пожарную опасность территории, но и предложить ряд мероприятий по её прогнозированию и снижению пожароопасности.

В Институте леса им. В.Н. Сукачёва на основе многолетних фундаментальных исследований природы пожаров растительности разрабатывается метод проведения пирологической экспертизы. Пирологическая экспертиза проектируемых и действующих ресурсодобывающих предприятий должна включать [1]:

- 1) оценку природной пожарной опасности территории;
- 2) оценку распределения как по территории, так и во времени источников загорания;
- 3) прогноз поведения пожаров растительности в зависимости от метеорологических условий;
- 4) прогноз последствий пожаров;
- 5) расчет необходимых сил и средств пожаротушения;
- 6) рекомендации по совершенствованию противопожарного устройства территории.

Материалы и методы исследований. Пирологическая экспертиза ресурсодобывающих предприятий в настоящее время не проводится. В рамках проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при оценке влияния объектов НГК на лесные территории основное внимание уделяется прямому воздействию на окружающую среду – отводу лесных земель под промышленные объекты. Косвенное воздействие возникающих пожаров не учитывается, хотя оно может оказаться значительно большим по сравнению с прямым воздействием. Согласно исследованиям, проводимым в районах нефтегазовых месторождений Западной Сибири, горимость лесов освоенных нефтедобычей, увеличивается в 3,5 раза [2].

При пирологической экспертизе нефтегазовых комплексов очень важна оценка природной пожарной опасности территории, как правило, покрытой растительностью. Общепринятой в лесном хозяйстве России является оценка по пяти классам природной пожарной опасности, при которой все многообразие лесных и нелесных участков характеризуется грубо, интегрировано. При этом не учитываются сезонная динамика рас-

тельности и характеристики растительных горючих материалов, влияющие на изменение природной пожарной опасности в целом и на изменение текущей природной пожарной опасности в частности.

Более совершенной является оценка природной пожарной опасности, разработанная в Институте леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Она базируется на многолетних фундаментальных пирологических исследованиях, проведенных в разных регионах России. Прежде всего, это классификация растительных горючих материалов и методы их картографирования [3].

Первый опыт оценки природной пожарной опасности (ППО) на основе карт растительных горючих материалов (карт РГМ) был получен для нефтегазового комплекса Западной Сибири на примере Тянского месторождения Тюменской области. Пирологическая характеристика таксационных выделов при этом выполнялась на основе детальных описаний типов леса и других категорий участков растительности, выполненная специалистами-типологами Новосибирского филиала ИЛ СО РАН под руководством В.Н. Седыха [4].

При отсутствии комплексных исследований на исследуемую территорию пирологическая характеристика растительности может быть выполнена на основе использования имеющейся лесоустроительной информации по методике, разработанной в ИЛ СО РАН [3, 5].

Поскольку основной задачей пирологической экспертизы является детальная оценка природной пожарной опасности, в том числе текущей, связанной с метеорологическими условиями, исследования проводились по методике, разработанной в ИЛ СО РАН и включающей составление карты растительных горючих материалов на район исследований.

С этой целью анализировалась «Схема типов леса», использованная при лесоустройстве Байкитского лесничества. Составлялась пирологическая характеристика каждого таксационного выдела, которая включала тип леса, полноту древостоя, местоположение, тип основного проводника горения (ОПГ) и критический класс засухи (ККЗ). ККЗ – это класс засухи, при котором достигается возможность распространения пламенного горения по слою ОПГ.

Для определения типа ОПГ для каждого типа леса по описанию мохово-лишайникового и травяно-кустарничкового ярусов напочвенного покрова использовался краткий определитель типов ОПГ и методика [5]. Если более 50 % в типе леса покрыто мхами и лишайниками, то выдел относился к «мшистой» подгруппе типов ОПГ, если меньше 50 % или мхи отсутствуют – к «опадной». Далее тип ОПГ определялся по характеру мохово-лишайникового покрова или древесному опадку. При этом учитывались характеристики, влияющие на режим увлажнения и высыхания напочвенного покрова: рельеф, почва, состав и полнота древостоя. Болотно-моховый тип определяется достаточно легко. Сухомшистый и влажномшистый типы ОПГ различаются по режиму увлажнения, дренированности. При определении типов ОПГ «опадной» подгруппы необходимо учитывать сезонность, т.е. определять типы ОПГ для весны (до появления «зелёной дымки» на деревьях и зелёной травы) и осени и отдельно для лета (периода вегетации). Если в составе травяного покрова насаждений преобладают злаки (исключая зимне-зелёные осочки), то тип ОПГ весной и осенью относится к травяноветошному, летом – к рыхлоопадному. При наличии осоки на болотах травяноветошный тип ОПГ изменяется летом на болотномоховый. При разрастании трав летом в древостоях и на открытых участках (когда запас зелёных трав превышает запас растительных остатков) формируется беспроводниковый тип ОПГ (Бп1).

Для создания карты РГМ использовалась геоинформационная технология в среде программного обеспечения MapInfo Professional.

Характеристика района исследований. Район исследования относится к зоне тайги, подзоне средне-таёжных лесов Среднесибирского плоскогорья, области Заангарского плато [6].

Рельеф участка низкогорный. Территория представляет собой невысокое плато или волнистую равнину. Вершины гор плоские или округлые, склоны преобладают пологие (5–10°). Таким образом, выделяются два уровня поверхностей: верхний уровень прослеживается по вершинам останцовых трапповых гор (500–600 м), нижний – плоские и полого-волнистые слабозаболоченные равнины (300–400 м).

Климат территории гумидный, резко континентальный с суровой продолжительной зимой и коротким теплым летом. Среднегодовое количество осадков составляет 400–600 мм. Около 75–80 % годовой суммы осадков выпадает в виде дождей. Устойчивый снежный покров образуется в среднем 15 октября, снеготаяние начинается в среднем 8 апреля, сход снега происходит 9 мая (± 5 дней). Промерзание почвы наступает в сентябре-октябре, весеннее оттаивание происходит в начале июня. Преобладающими являются ветры юго-западного направления, средняя скорость ветра 1,9 м/с. Весной иногда наблюдаются сильные ветры – до 15 м/с.

Гидрографическая сеть района хорошо развита. Основными крупными реками являются Тохомо, Юрубчен. Для рек района характерно чередование узких глубоких врезанных долин с пологими склонами и заболоченными днищами [7].

На территории преобладают леса из лиственницы, под которыми формируются кислые мерзлотно-таёжные и горно-подзолистые почвы, широко развиты суглинистые и глинистые дерново-подзолистые. В долинах рек представлены болотно-подзолистые и болотные почвы, местами торфяники. Помимо лиственницы, встречаются массивы тёмнохвойной елово-пихтово-кедровой тайги и берёзовые леса.

Рассматриваемая территория входит в южную зону распространения многолетнемерзлых пород и характеризуется преимущественно островным распространением по берегам и днищам рек.

По пирологическому районированию участок Юрубчено-Тохомского месторождения (ЮТМ) относится к Средне-Сибирской области низкой пирологической расчленённости, обусловленной наличием многолетней мерзлоты [8]. Он расположен вблизи района максимальной плотности пожаров от гроз [9].

Как показали наши исследования, с начала интенсивного освоения ЮТМ площадь гарей возросла в 3 раза (табл. 1) [10].

Таблица 1

Динамика площадей гарей на исследуемом участке ЮТМ

Период, год	Площадь гарей к концу каждого периода, км ²	Площадь гарей за период, км ²	Площадь гарей за период, %
До 1970	86	86	34
1970-1984	104	18	7
1984-2001	254	150	59

Доля гарей в период интенсивного освоения месторождения (1984–2001 гг.) превышает 50 % от площади всех зафиксированных гарей (рис. 1).

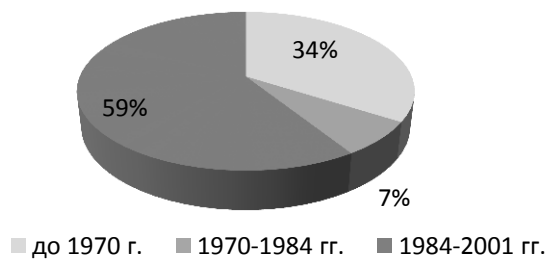


Рис. 1. Динамика площадей гарей на исследуемом участке ЮТМ

Результаты исследований и их обсуждение. Природная пожарная опасность участка (ППО) растительности отражает готовность к загоранию растительных горючих материалов и распространению горения по участку («пожарную зрелость»). Её оценивают по картам РГМ, на которых обозначаются в первую очередь типы основных проводников горения (ОПГ) [3].

По результатам исследования была составлена карта РГМ (рис. 2). Помимо графического отображения, была создана база данных, содержащая информацию о пирологической характеристике выделов (тип леса, полнота древостоя, почва, местоположение и др.). Фрагмент пирологической характеристики типов леса, встречающихся на участке размещения ЮТМ, представлен в табл. 2.

Общая площадь картографируемого участка составила 7635,02 га. На исследуемой территории широко представлен сухомшистый тип, созревающий в низкополнотных древостоях (до 0,4) при условиях погоды, соответствующих уже I ККЗ. В лесах с полной древостоем 0,5–0,7 этот проводник горения созревает при II ККЗ. Сухомшистый тип занимает 51 % от общей площади типов ОПГ. Он встречается в различных лесах: лиственничных и смешанных лиственнично-елово-кедровых мелкотравно-, голубично-, бруснично-зеленомошных, кедровых чернично-зеленомошных и др.

В весенний и осенний периоды очень пожароопасным является травяноветошный тип, распространённый в осоково-сфагновых кедровых редколесьях (0,3-0,4), а также в разнотравных смешанных лиственнично-кедрово-еловых редколесьях (до 0,3).

Влажнотышстый тип имеет небольшое распространение. Он относится к малогоримому типу ОПГ, но низкая полнота среднетаёжных лесов также повышает его созревание, он может проводить горение при условиях погоды, соответствующих III ККЗ.

Широко представлен болотномоховый тип, который занимает 29 % территории. Болотномоховый (Бм1) тип является малогоримым типом ОПГ летом, так как его созревание возможно только при IV–V ККЗ. Распространён в низкополотных осоково-сфагновых кедровых древостоях, на болотах, по долинам и склонам рек. Весной, при достаточном запасе злаков и осок (200 г/м² и более), беглое пламенное горение может распространяться на большие расстояния, что нередко приводит к возникновению многоочаговых почвенно-торфяных пожаров.

При метеорологических условиях, соответствующих V ККЗ, условно «созревает» беспроводниковый 1 тип. Он присутствует в летний период на участках с хорошо развитым травяным покровом (например, в лиственничниках разнотравных), когда частично сохраняются основные проводники горения с незначительным запасом, подсыхает подстилка, т.е. при наличии источников огня создаются условия для возникновения и распространения почвенно-торфяных пожаров.

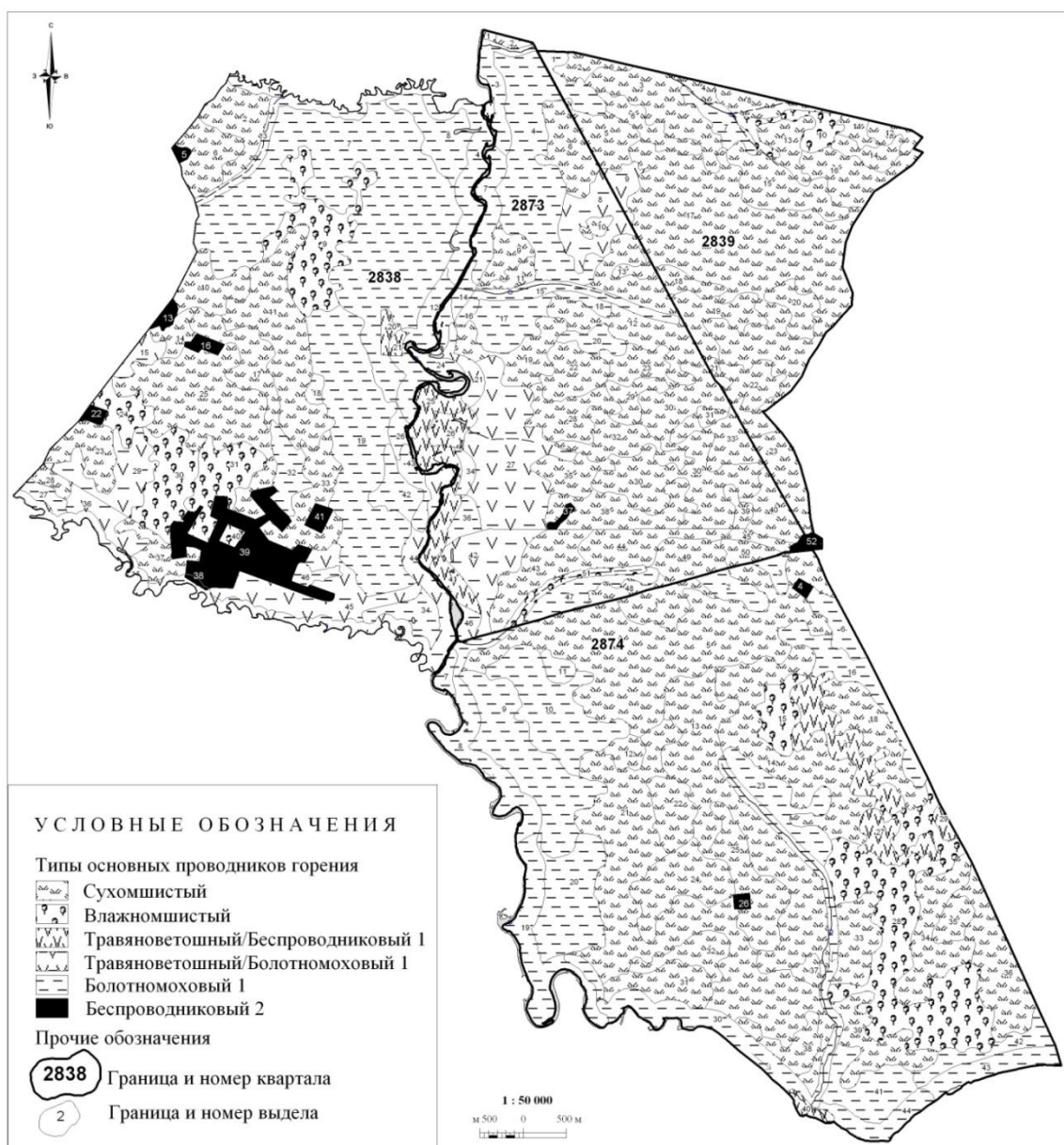


Рис. 2. Карта растительных горючих материалов на исследуемый участок Юрубчено-Тохомского месторождения

Таблица 2

Пирологическая характеристика выделов участка Юрубчено-Тохомского месторождения по таксационному описанию

Номер выдела	Состав	Тип леса	Полнота	Местоположение	Почва	Тип ОПГ	ККЗ
1	10Л	бгсф	0,4	Долина реки	Торфяно-болотная, среднесуглинистая, сырая	Бм1	IV
2	10Л	гзм	0,4	Водораздел, склон СВ	Переговойная, неразвита, каменная, среднесуглинистая, свежая	Сх	I
3	4Л4Е2К	бгсф	0,3	Долина реки	Торфяно-болотная, среднесуглинистая, влажная	Бм1	IV
4	Болото	Сфагновое	10 % Л	Болото	Торф	Бм1	IV
5	Объект НГК	-	-	Водораздел, склон СВ	-	Бп2	Негорим
6	10Л	мзм	0,7	Водораздел, склон СВ	Переговойная подзолистая, легкосуглинистая, свежая	Сх	II
7	5Л4Е1Л	бгсф	0,3	Водораздел, склон СВ	Торфяно-болотная, среднесуглинистая, влажная	Бм1	IV
8	Болото	Сфагновое	10 % Л	Болото	Торф	Бм1	IV
9	8Л2К	гзм	0,6	Водораздел, склон СВ	Переговойная неразвита каменная, среднесуглинистая, влажная	Вл	III
10	4КЗЕ3Л	чзм	0,4	Водораздел, склон СЗ	Переговойная подзолистая щебнистая, среднесуглинистая, свежая	Вл	III
11	10Л	мзм	0,7	Водораздел, склон В	Переговойная подзолистая, легкосуглинистая, свежая	Сх	II
13	Объект НГК	-	-	Водораздел, склон С	-	Бп2	Негорим

Примечание. Шифры типов леса: бгсф – багульниково-сфагновый; гзм – голубично-зеленомошный; мзм – мелко-кострово-зеленомошный; чзм – чернично-зеленомошный. Шифры типов основных проводников горения (типов ОПГ): Бм1 – болотно-моховый; Сх – сухомшистый; Бп2 – беспроводниковый; Вл – влажномшистый.

При оценке природной пожарной опасности в разное время года важно учитывать участки с чередующимися типами ОПГ. Так, присутствие осоки на болотах весной/осенью (Тв/Бп1 тип ОПГ) изменяет пожароопасность условий с IV ККЗ (для БМ1) на I ККЗ (для Тв).

Беспроводниковый 2 тип является негоримым. К нему были отнесены объекты НГК. Типы Вл, Бп1, Бп2 имеют незначительное распространение, но их присутствие необходимо учитывать при управлении действующими природными пожарами.

Для пирологической экспертизы нефтегазовых объектов имеет значение их пространственно-временное распределение, взаиморасположение с пожароопасными типами ОПГ, особенно близость с «быстро созревающими» типами.

Из представленных на исследуемом участке ЮТМ типов ОПГ при I ККЗ весной/осенью созревает Тв тип. Он окружает южную часть вахтового посёлка. При I и II ККЗ созревает Сх тип, небольшой участок

примыкает к северной части вахтового посёлка. К западной части посёлка примыкает Вл тип, созревающий при III ККЗ. При условиях погоды, соответствующих этим значениям ККЗ, необходимо повышать меры по пожарной безопасности.

Эту информацию позволяют отобразить карты текущей природной пожарной опасности. Карта РГМ служит матрицей для их создания. На картах ППО разным цветом обозначаются участки, готовые к горению (если КЗ по условиям погоды по порядку выше ККЗ типа ОПГ), не готовые к горению (если КЗ по порядку ниже ККЗ типа ОПГ) и те, на которых ситуация остаётся неопределённой (если КЗ=ККЗ).

Карты текущей природной пожарной опасности позволяют учитывать природную характеристику при прогнозировании возникновения пожаров, отсутствующую в современных моделях прогноза, основанных на статистических расчётах. Также они позволяют выявить наиболее пожароопасные участки при определённых метеорологических условиях и прогнозировать поведение пожаров, что является важным при проведении разведочных работ на ЮТМ в пожароопасный сезон.

Согласно исследованиям, проведённым по анализу временного ряда космических снимков, в период 1984–2013 гг. на территории месторождения прошли многочисленные верховые пожары. Кроме того, на месторождении появляются новые объекты (профили, дороги, буровые площадки и др.). В связи с этим в дальнейшем планируется актуализировать составленную карту по дешифрированию космических снимков текущего года.

Заключение. Освоение природных ресурсов и развитие нефтегазовых комплексов сопровождается увеличением количества антропогенных источников загорания. Возникающие природные пожары представляют угрозу для промышленных объектов и населённых пунктов. Поэтому в целях экологической безопасности и уменьшения воздействия на окружающую среду необходимо проводить пирологическую экспертизу. В настоящее время руководства и методики по пирологической экспертизе предприятий отсутствуют.

В работе показан пример проведения пирологической экспертизы на основе использования метода составления карт РГМ по лесоустроительной информации.

Из представленных на исследуемом участке ЮТМ типов ОПГ при I ККЗ весной/осенью созревает Тв тип. Он окружает южную часть вахтового посёлка. При I и II ККЗ созревает Сх тип, небольшой участок примыкает к северной части вахтового посёлка. К западной части посёлка примыкает Вл тип, созревающий при III ККЗ. При условиях погоды, соответствующих этим значениям ККЗ, необходимо повышать меры пожарной безопасности.

Недостатком лесоустроительной информации является её период обновления. В условиях интенсивного и масштабного освоения месторождений, при строительстве новых объектов НГК для целей пирологической экспертизы необходимо дополнительно использовать более оперативно поступающую информацию космической съёмки.

Применение современных космических снимков для задач пирологической экспертизы требует дальнейших исследований. С этой целью в ИЛ СО РАН разрабатываются дешифровочные признаки объектов НГК и типов основных проводников горения.

Литература

1. Волокитина А.В. Пирологическая экспертиза ресурсодобывающих предприятий // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 6. – С. 67–72.
2. Чижов Б.Е. Охрана и рекультивация таежных экосистем при нефтегазодобыче. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2011. – 254 с.
3. Волокитина А.В., Софронов М.А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 314 с.
4. Софронов М.А., Волокитина А.В. О пирологической экспертизе добывающих предприятий на территории лесной зоны // Сопряжённые задачи физической механики и экология: мат-лы Междунар. совещания-семинара. – Томск: Изд-во ТГУ, 1994. – С. 146–147.
5. Софронов М.А., Волокитина А.В. Методика обследования и описания лесных участков, пройденных пожарами. – Красноярск: Ин-т леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, 2007. – 71 с.
6. Равнины и горы Сибири /Академия наук СССР; Институт географии; под ред. С.С. Коржуева. – М.: Наука, 1975. – 352 с.
7. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Мысль, 1978. – 512 с.

8. Софронов М.А., Волокитина А.В. Пирологическое районирование в таёжной зоне. – Новосибирск: Наука, 1990. – 205 с.
9. Пономарёв Е.И. Оценка рисков возникновения лесных пожаров в результате гроз на основе ГИС-ориентированной технологии // География и природные ресурсы. – 2011. – № 1. – С. 147–150.
10. Софронова А.В. Картографирование изменений на лесных территориях под воздействием объектов нефтегазовой отрасли // Исследование компонентов лесных экосистем Сибири. – Красноярск: Изд-во Ин-та леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, 2011. – С. 64–67.



УДК 624.131; 551.79 (571.14)

Г.А. Демиденко, Е.В. Котенева

ЭВОЛЮЦИЯ ЭКОСИСТЕМ ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОН ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ В ГОЛОЦЕНЕ (ПО ДАННЫМ ПАЛЕОПЕДОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА)

В статье представлены исследования по изучению экосистем лесостепной и степной зон Приенисейской Сибири в голоцене по результатам палеопедагогического анализа. Показана эволюционная смена компонентов экосистем, в зависимости от глобальных климатических изменений. Почва природного сообщества является «репером» в состоянии экосистемы разного ранга.

Ключевые слова: эволюция, экосистема, палеоэкосистема, палеопочвы, палеопедагокомплексы, палеопедагогический анализ, голоцен.

G.A. Demidenko, E.V. Koteneva

THE ECOSYSTEM EVOLUTION OF THE FOREST-STEPPE AND STEPPE ZONES OF THE PRI-YENISEI SIBERIA IN THE HOLOCENE (ACCORDING TO THE PALEO-PEDOLOGICAL ANALYSIS)

The research on the ecosystem of the forest-steppe and steppe zones of the Pri-Yenisei Siberia in the Holocene on the results of the paleo-pedological analysis is presented in the article. The evolutionary change of the ecosystem components depending on the global climate change is shown. The soil of the natural community is "the benchmark" in the ecosystems of different rank state.

Key words: evolution, ecosystem, paleo-ecosystem, paleo-soils, paleo-pedocomplexes, paleopedological analysis, Holocene.

Введение. Природные зоны лесостепей и степей расположены на юге Западной, Средней и Восточной Сибири. Современный почвенный покров представлен в основном серыми лесными, дерново-лесными, черноземными, каштановыми почвами и их разновидностями.

Почвы, названные великим В.В. Докучаевым "зеркалом ландшафта", хранят в себе информацию о многих компонентах природы, таких, как растительность, рельеф, водный режим, климат.

Почвенный покров лесостепной и степной зон Сибири имеет длительную историю развития. Почва – это "память ландшафта", хранящая в себе информацию о географических закономерностях природной среды [7, 8].

Историко-эволюционные аспекты почвообразования приобретают большую актуальность, так как эволюция почвенного покрова проходит одновременно с ходом развития всех компонентов природы.

В голоцене, современном потеплении продолжительностью 10–12 тыс. лет, происходит формирование современного почвенного покрова и климатических условий. Существовало несколько периодов голоцена: предбореальный, бореальный, атлантический, суббореальный, субатлантический [6, 9]. Особенности развития почвенного покрова в эти периоды голоцена можно проследить, изучая палеопочвы, сохранившиеся в отложениях голоценового возраста.

Цель исследований. Изучение палеопочв голоценового возраста лесостепи и степи Сибири для выявления экологических закономерностей их распространения в разные периоды голоцена и реконструкции эволюционирующих экосистем.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись голоценовые отложения, слагающие пойму, верхи надпойменных террас и водоразделов рек Сибири, а также геологические разрезы

и раскопы археологических памятников Сибири. Опорные разрезы были заложены в аллювиальных и субаэральных отложениях голоценового возраста.

Изучение палеопочв было построено на использовании методической основы изучения современных почв (методы полевой и специальной диагностики). Основными из которых являются макро- и микроморфологические исследования; гранулометрический анализ (по Качинскому); определение процентного содержания карбонатов; содержание железа и алюминия (по Тамму); анализ органического вещества и др. Выполненный комплекс морфолого-аналитических исследований палеопочв разных периодов голоцена позволил провести диагностику их генетического типа и реконструкцию условий природной среды.

Результаты исследований и их обсуждение. Голоценовые палеопочвы Минусинской котловины. Палеопочвенными исследованиями изучались поймы рек Белый Июс, Шушь, Оя, а также надпойменные террасы р. Белый Июс и приозерная терраса о. Безымянное [2, 3].

В строении их геологических разрезов выделяются погребенные почвы и зоны почвообразования, соответствующие атлантическому и суббореальному периодам голоцена.

Палеопочвы **атлантического** возраста имеют морфологическое строение черноземных почв, что подтверждается микроморфологическим описанием шлифов. В шлифах гор. Ah палеопочвы атлантического возраста геологических разрезов поймы р. Шушь, Оя имеют черно-бурую окраску, пылевато-глинистое элементарное микростроение, отчетливо микроагрегированы. Глинистая плазма основы бурой окраски, слабоанизотропная, бескарбонатная. Горизонт интенсивно прокрашен тонкодисперсным гумусом сгустковой природы. По микроморфологической характеристике это горизонты Ah черноземной почвы.

Зоны почвообразования атлантического возраста геологических разрезов поймы, первой, третьей надпойменных террас р. Белый Июс и приозерной террасы о. Безымянное имеют двухчленное строение. Двухчленность зон почвообразования прослеживается в результате микроморфологического описания шлифов. Верхняя часть зон почвообразования имеет микроморфологическое строение черноземной почвы. Нижняя часть зон почвообразования поймы р. Белый Июс и приозерной террасы о. Безымянное имеет микроморфологическое строение лугово-черноземной почвы. На луговой режим увлажнения указывает анизотропность глинистого вещества.

По данным физико-химических анализов, палеопочвы изученных разрезов отличаются от вмещающих пород (табл. 1). Общий углерод гумуса гор. Ah палеопочв атлантического периода Минусинской котловины составляет 1,3–0,9 %. Групповой и фракционный состав гумуса характеризуется фульватно-гуматным составом.

Палеопочвы **суббореального** периода голоцена Минусинской котловины (геологические разрезы первой надпойменной террасы р. Белый Июс и поймы р. Шушь) по морфолого-аналитическим данным относятся к почвам черноземного типа.

Таблица 1

Аналитическая характеристика голоценовых палеопочв Приенисейской Сибири в голоцене

Горизонт	Глубина, см	рН раствора, водн.	CaCO ₃ , %	Гранулометрический состав, %				
				Потеря при обработке HCl, %	1 -0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	<0,01
Разрез первой надпойменной террасы р. Белый Июс								
Ah1	50-60	8,9	2,7	14,4	31,6	35,1	2,7	16,2
Bh1	60-65	8,2	1,1	4,6	37,2	41,5	2,2	14,5
Ah2	70-80	8,4	2,3	11,9	33,0	23,1	13,6	18,4
Ah2	90-100	8,4	2,1	9,7	31,0	26,3	12,1	20,9
Bh2	100-120	8,8	2,4	5,6	46,5	30,4	2,6	14,9
Bh2	120-130	8,4	2,0	4,7	31,2	25,3	18,2	20,6
Ch2D	130 - 140	8,8	3,9	5,7	27,3	58,5	1,1	7,4
Разрез первой надпойменной террасы р. Енисей								
A0A	0-20	8,5	0,1	2,0	0,1	50,0	27,1	22,3
A	40-50	8,4	0,1	1,8	0,1	47,9	28,9	21,4
AB	60-70	7,5	0,2	3,2	0,0	49,6	30,4	19,5
Ah1	75-85	6,7	0,1	4,9	0,1	47,7	26,0	21,2
ABh1	90-100	6,6	0,2	1,3	0,0	52,3	27,0	19,3
Ah2	120-130	6,7	7,2	3,9	0,0	51,8	25,8	18,5
BCh2	210-220	7,1	0,2	2,0	0,0	49,7	28,8	19,5

Ah3	220-226	7,6	0,2	1,6	0,2	27,5	32,0	38,7
BCh3	230-240	8,1	1,6	7,3	0,0	44,8	27,4	20,5
D	250-260	8,7	4,3	5,8	0,0	72,0	18,4	3,5

Схема эволюции палеопочв голоцена лесостепной и степной зон Приенисейской Сибири (табл. 2) позволяет проследить изменение почвенного покрова, а следовательно, и условий почвообразования в различные периоды голоцена.

Таблица 2

Схема возможной эволюции голоценовых палеопочв Приенисейской Сибири в голоцене

Этап голоцена	Возраст, т.л.	Палеопочвы	
		Красноярская котловина	Минусинская котловина
Предбореальный	10,3-9,5	Таежные, криоземы, подзолисто-глеевые, глееземы	Дерново-таежные, подзолистые
Бореальный	9,5-8,0	Серые лесные, подзолистые, дерновые, дерново-карбонатные, глееземы, дерново-лесные, лугово-лесные	Дерновые лесные, серые лесные, черноземы
Атлантический	8,0-4,5		
1-я половина	8,0-6,0	Дерново-глеевые, дерново-подзолистые, серые лесные	Серые лесные, луговина лесные, дерново-лесные, луговые черноземы
2-я половина	6,0-4,5	Черноземы, серые лесные, дерновые лесные	Черноземы
Суббореаль	4,5-3,0 (2,5 ?)	Дерновые лесные, серые лесные, оподзоленные, дерново-глеевые, лугово-лесные	Серые лесные, дерново-лесные, черноземы
Субатлантический	3,0 (2,5 ?) - 0,0	Серые лесные, дерново-лесные, черноземы	Черноземы, серые лесные, дерново-лесные

Голоценовые палеопочвы Красноярской котловины. Палеопочвенными исследованиями изучались голоценовые отложения о. Татышева, первой надпойменной террасы р. Енисей (раскопы археологических памятников Краеведческий музей, Няша, Усть-Караульная и др.), пещерные отложения археологического памятника пещера Еленева [1, 4, 5]. Морфолого-аналитическая характеристика данных разрезов позволяет выделить до четырех палеопочв разного генезиса.

В раскопе археологического памятника Няша первая, вторая и третья погребенные почвы соответствуют **атлантическому** периоду (климатическому оптимуму голоцена). Эти палеопочвы Няшинского педокомплекса схожи между собой по распределению гумуса по профилю палеопочв, аккумулятивному характеру органического вещества, высокой степени гумификации (44,6–40,1), фульватно-гуматному типу органического вещества (Сгк:Сфк = 1,6). Третья палеопочва по макроморфологическому описанию отличается включениями обуглившейся древесной растительности и костей лесных животных. Генетический тип палеопочв атлантического периода изменялся от серых лесных до черноземов.

Четвертая палеопочва Няшинского педокомплекса соответствует **бореальному** периоду голоцена. Палеопочва имеет плохую сохранность гумусового горизонта. Его органическое вещество характеризуется высокой степенью гумификации и преобладанием гуматов кальция в его составе. Фракционный состав гумуса и сильная окарбоначенность профиля позволяют отнести эту палеопочву к дерново-карбонатной.

В раскопе археологического памятника Усть-Караульная морфолого-аналитическими данными выделен педокомплекс, состоящий из четырех погребенных почв с разной сохранностью генетических горизонтов.

Формирование первой, второй и третьей палеопочвы относится к атлантическому периоду голоцена. Палеопочвы имеют сходный гранулометрический состав, кислотность почв, близкую к нейтральной, аккумулятивный характер распределения гумуса, преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами. Наибо-

лее оптически плотной является фракция 2. Вторая палеопочва Усть-Караульского педокомплекса имеет несколько отличный морфологический облик, свидетельствующий о более влажном климате и выраженной ветровой деятельности при ее формировании. Третья палеопочва педокомплекса отличается от предыдущих низким содержанием общего углерода в гор. Ah3 (0,2–0,5 %), хотя наиболее плотной по-прежнему является фракция 2, ее величина (22,2) ниже величин горизонтов Ah1, Ah2. Величина негидролизующего остатка гор. Ah3 возрастает до 35,2 %. Эта палеопочва имеет повышенное содержание агрессивных фульвокислот (фракция 1a составляет 38 % от суммы фульвокислот по сравнению с 18 % во второй палеопочве). В гор. BCh3 наблюдается накопление оксалоторастворимого железа.

По генезису образования первую палеопочву атлантического периода можно отнести к черноземной почве, вторую – к серой лесной, третью – к дерново-подзолистой или дерново-лесной почве.

Четвертая палеопочва Усть-Караульского педокомплекса относится к **бореальному** периоду голоцена. Она имеет низкое содержание углерода гумуса (0,4–0,6 %), распределение которого носит аккумулятивный характер. Групповой состав гумуса свидетельствует о высоком содержании фульвокислот (Сгк:Сфк = 0,1). Среди фульвокислот превалирует агрессивная фракция 1a и фракция 2, связанная с кальцием. Оптическая плотность фракции 2 гуминовых кислот меньше по сравнению с оптической плотностью этой фракции в горизонтах Ah вышележащих палеопочв. Характерной особенностью гумуса является высокое содержание негидролизующего остатка. Силикатный состав свидетельствует о накоплении кремнезема в гор. Ch3, D, что связано с увеличением фракции мелкого песка в гранулометрическом составе палеопочв.

Четвертая палеопочва Усть-Караульского педокомплекса имеет признаки лугового режима увлажнения при почвообразовании: железистые и железисто-марганцевые новообразования, резкое преобладание в составе гумуса фульвокислот над гуминовыми кислотами, высокое содержание негидролизующего остатка.

По морфолого-аналитическим данным эту палеопочву можно отнести к дерново-луговой. Ее формирование шло при повышенном грунтовым увлажнении.

Основываясь на диагностике генетических типов палеопочв разных временных периодов голоцена, можно выполнить корреляцию эволюцию почв Красноярской и Минусинской котловин Приенисейской Сибири в голоцене.

Выводы

1. В строении голоценовых отложений Приенисейской Сибири, как и сопредельных территорий, отражено преобладание процессов почвообразования над осадконакоплением, так как голоцен является межледниковьем. Это привело к формированию палеопочв, педокомплексов и зон почвообразования.

2. В каждый временной период голоцена непрерывность почвообразовательных процессов приводила к формированию зональных типов почвенного покрова. Существовала флуктуация почвенных зон как во времени, так и в пространстве.

3. Климат являлся ведущим фактором, влияющим на смену почвенных покровов. Биоклиматические условия голоцена отличались не только для каждого временного периода голоцена, но и в пределах этих периодов.

Литература

1. Демиденко Г.А. Позднеплейстоценовые и голоценовые почвы бассейна Среднего Енисея (палеоэкологический аспект). – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. – 160 с.
2. Демиденко Г.А. Реконструкция природных условий Приенисейской Сибири в голоцене. – Красноярск: Изд-во КГПУ, 1996. – 100 с.
3. Демиденко Г.А. Почвенный покров Приенисейской Сибири в голоцене // География и природные ресурсы. – 1998. – № 1. – С. 87–91.
4. Демиденко Г.А. Характеристика голоценовых палеопочв археологических памятников Южной Сибири // Гуманитарные науки в Сибири. – 1996. – № 3. – С. 16–30.
5. Демиденко Г.А., Котенева Е.В. Реконструкция почвенно-растительного покрова Березовской террасы реки Енисей в сартанское и голоценовое время. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. – 130 с.
6. Кинд Н.В. Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. – М.: Наука, 1974. – 225 с.
7. Роде А.А. Почвообразовательный процесс и эволюция почв. – М.: Географизд, 1947. – 141 с.
8. Соколов И.А., Таргульян В.О. Взаимодействие почвы и среды: почва-память и почва-момент // Изучение и освоение природной среды. – М.: Наука, 1976. – С. 150–164.
9. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Азии. – М.: Наука, 1974. – 198 с.

РАЗЛИЧИЕ В ДИНАМИКЕ РОСТА ЛИСТВЕННИЦЫ ГМЕЛИНА НА СКЛОНАХ СЕВЕРНОЙ И ЮЖНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭВЕНКИИ*

Исследовано влияние микроклиматических условий на динамику радиального роста лиственницы Гмелина, произрастающей в контрастных условиях на северном и южном склонах в нижнем течении р. Кулингдакан (Центральная Эвенкия, пос. Тура). На одновозрастных модельных деревьях послепожарного возобновления была измерена ширина годовых колец на высоте 0, 1/4, 1/2, 3/4 уровней ствола, включая верхушку. Выявлены различия в динамике радиального роста и отклике на влияние погодных условий у деревьев из контрастных мест обитания. Показано, что погодные факторы оказывают разное по степени и продолжительности влияние на радиальный прирост стволов лиственницы Гмелина на разной высоте от поверхности почвы. Высказано предположение, что эти различия обусловлены разными гидротермическими свойствами сезонно-талого слоя.

Ключевые слова: дендрозология, многолетняя мерзлота, лиственница Гмелина, радиальный рост, климатические факторы.

D.A. Mashukov, A.V. Benkova

THE DIFFERENCE IN GROWTH DYNAMICS OF GMELIN'S LARCH ON THE SLOPES OF THE NORTHERN AND SOUTHERN EXPOSURE NORTHERN TAIGI OF CENTRAL EVENKIA

The influence of the microclimatic conditions on the radial growth dynamics of Gmelin's larch growing in the contrast conditions on the north and south slopes in the lower course of Kulingdakan River (Central Evenkia, village Tura) is researched. The tree ring width at the height of 0, 1/4, 1/2, 3/4 trunk levels, including the top was measured on the coeval post-fire resumption model trees. The differences in the radial growth dynamics and the response to weather variation impact in trees growing in contrast conditions are revealed. It is shown that weather factors exert different in degree and duration influence on the radial growth of Gmelin's larch trunks at different heights from the soil surface. It is suggested that these differences are conditioned by different hydrothermal properties of seasonal thawed layer.

Key words: dendroecology, permafrost, Gmelin's larch, radial growth, climatic factors.

Введение. Северо-таежные леса Центральной Эвенкии на 90 % сформированы лиственницей Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.). [6]. По Л.К. Позднякову [6], природные условия здесь неблагоприятны для роста леса. Многолетняя мерзлота, сравнительно низкая поступающая энергия Солнца, низкая температура воздуха сдвигают начало вегетационного периода на более позднее время и в целом обуславливают короткий сезон роста; почва оттаивает на небольшую глубину, что резко ограничивает доступность питательных веществ [3]. Возобновление северо-таежных лиственничников частично определяется природными пожарами, которые на некоторое время улучшают почвенные микроусловия тем, что повышают температуру активного слоя почвы [13] и увеличивают его глубину, умножая тем самым доступное количество питательных веществ [12]. Улучшение теплового режима почвы на гарях мерзлотной зоны в первые послепожарные годы положительно отражается на жизнедеятельности корней и их регенерации у сохранившихся лиственниц, а также на появлении и формировании молодого поколения леса [7]. В дальнейшем многолетняя мерзлота вновь поднимается, оказывая при этом всевозрастающее негативное влияние на развитие древостоя, в частности на радиальный рост, и стабилизируется на своем предпожарном уровне [5].

Дендрохронологические исследования древесно-кольцевой хронологии, полученные в пределах или вблизи лесотундрового экотона, доказали, что этот процесс тесно связан с изменениями летней температуры воздуха [2]. Однако за последние десятилетия, по мнению ряда ученых [1, 11, 15], эта связь стала несколько слабее. Очевидно, что с ослаблением роли температуры усилилось влияние на рост деревьев других внешних факторов, например, микроклиматических. В этой связи выбор контрастных мест произрастания послепожарного возобновления – склонов северной и южной экспозиции – является весьма перспективным, на наш взгляд, для изучения особенностей динамики роста лиственницы. К тому же разные условия произ-

* Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН № 69.

растения на склонах северной и южной экспозиции не могут не сказаться на радиальном приросте разных частей ствола деревьев.

Цель исследований. Провести сравнительный анализ динамики роста по диаметру и высоте деревьев, произрастающих на склонах северной и южной экспозиции (северная тайга, Центральная Эвенкия) и выявить разницу в отклике радиального прироста деревьев на погодные факторы на разной высоте: от комля до верхушки.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на базе Эвенкийского опорного экспедиционного пункта Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, расположенного вблизи пос. Тура (Илимпейский район, Эвенкийский автономный округ, 64° 10' с.ш., 100° 15' в.д.). Объектом исследований были лиственничники кустарничково-зеленомошного типа, которые сформировались после низового пожара 1902 года на двух противоположно расположенных склонах (северном – пробная площадь 1 (ПП 1) и южном – пробная площадь 2 (ПП 2), в нижнем течении ручья Кулингдакан (рис. 1). Деревья на южном склоне имели большую высоту, больший диаметр, более развитую крону, чем на северном.

Общая климатическая характеристика района: климат семигумидный, резко континентальный. Климатические данные метеорологической станции «Тура» показали, что за период 1936–2006 гг. средняя температура января составила 36,0°C (±), июля +16,5°C (±), среднегодовая температура – 9,0°C (±), среднегодовое количество осадков 366 мм (±), средняя длительность безморозного периода составила около 120 дней. Вегетационный период обычно длится со второй половины мая по начало сентября (около 69–80 дней).

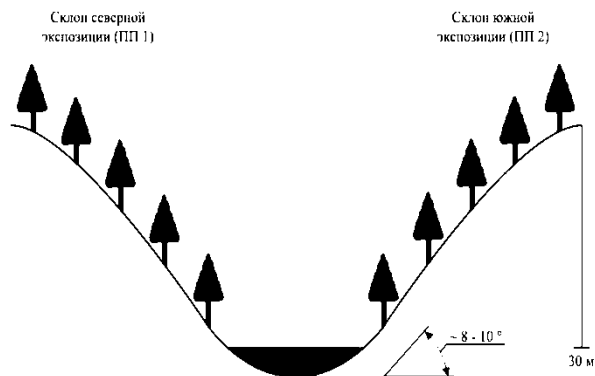


Рис. 1. Схематическое изображение местообитаний (цифрами обозначены примерный угол наклона и высота склонов на уровне долины ручья)

Почвы – криогидроморфные криоземы гомогенные – имеют легкосуглинистый гранулометрический состав (доля физической глины 24,1 %), органогенный горизонт – 13,5 см [4, 7]. Верхний 20-сантиметровый слой почвы имеет положительные температуры только четыре месяца в году. Оттаивание сезонно-талого слоя почвы определяется как количеством тепла, поступающего на поверхность, так и развитием теплоизолирующего органического горизонта, представляющего моховой и оторфированный слой, которые препятствуют прогреву почвы [7]. Глубина сезонного протаивания на склоне северной экспозиции в середине сезона роста составляет 37–53 см, а на склоне южной экспозиции может достигать 143–153 см [14]. Корнеобитаемый слой составляет около 25–35 см, более 80 % корней лиственницы сосредоточены в подстилке и верхнем 20-сантиметровом слое минеральной почвы [7]. На склонах северной экспозиции минеральная почва достигает положительных температур (>0°C) лишь в середине июня, что обусловлено, помимо меньшего поступления тепла от солнечной радиации, мощным теплоизолирующим слоем подстилки: толщина мохово-лишайниково покрова в среднем достигает 10–20 см.

Склоны северной и южной экспозиции отличаются не только по глубине активного слоя почв, но и наземному растительному покрову. Склон северной экспозиции в основном покрыт мхами и лишайниками, а на склоне южной экспозиции преобладают вечнозеленые кустарнички вида Ericaceae [14]. Мохово-лишайниковый покров на северном склоне представлен *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G., *Aulacomnium turgidum* (Hedw.) Schwaegr., *Cladina* spp. и *Cetraria* spp, напочвенный покров – кустарничками, такими, как *Ledum palustre* L. С другой стороны, на южном склоне растительный покров представлен в основном *Vaccinium vitis-idaea* L. и *Vaccinium uliginosum* L. без развитого мохового покрова [14].

В средней части склонов на ПП 1 и ПП 2 было отобрано по 5 типичных деревьев, которые представляли собой большинство в древостоях. Средний возраст деревьев составил 107 ± 2 лет; средний диаметр на высоте ствола 1,3 м на северном склоне – 30 мм, на южном – 43 мм; средняя высота деревьев составила 8 м на северном и 10,5 м на южном склонах. Образцы древесины были взяты в виде спилов со стволов деревьев на разной высоте от поверхности почвы: на высоте комля, 1/4, 1/2, 3/4 части ствола и с верхушки. Всего было измерено 60 спилов. Измерение ширины годичных колец и перекрестная датировка проведены в соответствии с общепринятой методикой [9] на установке LINTAB v3.0. В качестве аппроксимирующей возрастной функции была выбрана отрицательная экспонента [9]. Индексированные древесно-кольцевые хронологии получены по стандартной методике удаления возрастного тренда (стандартизация).

Анализ влияния климатических факторов на погодичную изменчивость ширины годичных колец проводился на основе рассчитанных коэффициентов корреляции между средними по 5 деревьям индексными хронологиями радиального прироста и климатическими данными (атмосферные осадки и температура воздуха) по метеостанции «Тура». Для выявления значимого влияния погодных условий на радиальный рост за более короткий период времени, чем месяц, был использован метод «скользящих корреляционных функций отклика» [6, 10]. Данные по среднесуточной температуре воздуха и атмосферным осадкам были усреднены за 20 дней с шагом в 5 дней вперед за период 1935–2009 года. Расчеты проводились с апреля по сентябрь.

Результаты исследований и их обсуждение. Зная, на какой высоте от поверхности почвы взят спил и возраст спила, реконструировали изменение высоты дерева со временем (рис. 2, а). Реконструкция изменения высоты дерева со временем показала, что до 8-, 10-летнего возраста скорость роста в высоту была примерно одинаковой на обоих склонах, затем деревья на южном склоне стали прирастать в высоту быстрее. Относительно быстрый рост в высоту послепожарного возобновления продолжался у деревьев примерно до 15-летнего возраста на северном склоне и до 20-летнего возраста на южном склоне. С 30-летнего возраста скорость роста деревьев на обоих склонах была одинаковой, однако, начиная с 80 лет, на южном склоне отмечалось заметное увеличение скорости роста в высоту. Вариабельность деревьев по высоте на южном склоне больше, чем на северном (рис. 2, а).

Диаметр деревьев на высоте 1,3 м на южном склоне увеличивался со временем значительно быстрее, чем на северном склоне (рис. 2, б). Для выявления различий в отклике деревьев, произрастающих на северном и южном склонах, на изменение погодных условий и различий в отклике радиального прироста на разной высоте стволов был использован метод построения скользящих корреляционных функций отклика индексов радиального прироста на температуру воздуха и количество осадков (рис. 3–5). Для их построения использовались суточные данные температуры воздуха и осадков за период 1935–2009 гг. (<ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/ghcn/daily/>) по метеостанции «Тура».

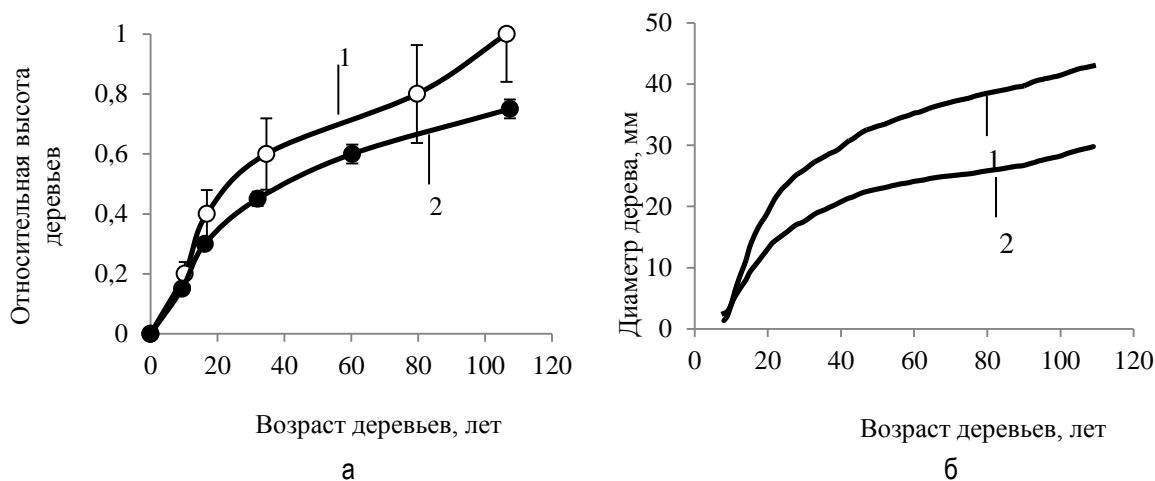


Рис. 2. Динамика роста деревьев лиственницы Гмелина в высоту: а – за единицу принята средняя высота модельных деревьев на ПП 2; б – по диаметру на высоте 1,3 м на ПП 2 (1) и ПП 1 (2)

Таким образом, выявлена заметная разница в росте деревьев на склонах северной и южной экспозиций по высоте и диаметру.

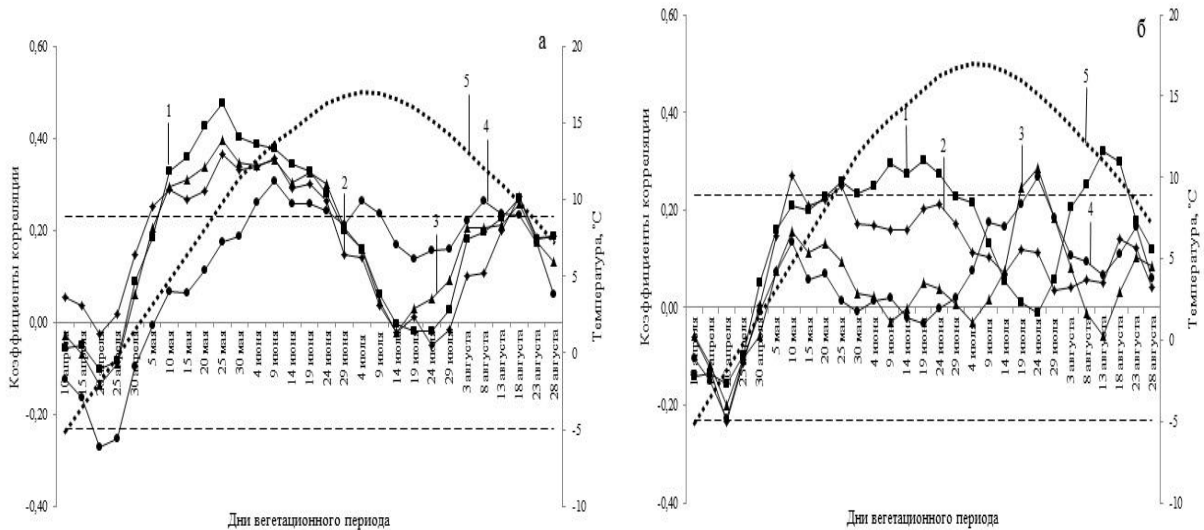


Рис. 3. Скользящие 20-дневные функции отклика индексов радиального прироста деревьев, произрастающих на ПП 1 (а) и ПП 2 (б), на изменение температуры воздуха на разных уровнях высоты ствола от поверхности: 1 – комель; 2, 3, 4 – ¼, 1/2, 3/4 части ствола; 5 – среднееголетние значения температуры воздуха по данным метеостанции «Тура» за 1935–2009 гг. (предел достоверности $R=0,23$ при $p<0,05$)

На северном склоне радиальный прирост всех частей стволов деревьев (за исключением верхушек) оказался более чувствителен к температуре воздуха, чем на южном склоне. Это выражается в более высоких значениях коэффициентов корреляции. Разные части ствола дерева на северном склоне реагируют на температурный фактор по-разному (рис. 3, а).

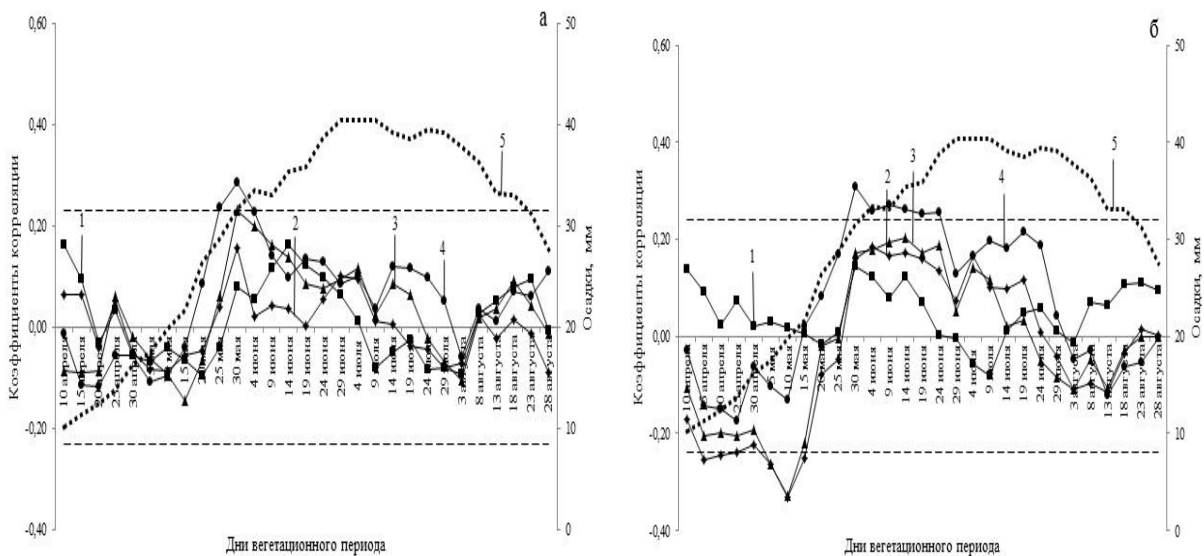


Рис. 4. Скользящие 20-дневные функции отклика индексов радиального прироста деревьев, произрастающих на ПП 1 (а) и ПП 2 (б), на изменение количества осадков на разных уровнях высоты ствола от поверхности: 1 – комель; 2, 3, 4 – ¼, 1/2, 3/4 части ствола; 5 – среднееголетние значения осадков по данным метеостанции «Тура» за 1935–2009 гг. (предел достоверности $R=0,23$ при $p<0,05$)

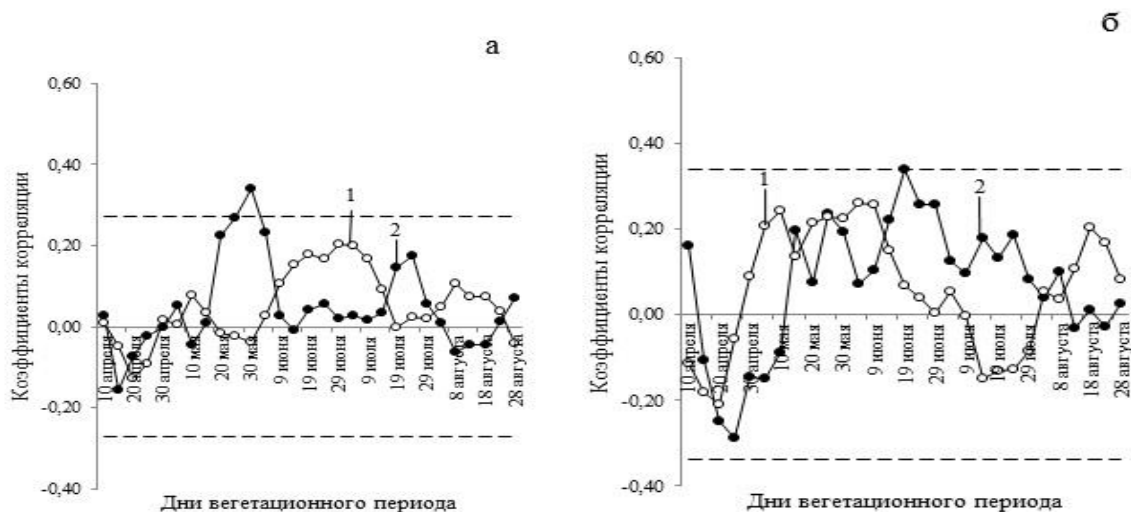


Рис. 5. Скользящие 20-дневные функции отклика индексов радиального прироста верхушек деревьев, произрастающих на ПП 1 (а) и ПП 2 (б), на температуру воздуха (1) и осадки (2) (предел достоверности ПП 1 ($R=0,27$), ПП2 ($R=0,34$) при $p<0,05$)

Так, радиальный прирост на высоте дерева 0 м (комль), на 1/4, 1/2 частях ствола синхронно реагируют на изменение температуры с первых чисел мая до середины июля и с середины августа до 7 сентября. Радиальный прирост на 3/4 высоты ствола начинает коррелировать с температурой позже, с начала июня, а в конце сезона роста раньше, с 8 августа. Радиальный прирост «верхушки» на изменение температуры воздуха не реагирует (рис. 5, а, кривая 1).

На южном склоне (рис. 3, б) заметное положительное влияние температуры весной начинает проявляться немного позже, чем на северном склоне, и только в нижней части ствола (у комлевой древесины) с 25 мая до 14 июля, а в конце сезона роста – с 8 августа до 7 сентября, на 1/4 высоты дерева – с 10 мая и до 14 июня. На 1/2 и 3/4 высотах дерева наблюдается положительное влияние температуры на рост с 19 июля до 13 августа и с 24 июля до 13 августа. «Верхушка», как и на северном склоне, на изменение температуры воздуха не реагирует (рис. 5, б, кривая 1).

На северном склоне (рис. 4, а) радиальный прирост деревьев оказался менее чувствительным к атмосферным осадкам. Здесь радиальный прирост комлевой древесины и 1/4 высоты ствола дерева на изменение количества осадков не реагирует, в то же время прирост на 1/2 и 3/4 высоты ствола и верхушка положительно коррелирует с осадками с конца мая до середины июня, т.е. в начале сезона роста.

На южном склоне (рис. 4, б) прирост комлевой части дерева также не реагирует на изменение количества осадков, однако выявлено отрицательное влияние осадков на прирост на 1/4 высоты ствола (с 15 апреля до 4 июня) и 1/2 высоты ствола (с 5 до 30 мая). На высоте 3/4 ствола дерева влияние атмосферных осадков на прирост наблюдается более длительное время, чем на северном склоне (с 30 мая до 14 июля). В то же время радиальный рост «верхушки» слабо, но достоверно, реагирует на осадки в самый жаркий период – с 19 июня до 9 июля (рис. 5, б, кривая 2).

В результате анализа были получены различия в динамике радиального роста деревьев, произрастающих на северном и южном склонах, и их реакции на влияние климатических факторов.

Северный склон

1. Радиальный прирост стволовой древесины на всех уровнях ствола (за исключением «верхушки») синхронно реагирует на изменение температуры в начале и конце сезона роста.

2. Радиальный прирост древесины на 1/2, 3/4 высоты ствола и «верхушки» синхронно реагирует на количество осадков в начале сезона роста, а прирост древесины на более низких уровнях высоты ствола нечувствителен к осадкам.

Южный склон

1. Радиальный прирост комлевой древесины и древесины на 1/4 высоты ствола положительно реагирует на увеличение температуры в течение всего сезона роста, а прирост на 1/2, 3/4 высоты ствола только в конце сезона роста. Вершина нечувствительна к температуре воздуха.

2. Радиальный прирост древесины на 3/4 высоты ствола положительно реагирует на увеличение атмосферных осадков в течение всего сезона, а верхушки – в середине сезона роста.

Таким образом, в ходе исследований выявлено, что на формирование древесных колец лиственницы оказывают влияние не только погодные факторы, но и разная экспозиция склонов. Известно, что экспозиция склона является одним из основных факторов, определяющих количество поступающей солнечной радиации, содержание почвенной влаги, испарение с поверхности почвы и других явлений [8, 12, 14, 15], которые в свою очередь определяют ход радиального роста деревьев. Ландшафтные разности определяют и степень развития мохово-лишайникового покрова. В условиях мерзлотных почв мохово-лишайниковый покров, благодаря своим термоизоляционным свойствам, влияет на процессы прогрева и оттаивания активного горизонта почвы [7]. На склоне южной экспозиции протаивание происходит интенсивнее, чем на северном склоне: развитый мохово-лишайниковый покров препятствует прогреву почвы, отодвигая на позднее время начало сезона роста. Этим и объясняется высокая чувствительность радиального роста деревьев на склонах северной экспозиции к изменению температуры почвы, которая в свою очередь связана с температурой воздуха.

Различие между северным и южным склонами по чувствительности радиального прироста на разных уровнях высоты деревьев к количеству осадков, вероятно, отражает приспособление системы водопроведения от корней к кроне к разному гидротермическому режиму почвы. Если дерево испытывает недостаток влаги, транспортируемой к верхушке, т.е. часть воды поглощается вследствие испарения, часть идет на процессы фотосинтеза в кроне, то может возникнуть явление суховершинности деревьев в древостоях. Именно это явление распространено в исследуемом районе.

Заключение. Деревья послепожарного возобновления склонов северной и южной экспозиции первые 8–10 лет прирастают в высоту и по диаметру с одинаковой скоростью, так как находятся в приблизительно одинаковых послепожарных условиях роста. В дальнейшем деревья на северном склоне заметно отстают в росте. Худшие термические свойства почвы в условиях пониженного поступления солнечной радиации на склоне северной экспозиции обеспечили меньший радиальный прирост, но лучшую его чувствительность к изменению температуры воздуха в начальной стадии сезонного роста. Радиальный прирост (3/4) высоты стволов (на середине кроны) и «верхушки» деревьев, произрастающих на склонах обеих экспозиций, оказались чувствительным к осадкам. Различие между северным и южным склонами по чувствительности радиального прироста на разных уровнях высоты деревьев к количеству осадков, вероятно, отражает приспособление системы водопроведения от корней к кроне к разному гидротермическому режиму почвы.

Литература

1. Значение микрoэкологических 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. 59–70.
2. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазена В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. – Новосибирск: Наука, 1996. – 244 с.
3. Ершов Ю.И. Мезоморфное почвообразование в таежно-мерзлотном семигумидном секторе Средней Сибири // Почвоведение. – 1994б. – № 10. – С. 10–18.
4. Зырянова О.А., Абаимов А.П., Бугаенко Т.Н. Оценка видового разнообразия и структуры лиственничных ассоциаций криолитозоны Сибири // Биоразнообразие и динамика экосистем: информационные технологии и моделирование. – Новосибирск: Наука, 2006. – С. 495–504.
5. Кирдянов А.В., Кнорре А.А., Прокушкин А.С. Многолетняя мерзлота как фактор, определяющий продуктивность северных лесов // Лесное хозяйство. – 2008. – № 3. – С.13–14.
6. Поздняков Л.К. Мерзлотное лесоведение. – Новосибирск: Наука, 1986. – 192 с.
7. Прокушкин С.Г., Абаимов А.П., Прокушкин А.С. Структурно-функциональные особенности лиственницы Гмелина в криолитозоне Центральной Эвенкии. – Красноярск: ДарМа-печать, 2008. – 161 с.
8. Симанько В.В., Бенькова А.В., Шашкин А.В. Применение метода «скользящих функций отклика» для выявления влияния климатических факторов на радиальный рост деревьев // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 7. – С. 188–194.
9. Cook E.R., Peters K. The smoothing spline: A new approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies // Tree-Ring Bulletin. – 1981. – № 41. – P. 45–53.
10. Fonti P., Solomonoff N., García-González I. Earlywood vessels of *Castanea sativa* record temperature before their formation // New Phytologist. – 2006. – № 173. – P. 562–570.

11. *Kirdyanov A.V., Prokushkin A.S., Tabakova M.A.* Tree-ring growth of Gmelin larch under contrasting local conditions in the north of Central Siberia // *Dendrochronologia*. – 2013. – № 31. – P. 114–119.
12. Climatic factors influencing fluxes of dissolved organic carbon from forest floor in a continuous-permafrost Siberian watershed / *A.S. Prokushkin, T. Kajimoto, S.G. Prokushkin* [et al.] // *Can. J. For. Res.* – 2005. – № 35. – P. 2130–2140.
13. Zonal peculiarities of forest vegetation controlled by fires in northern Siberia / *M.A. Sofronov, A.V. Volokitina, T. Kajimoto* [et al.] // *Eurasian J For Res.* – 2000. – Vol. 1. – P. 51–59.
14. Soil respiration on the contrasting north and south facing slopes of a Larch forest in Central Siberia / *Y. Yanagihara, T. Koike, Y. Matsuura* [et al.] // *Eurasian J. For.Res.* 2000. – № 1. – P. 19–29.
15. Seasonal Changes in Stem Radial Growth of *Larix gmelinii* in Central Siberia / *K. Yasue, J. Kujansuu, T. Kajimoto* [et al.] // *Permafrost ecosystem: Siberian Larch Forest. Ecological studies.* – 2010. – Vol. 209. – P. 331–345.





АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*547

Е.П. Хабарова, П.А. Феклистов, Ф.А. Кунников

ЧИСТАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА В СОСНЯКЕ КУСТАРНИЧКОВО-СФАГНОВОМ ОСУШЕННОМ

Статья посвящена изучению продукционного процесса ассимиляционного аппарата сосны на осушенных площадях. Приведены данные чистой продуктивности фотосинтеза ассимиляционного аппарата сосны в сосняке кустарничково-сфагновом, показано их изменение по месяцам и в зависимости от степени осушения. Проведен корреляционный анализ полученных данных.

Ключевые слова: ассимиляционный аппарат, осушение, возраст хвои, чистая продуктивность фотосинтеза, водный режим, межканальное пространство.

E.P. Khabarova, P.A. Feklistov, F.A. Kunnikov

THE PHOTOSYNTHESIS NET PRODUCTIVITY IN THE DRAINED DWARF SHRUB – SPHAGNOUS PINE FOREST

The article is devoted to the productional process studying of the pine assimilation apparatus on the drained areas. The data of the net productivity of the pine photosynthesis assimilation apparatus in the dwarf shrub-sphagnous pine forest are presented, their change by months and depending on the drainage degree is shown. The correlation analysis of the obtained data is conducted.

Key words: assimilation apparatus, drainage, needle age, photosynthesis net productivity, water mode, inter-channel space.

Введение. Продукционный процесс растений – это процесс создания ими органического вещества или биомассы, результат согласованного функционирования всех органов растения [1]. Продукционный процесс всегда связывают с интенсивностью фотосинтеза. Для нормального его протекания необходим углекислый газ и вода. Вода, поступая из почвы, во многом оказывается своего рода лимитирующим фактором [4].

Для изучения влияния осушения на продукционный процесс ассимиляционного аппарата сосны мы использовали такой количественный показатель, как чистая продуктивность фотосинтеза.

Накопление биомассы единицей площади листа за единицу времени называется чистой продуктивностью фотосинтеза. Измеряется в граммах сухой массы на 1 м² за сутки, варьируя в зависимости от условия в широком диапазоне (7–20 г/(м²·сут) [6].

Материалы и методы исследований. Полевые работы проводились в 108 квартале Усть-Двинского участкового лесничества Архангельского лесничества. Пробные площади здесь находятся на разном расстоянии от осушителя. Первая пробная площадь расположена вблизи осушителя, а вторая в межканальном пространстве. Для изучения чистой продуктивности фотосинтеза в сосняке кустарничково-сфагновом были подобраны 20 учетных деревьев, за которыми производились наблюдения.

Использовалась хвоя всех возрастов. Хвою разного возраста использовали двукратно, то есть с каждой ветви брали по две пары хвоинок, имеющих одинаковый возраст. Одну из хвоинок с укороченного побега отделяли и взвешивали. Место отбора отмечали краской. Через сутки брали вторую хвоинку и снова взвешивали. Кроме сырой массы, определяли и сухую массу после высушивания в сушильном шкафу при температуре 105°C. Разница в сухой массе дает количество накопленного сухого органического вещества за одни сутки. В пересчете на массу хвоинки или на площадь это не что иное, как чистая продуктивность фотосинтеза. Всего таким образом было взято 1400 образцов хвои и выполнено 2800 взвешиваний.

Результаты исследований и их обсуждение. На Европейском Севере вопрос о чистой продуктивности фотосинтеза в различных типах насаждении изучался мало, нашей целью было изучение чистой продуктивности фотосинтеза в сосняке кустарничково-сфагновом; влияние осушения на данный показатель, а также изменение чистой продуктивности фотосинтеза по месяцам с июля по сентябрь.

Чистая продуктивность фотосинтеза у деревьев в сосняке кустарничково-сфагновом колеблется от 7,9 в августе до 9,3 г/м² ·сут в июле (рис. 1). В среднем за весь период наблюдения она составляет 8,6 г/м²·сут сухого вещества. Для расчета использовалась только 1-, 2- и 3-летняя хвоя.

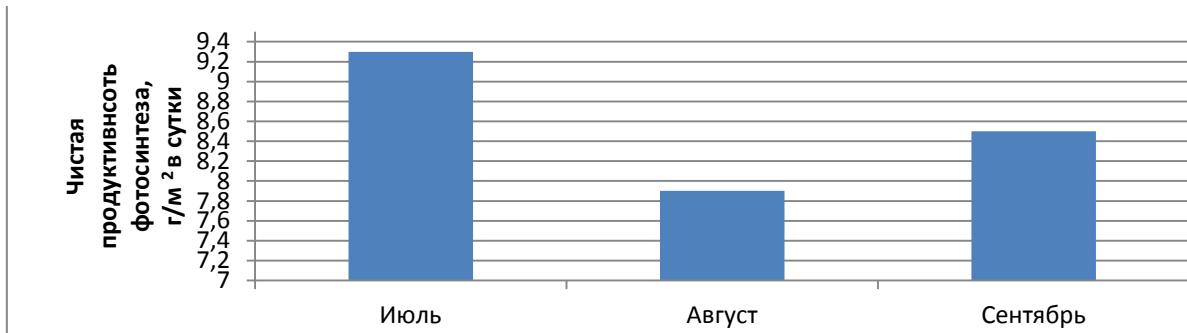


Рис. 1. Чистая продуктивность фотосинтеза в сосняке кустарничково-сфагновом осушенном

Очевидно, что водный режим почвы на осушенной площади разный у осушителя и в межканальном пространстве. В связи с этим мы попытались выяснить, как влияет степень осушения на чистую продуктивность фотосинтеза.

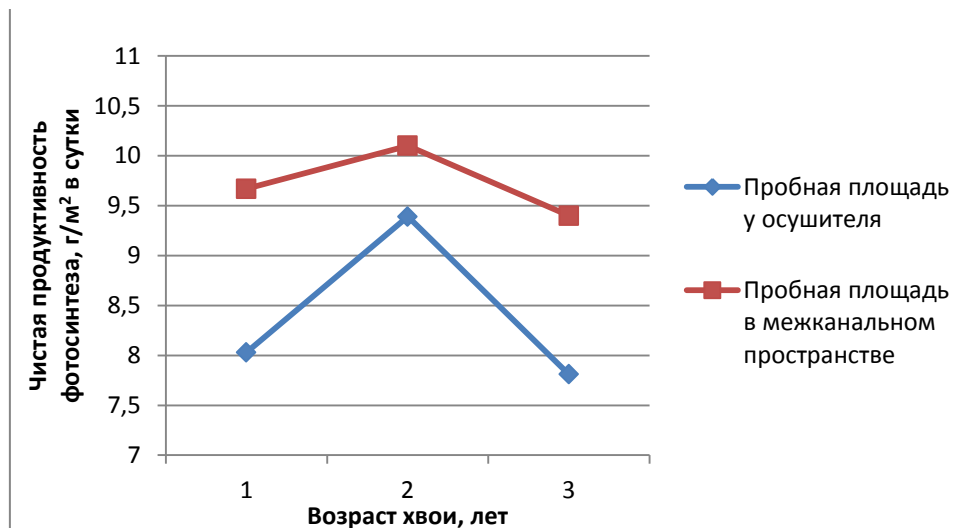


Рис. 2. Чистая продуктивность фотосинтеза в хвое разного возраста в июле

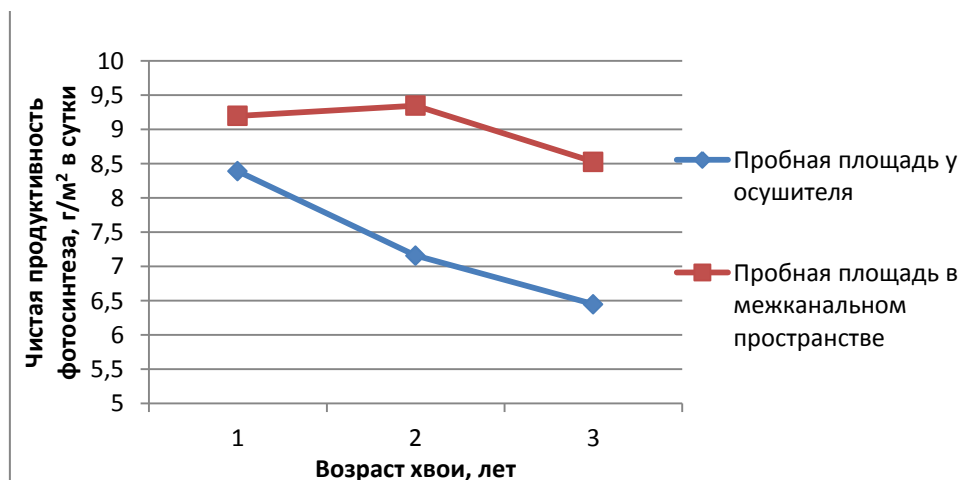


Рис. 3. Чистая продуктивность фотосинтеза в хвое разного возраста в августе

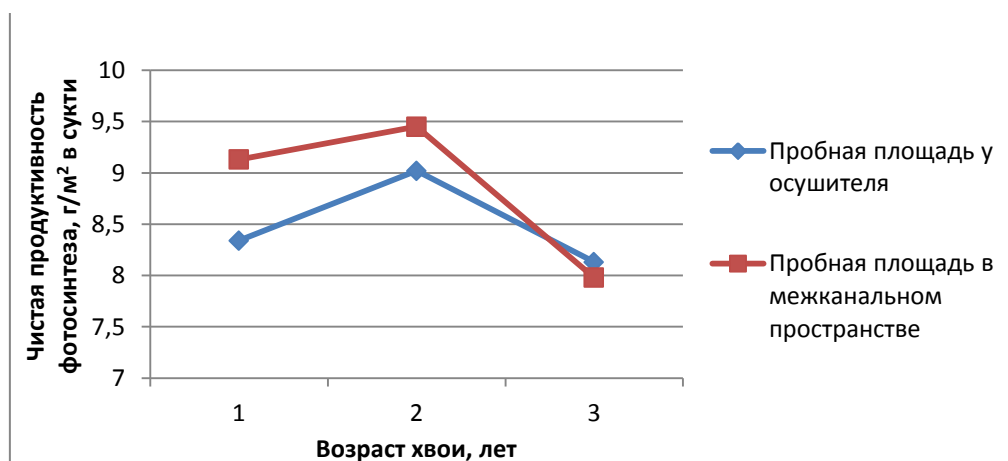


Рис. 4. Чистая продуктивность фотосинтеза в хвое разного возраста в сентябре

На основании данных рис. 2–4 можно сделать выводы, что в изучаемый период (июль-сентябрь) наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза наблюдаются на пробной площади в межканальном пространстве. Это кажется странным, так как обычно у осушителя складываются наиболее благоприятные условия для роста, чем в межканальном пространстве [3]. Тем не менее чистая продуктивность фотосинтеза была выше у деревьев в межканальном пространстве и в июле, и в августе, и в сентябре. Во все изученные временные интервалы она находилась в пределах от 6 до 10 г/м² в сутки. Следует отметить, что несколько большие величины имела 1-, 2-летняя хвоя, а 3-летняя несколько ниже. Интересно, что изменения в чистой продуктивности фотосинтеза в межканальном пространстве и вблизи осушителя синхронны для хвои разного возраста. Странный на первый взгляд результат, когда накопление органического вещества идет интенсивнее в межканальном пространстве, имеет вполне приемлемое объяснение. Цель осушения путем снижения уровня грунтовых вод повысить прирост деревьев осуществляется не всегда. В определенные сухие периоды, как и наблюдалось летом 2013 года, ограничивающим фактором становится влага (табл. 1). Летом 2013 года выпадало значительно меньше осадков по сравнению со средней многолетней нормой, в то время как температура или соответствовала или была выше средней многолетней нормы.

Таблица 1

Температура и количество выпавших осадков по месяцам

Месяц	Температура, °С		Количество осадков, мм	
	Норма	Фактическая температура	Норма	Фактическое количество осадков
Июль	16,3	16,7	73	17
Август	13,1	15,5	70	57
Сентябрь	8,2	8,5	61	14

Из данных табл. 1 видно, что в июле наблюдался огромный дефицит осадков, но температура воздуха была на 0,4°С выше нормы. Этим и можно объяснить повышение чистой продуктивности фотосинтеза с удалением от осушителя, так как в данный момент времени именно там сложились более благоприятные условия водного режима. В августе количество выпавших осадков увеличивается, но несмотря на это все равно не соответствует норме выпавших осадков для данного месяца, температура воздуха также превышает значения нормы на 2,4°С, чем и объясняется превышение значения чистой продуктивности фотосинтеза в межканальном пространстве. В сентябре тоже отмечается минимальное количество выпавших осадков и превышение температуры воздуха на 0,3°С, поэтому прослеживается тенденция повышения чистой продуктивности фотосинтеза с удалением в межканальное пространство.

Все это в совокупности позволяет объяснить известный научный факт, что очень часто в осушенных сосняках на Севере запасы древесины остаются низкими [2] по сравнению с суходольными сосняками, несмотря на снижение уровня грунтовых вод.

Обращает внимание еще один факт, то, что даже в сентябре чистая продуктивность фотосинтеза остается на уровне летних значений. По-видимому, это органическое вещество идет не на прирост, так как ростовые процессы к этому времени затухают [5], а на отложение в запас.

В отношении 4-летней хвои результаты не так очевидны, как для 1-,3-летней. Четырехлетняя хвоя создает примерно такое же количество органического вещества как и 3-летняя, но не вся, а только 10 % образцов в июле, 5 – в августе, 10 % – в сентябре. То есть она фактически выводится из работы и ее вклад в продукционный процесс очень незначительный

Если рассматривать изменение значений чистой продуктивности фотосинтеза в хвое разного возраста, то на основании рис. 2–4 можно сделать выводы, что на двух пробных площадях отмечается определенная тенденция: хвоя второго года имеет наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза в июле и сентябре. Наименьшие значения чистой продуктивности фотосинтеза в июле и сентябре отмечены в хвое третьего года. В августе же изменение значений чистой продуктивности фотосинтеза по возрастам хвои идет в порядке убывания, т.е. с увеличением возраста хвои происходит снижение продуктивности.

Следует также сказать, что все рассчитанные показатели чистой продуктивности фотосинтеза достоверны, достоверность среднего значения во всех случаях превышает значение 4. Коэффициенты изменчивости не превышают 30 %, а точность опыта находится на уровне не выше 11 %.

Для оценки тесноты связи чистой продуктивности фотосинтеза в хвое разного возраста с расстоянием от осушительного канала был проведен корреляционный анализ полученных нами данных. Деревья, у которых изучалась чистая продуктивность фотосинтеза, располагались на разном расстоянии от осушителя от 12,2 до 72 м. И таких расстояний было 60 (табл. 2).

Таблица 2

Показатели связи чистой продуктивности фотосинтеза в хвое разного возраста с расстоянием от осушительного канала

Расстояние от осушителя, м	Месяц	Показатель									
		Коэффициент корреляции	Основная ошибка коэффициента корреляции	Достоверность коэффициента корреляции	Корреляционное отношение	Основная ошибка корреляционного отношения	Достоверность корреляционного отношения	Мера линейности	Основная ошибка меры линейности	Достоверность меры линейности	Показатель криволинейности
12,2-72	Июль	0,53	0,1	5,8	0,39	0,1	3,6	0,1	0,05	2,8	0,19
12,2-72	Август	0,75	0,1	11,7	0,47	0,1	4,1	0,3	0,08	4,0	0,78
12,2-72	Сентябрь	0,55	0,1	6,1	0,22	0,1	2,0	0,3	0,07	3,8	0,37

Корреляционный анализ показал, что в различные месяцы чистая продуктивность фотосинтеза находится в значительной коррелятивной связи с расстоянием от осушительного канала. С удалением в межканальное пространство происходило изменение чистой продуктивности фотосинтеза, а именно увеличение данного показателя. Корреляционное отношение не превышает значение коэффициента корреляции. Все рассчитанные показатели достоверны, так как превышают пороговое значение критерия Стьюдента (пороговое значение критерия Стьюдента 2,01 при вероятности 0,95). Исключением является корреляционное отношение в сентябре. Показатель криволинейности в июле и сентябре чуть выше 0, поэтому криволинейная зависимость двух показателей будет слабой, более приближенной к прямолинейной. В августе данный показатель приближается к 1, что подтверждает криволинейный характер связи.

Выводы

1. Чистая продуктивность фотосинтеза у деревьев в сосняке кустарничково-сфагновом колеблется от 7,9 в августе до 9,3 г/м²-сут в июле. В среднем за весь период наблюдений она составила 8,6 г/м²-сут сухого вещества.

2. В июле, августе и сентябре с удалением от осушителя увеличиваются значения чистой продуктивности фотосинтеза. Такое изменение объясняется погодными условиями, которые сложились во время вегетационного периода.

3. Наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза наблюдаются в июле (в среднем 9,3 г/м²-сут).

4. В июле и сентябре наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза отмечаются в хвое второго года. В августе же изменение значений чистой продуктивности фотосинтеза по возрастам хвои идет в порядке убывания, т.е. с увеличением возраста хвои происходит снижение продуктивности.

Литература

1. Некрасова Г.Ф., Киселева И.С. Экологическая физиология растений. Руководство к лабораторным и практическим занятиям. – Екатеринбург, 2008. – 157 с.
2. Феклистов П.А. Об изменении характера насаждений в зависимости от произрастания с разных сторон от осушителя // Экология и охрана растений Нечерноземной зоны РСФСР: межвуз. сб. науч. тр. – Иваново, 1981. – С. 75–78.
3. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Худяков В.В. Изменение экологических условий и рост северотаёжных сосняков после осушения. – Архангельск: РИО АГТУ, 1995. – 52 с.
4. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Барзут В.М. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне европейской тайги. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 1997. – 140 с.
5. Феклистов П.А., Бирюков С.Ю., Федяев А.Л. Сравнительные эколого-биологические особенности сосны скрученной и обыкновенной в северной подзоне европейской тайги. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2008. – 118 с.
6. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, А.С. Посевой [и др.]. – М.: Колос, 2000. – 640 с.



УДК 630.181

О.Н. Тюкавина

СОСТОЯНИЕ И РОСТ СОСНЫ В ЛЕСОПАРКЕ ЯГРЫ

Ягринский лесопарк имеет важное природоохранное значение, высокую рекреационную привлекательность, испытывает значительное антропогенное воздействие. Для выявления его адаптационных возможностей изучены рост и состояние сосны. Установлено, что прибрежные насаждения антропопотолерантны.

Ключевые слова: сосняк черничный, радиальный прирост, доля поздней древесины, влажность древесины, диаметр кроны.

О.Н. Tyukavina

THE PINE CONDITION AND GROWTH IN THE YAGRA WOODLAND PARK

The Yagrinsk woodland park has the important conservation significance, high recreational attraction and is exposed to the significant anthropogenic impact. In order to identify its adaptive capacities the pine growth and condition are studied. It is established that coastal plantations are anthropotolerant.

Key words: blueberry pine forest, radial growth, late wood proportion, wood moisture content, crown diameter.

Введение. В последние годы в связи со значительным антропогенным воздействием на побережье Двинского залива Белого моря у многих ученых возникает озабоченность не только по поводу качественного состояния насаждений, но и контроля над использованием территории и режимом посещения [1]. Неоднократно на территории острова Ягры проводились исследования. Почвы, напочвенный покров прибрежных насаждений описаны рядом авторов [2, 3, 4]. Однако встречаются лишь краткие сведения о морфометрических и физиологических особенностях сосны обыкновенной в Ягринском лесопарке [5]. Внешний облик деревьев, их анатомические и физиологические характеристики указывают на адаптационные возможности всего

древостоя. Следовательно, актуальной является проблема изучения состояния и роста сосны для принятия решений по повышению устойчивости насаждений зеленой зоны и эффективного управления особо охраняемыми природными территориями.

Цель исследований. Изучение состояния и роста сосны в функционально различных частях лесопарка.

Задачи исследований. Рассмотреть морфометрические характеристики сосны; изучить радиальный прирост и структуру годичного слоя; исследовать влажность древесины.

Материалы и методы исследований. При закладке пробных площадей использовали общепринятые в таксации методы [6] и методики [7, 8]. Для изучения радиального прироста и влажности сосны на пробных площадях отбирали 15 модельных деревьев, выбранных пропорционально представленности деревьев по ступеням толщины.

Результаты исследований и их обсуждение. Ягринский лесопарк входит в состав зеленой зоны г. Северодвинска, расположен в средней части острова Ягры между Двинским заливом Белого моря и р. Ягоркой. Территория лесопарка представляет собой низменную полосу суши площадью 422 га. На 80 % территория лесопарка представлена открытыми ландшафтами.

Условия лесопарка Ягры весьма разнообразны, что связано с уникальным ландшафтом и климатическими особенностями. Характерной чертой ландшафта является наличие 4 невысоких узких и плоских песчаных гряд (нерунгов) и понижений между ними (маршей), протянувшихся вдоль острова параллельно берегу Двинского рукава. Вглубь острова идет череда узких долин, покрытых тростником, и гряд с сосновыми средневозрастными насаждениями.

Континентальный климат смягчается воздействием моря. Он формируется под воздействием частой смены воздушных масс, поступающих из Арктики и Атлантического океана. Нередко вторгаются циклоны, принося пасмурную погоду с осадками: прохладную – летом, мягкую – зимой. Эти особенности, прежде всего климатические, влияют на рост и состояние деревьев.

На состоянии насаждений острова сказывается возрастающая в последние годы рекреационная нагрузка. Прибрежная часть лесопарка имеет повышенную рекреационную привлекательность, в связи с этим все гуще дорожная и тропинопочная сеть.

Из города Северодвинска в лесопарк «Ягры» проходит асфальтовая автомобильная дорога, пересекающая его на всем протяжении с юга на север. Территория парка интенсивно посещается отдыхающими, особенно на тех участках, где сформировались стихийные пляжи, места отдыха населения и создан мемориал воинской славы в честь защитников Отечества. Меньшую антропогенную нагрузку несут сосновые насаждения в глубине острова.

В связи с этим рассматривались прибрежные насаждения, интенсивно посещаемые населением. Пробная площадь (ПП) №1 располагается за Воинским мемориалом (III стадия дигрессии), пробная площадь №2 (III стадия дигрессии) на расстоянии 100 м от береговой линии. Пробная площадь №3 (II стадия дигрессии) и пробная площадь №4 (II стадия дигрессии) располагаются на расстоянии 1000 и 1100 м соответственно от береговой линии (табл. 1). Исследования проводили в средневозрастных сосняках черничных с примесью березы.

Таблица 1

Характеристика пробных площадей (ПП)

Номер ПП	Тип леса	Состав	Порода	Сред. высота, м	Сред. диаметр, см	Отн. полнота	Возраст, лет
1	Сосняк черн.	9С1Б	С	10,9	13,9	0,68	41
2	Сосняк черн.	9С1Бед.Е	С	10,0	14,2	0,75	41
3	Сосняк черн.	9С1Б	С	10,4	16,4	0,65	66
4	Сосняк черн.	10СедБ	С	6,6	10,4	0,78	47

Насаждения внешне схожи. Высота древесного полога порядка 10 м, среднеполнотный древостой, в напочвенном покрове доминирует черника. Древостои характеризуются пониженными высотами на всех пробных площадях. Возникает сложность в определении класса бонитета. Для островных древостоев не подходят региональные таблицы хода роста, так как они характеризуются сниженным ростом в высоту, сбе-

жистой формой ствола. Данные особенности позволяют деревьям противостоять порывам ветра. Ветер в свою очередь обеспечивает лучшую прогреваемость стволов в летний период, лучшее проникновение рассеянной солнечной радиации в полог насаждения. В результате повышается активность камбия. В связи с этим в прибрежных насаждениях диаметры деревьев больше, чем у деревьев, произрастающих в глубине острова. Следовательно, в прибрежной части для роста деревьев складываются более благоприятные условия, чем в глубине острова. Характеристика кроны деревьев сосны приведена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика кроны деревьев сосны

Номер ПП	Диаметр кроны, м	Протяженность кроны, м	Кол-во ветвей, шт.
1	1,3±0,1	5,3±0,5	29±2
2	3,4±0,4	5,0±0,4	25±2
3	4,2±0,4	4,8±0,3	31±1
4	3,1±0,4	3,9±0,3	24±2

Диаметр кроны у деревьев, растущих в насаждениях вдоль берега (ПП №1) на 61 % меньше, чем на ПП №2, и на 69 % меньше по сравнению с ПП №3. Различие между показателями достоверно (t от 5,3 до 6,6 при $t_{0,999} = 3,7$). Следовательно, в прибрежной зоне формируются деревья с узкой кроной, что позволяет устоять штормовым порывам ветра. На расстоянии примерно 100 м от береговой линии диаметр кроны достоверно не отличается от расположенной в глубине острова ПП №3, а также от диаметра кроны сосны, произрастающей на материке (Архангельский лесхоз) в сосняке черничном (4,88±0,62). Наблюдается тенденция увеличения ширины кроны дерева при удалении от береговой линии моря. Таким образом, ширина переходной зоны в насаждении от открытого пространства составляет 100 м.

Важным показателем роста является относительная высота, оценивающая рост, развитие и состояние древесных растений. Лучшим развитием характеризуются прибрежные насаждения, относительная высота составляет в среднем 0,74. В глубине острова относительная высота сосны составляет 0,53. Различие в относительной высоте между насаждениями при разной удаленности от береговой линии достоверно (t от 3,3 до 4 при $t_{0,99} = 2,8$).

Годичный прирост деревьев – это сложный биологический процесс, зависящий от многих экзогенных и эндогенных факторов. Прирост по радиусу обуславливается биологией древесной породы, её возрастом, экологией, изменчивостью условий среды и комплекса метеорологических факторов [9]. Поэтому годичный прирост древесины можно считать индикатором экологических и фитоценологических условий произрастания, показателем адаптированности растения к экстремальным факторам среды.

С целью сопоставления данных нами проанализирован 35-летний период прироста с 1975 по 2009 г. Радиальный прирост сосны в глубине острова изменяется в пределах от 0,9 до 1,7 мм. В 60-летних насаждениях он в среднем составляет 1,09±0,03 мм, в 47-летних – 1,24±0,02 мм. С увеличением среднего возраста на 13 лет радиальный прирост сократился на 12 %. Различие между радиальным приростом ПП №3 и ПП №4 достоверно ($t = 4,2$ при $t_{0,999} = 3,8$).

Радиальный прирост сосны прибрежных насаждений изменяется в пределах от 1,3 до 2,9 мм. Наибольшая изменчивость данного показателя отмечается на ПП №2 (22,5 %). На расстоянии 100 м от береговой линии прирост сосны по диаметру в среднем составляет 1,98 ± 0,08 мм, около береговой линии – 1,70 ± 0,04 мм. Различие составляет 16 % (достоверно $t = 3$ при $t_{0,99} = 2,8$). Вероятно, принимая удары ветра на себя, деревья насаждений, примыкающих к береговой линии, снижают радиальные приросты. Следовательно, более благоприятные условия для прироста по диаметру в исследуемом районе складываются на ПП №2 на удалении 100 м от береговой линии. По сравнению с насаждениями в глубине острова радиальный прирост здесь достоверно увеличился на 60 % ($t = 8,7$ при $t_{0,999} = 3,8$).

В прибрежных насаждениях в динамике радиального прироста отмечается тенденция уменьшения прироста по диаметру в последние десятилетия (рис. 1). На пробной площади на расстоянии 100 м от береговой линии (ПП №2) до 1990 г. радиальный прирост был на уровне 2,5 мм. В последние годы он дошел до

уровня 1,5 мм. Это может быть связано с увеличением рекреационной нагрузки в последние десятилетия. На пробной площадке №1 в динамике радиального прироста отмечаются два максимума – в 1975 (2,27 мм) и 1989 гг. (2,19 мм) – и два минимума – в 1987 (1,45 мм) и 2007 гг. (1,33 мм). То есть выявляется цикличность изменения радиального прироста.

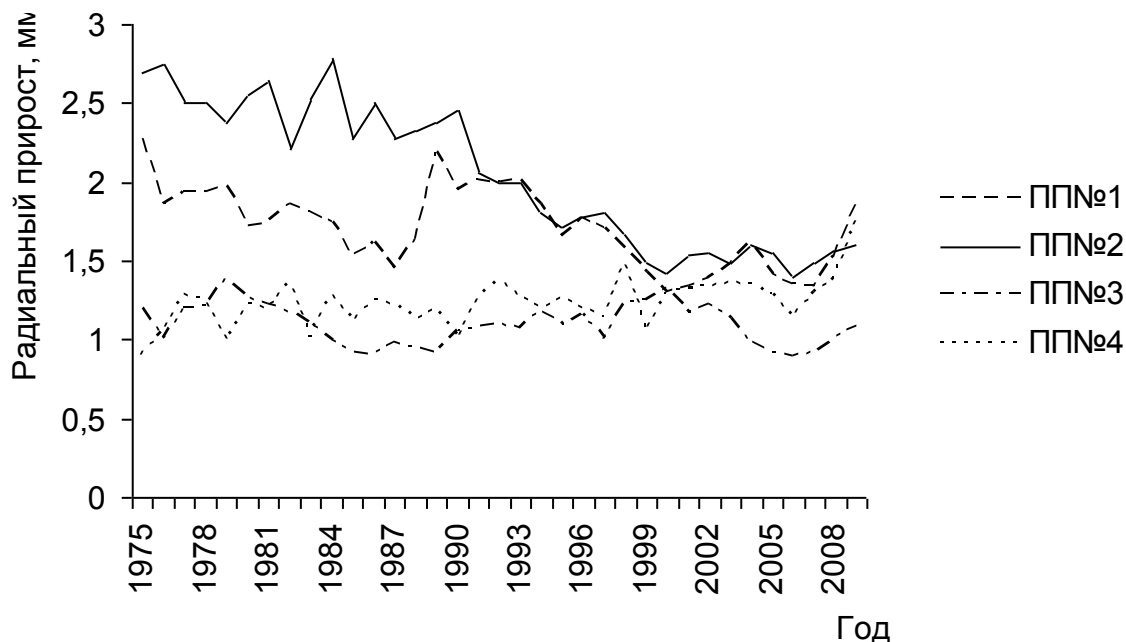


Рис. 1. Динамика радиального прироста сосны

Пробные площадки в глубине острова отличаются стабильностью радиального прироста. Изменение прироста по диаметру составляет порядка 0,5 мм.

Очень важной характеристикой годичного кольца является прирост поздней древесины. Этот слой состоит из мелких толстостенных клеток и определяет прочность древесины. В изменении прироста поздней древесины на разных пробных площадях отмечаются те же закономерности, что в приросте по диаметру (табл. 3).

Прирост поздней древесины сосны в глубине острова изменяется в пределах от 0,16 до 0,33 мм. В 60-летних насаждениях он в среднем составляет $0,26 \pm 0,01$ мм, в 47-летних – $0,3 \pm 0,02$ мм. Различие между показателями недостоверно.

Таблица 3

Характеристика древесины сосны

Номер ПП	Ширина слоя поздней древесины, мм	Доля поздней древесины, %	Влажность древесины, %	Влажность водопроводящей зоны древесины, %
1	$0,43 \pm 0,01$	$25,2 \pm 0,5$	$40,7 \pm 0,9$	$52,5 \pm 1,0$
2	$0,46 \pm 0,02$	$23,6 \pm 0,4$	$42,7 \pm 1,6$	$52,3 \pm 1,3$
3	$0,26 \pm 0,01$	$24,3 \pm 0,4$	$39,9 \pm 1,1$	$51,0 \pm 1,2$
4	$0,30 \pm 0,02$	$22,0 \pm 0,6$	-	-

Прирост поздней древесины сосны прибрежных насаждений изменяется в пределах от 0,3 до 0,75 мм. Наибольшая изменчивость данного показателя отмечается на ПП №2 (21,4 %).

По сравнению с удаленными от береговой линии насаждениями прирост поздней древесины сосны в прибрежных насаждениях достоверно увеличился на 53 % ($t = 5,7$ при $t_{0,999} = 3,8$).

Абсолютная величина поздней части древесины сама по себе мало характеризует качество древесины. В связи с этим высчитывается процент поздней древесины в кольце (табл. 3). Доля поздней древесины сосны в глубине острова изменяется в пределах от 16 до 29 %. В 60-летних насаждениях она в среднем составляет $24,3 \pm 0,4$ %, в 47-летних – $22,0 \pm 0,6$ %. С повышением среднего возраста на 13 лет доля поздней древесины увеличилась на 2,3 %, различие достоверно ($t = 3$ при $t_{0,99} = 2,8$). Доля поздней древесины сосны прибрежных насаждений изменяется в пределах от 18 до 32 %. В насаждении, примыкающем к береговой линии, доля поздней древесины составляет $25,2 \pm 0,5$ %, а на удалении 100 м – $23,6 \pm 0,6$ %.

Различие между данными показателями недостоверно. По сравнению с насаждением в глубине острова (ПП №4) доля поздней древесины сосны в насаждении, примыкающем к береговой линии (ПП №1), достоверно увеличилась на 3,2 % ($t = 4,1$ при $t_{0,999} = 3,8$). Прослеживается тенденция увеличения доли поздней древесины с возрастанием относительной высоты (рис. 2).

Доля поздней древесины, %

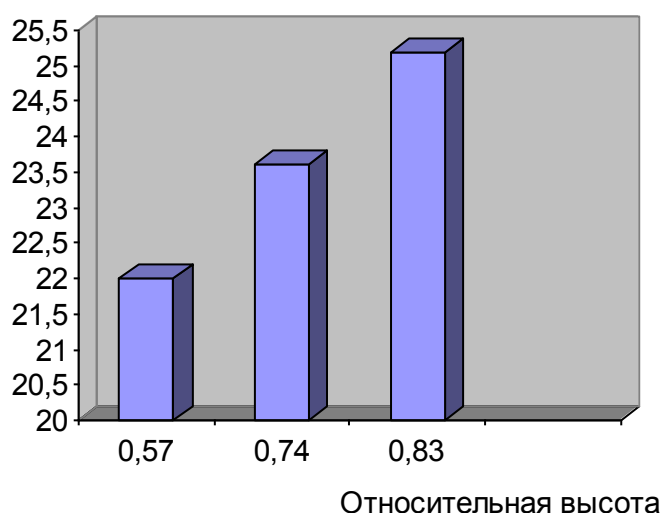


Рис. 2. Зависимость доли поздней зоны от относительной высоты

Влажность древесины – важный показатель состояния деревьев. Вода участвует во всех физиологических процессах растений, осуществляет их взаимосвязь с окружающей средой, обуславливая продуктивность как отдельных деревьев, так и древостоев в целом.

При проведении исследований мы исходили из гипотезы, что все годовые кольца имеют определенную влажность, но те из них, которые не участвуют в проведении воды, резко отличаются по ее содержанию от остальных колец. Самая влажная часть сечения является водопродводящей зоной ствола.

В среднем влажность древесины составила 41 % (табл. 3), влажность водопродводящей зоны – 52, внутренней зоны – 22 %.

На пробной площади около дороги (ПП №2) отмечается наибольшая влажность (42,7 %). Она характеризуется большим коэффициентом изменчивости (14,7 %). Различие между влажностью древесины на разных пробных площадях недостоверно. Отмечается лишь тенденция возрастания влажности древесины с увеличением ширины годовичного слоя.

Влажность водопроводящей зоны изменяется от 43 до 61 %. Различие между данным показателем на разных пробных площадях недостоверно и составляет от 0,2 % в прибрежных насаждениях до 5 % по сравнению с удаленными от береговой линии насаждениями (табл. 3).

Длина водопроводящей зоны древесины сосны в среднем $41 \pm 3,3$ мм изменяется от 15 до 70 мм. Различие между длиной водопроводящей зоны недостоверно и составляет от 0,3 % в прибрежных насаждениях до 1,3 % по сравнению с насаждениями в глубине острова.

Заключение. Интенсивно посещаемые прибрежные насаждения характеризуются более высокими морфометрическими показателями, лучшими радиальными приростами по сравнению с удаленными от береговой линии насаждениями. Следовательно, решающим фактором по влиянию на рост и состояние деревьев оказалась близость насаждений к береговой линии, т.е. влияние комплекса абиотических факторов.

По увлажненности древесины, а следовательно, физиологической активности деревьев различий на разных пробных площадях не отмечается. Повышение доли поздней древесины сосны прибрежных насаждений указывает на выносливость их к условиям среды, уклоняющимся от оптимальных.

На основании вышеизложенного можно сделать выводы об антропополютерантности прибрежных насаждений. Однако динамика радиального прироста сосны прибрежных насаждений показывает снижение прироста по диаметру в последние десятилетия на 40 %, хотя в удаленных от береговой линии насаждений он остается стабильным. Очевиден факт ухудшения состояния деревьев в связи с усилением рекреационной нагрузки, в связи с этим необходимо разрабатывать мероприятия как по благоустройству прибрежной зоны, так и контролю за использованием территории лесопарка отдыхающими.

Литература

1. Майорова Е.В. Антропогенная трансформация и рекреационная привлекательность побережья Двинского залива Белого моря // VI Международный контактный форум по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе: тез. докл. – Архангельск, 2010. – С. 56–57.
2. Мазур Е.Н., Исакова О., Титова М. Природа острова Ягры // Слово о людях и земле поморской. – Архангельск, 1993. – С. 100–108.
3. Кочерина Е.В. Сосняки на дюнных песках // Ценные природные территории Архангельской области. – Архангельск, 2010. – С. 33–35.
4. Тюкавина О.Н. Флора напочвенного покрова прибрежной части лесопарка «Ягры» / VI Междунар. контактный форум по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе: тез. докл. – Архангельск, 2010. – С. 62–63.
5. Особенности сосны обыкновенной в крайнем северном приморском местообитании (на примере лесопарка «Ягры») / П.А. Феклистов, В.Н. Евдокимов, Е.В. Евдокимова [и др.] / VI Междунар. контактный форум по сохранению местообитаний в Баренцевом регионе: тез. докл. – Архангельск, 2010. – С. 63–64.
6. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1984. – 60 с.
7. Гусев И.И., Калинин В.И. Лесная таксация: учеб. пособие. – Л.: ЛТА, 1988. – 61 с.
8. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. – М., 1961.
9. Русаленко А.И. Годичный прирост деревьев и влагообеспеченность. – Минск: Наука и техника, 1986. – 238 с.



ПРИМЕНЕНИЕ СТИМУЛЯТОРА РОСТА АЛЬБИТ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ КЕДРА КОРЕЙСКОГО

Авторами статьи изучено влияние стимулятора (регулятора) роста Альбит на выращивание в лесном питомнике однолетних сеянцев кедра корейского (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.). Установлено, что корневая подкормка раствором стимулятора концентрацией 1,5 мл/10 л активизирует рост сеянцев по длине мочки корня, высоте и биомассе. Положительного влияния на сеянцы более низких концентраций раствора не отмечено.

Ключевые слова: кедр корейский, стимулятор роста Альбит, сеянец, лесной питомник.

V.V. Ostroshenko, D.S. Vatulich

THE APPLICATION OF THE ALBITE GROWTH STIMULATOR WHEN GROWING KOREAN CEDAR TREE SEEDLINGS

The influence of the Albite growth stimulator (regulator) on the growing of annual Korean cedar (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) seedlings in the forest nursery is studied by the authors of the article. It is established that the root additional fertilizing by the stimulator solution with the concentration of 1,5 ml/10 l activates the growth of seedlings along the root tip length, height and biomass. The positive influence of the solution lower concentration on the seedlings is not observed.

Key words: Korean cedar, growth stimulator Albite, seedling, forest nursery.

Введение. Успешность искусственного лесовосстановления (приживаемость на лесокультурной площади и дальнейший рост лесных культур) во многом зависит от качества используемого посадочного материала, который выращивают в лесных питомниках.

Одним из основных путей решения этой проблемы может быть введение в технологию на различных этапах выращивания посадочного материала физиологически активных веществ, регулирующих рост растений [5].

Применение регуляторов роста в сельском хозяйстве и первые опытные работы, проведенные в лесном хозяйстве Европейской части России, а затем и на Дальнем Востоке, позволяют считать возможным их использование в питомническом и лесокультурном производстве: создаются благоприятные условия для прорастания семян, повышается их грунтовая всхожесть, активизируется рост посадочного материала [2–5].

Литературные источники располагают данными по использованию гиббереллина, янтарной и аспаргиновой кислот, иммуноцитифита, микроэлементов, флорентинной воды, а также стимуляторов (регуляторов) роста, к числу которых относятся Эпин, Циркон, Гетероауксин, Крезацин, Фумар, Агат 25, Силк. Известны опыты, проведенные с деревьями и кустарниками, в частности, бархатом амурским (*Phellodendron amurense* Rupr.), вишней войлочной (*Cerasus tomentosa* Thunb. Erem. et Jashev), елью аянской (*Picea ajanensis* Fisch. et Carr.), липой амурской и маньчжурской (*Tilia amurensis* and *mandshurica* Rupr.), лиственницей даурской (*Larix gmelinii* Rupr.), пихтой цельнолистной и белокорой (*Abies holophylla* Maxim. and *nephrolepis* (Trautv.) Maxim.), сосной корейской (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.), обыкновенной (*P. silvestris* L.) и Банка (*P. banksiana* Lamb.), ясенем маньчжурским (*Fraxinus mandshurica* Rupr.).

Обзор исследований, проведенных на территории Российской Федерации в различных лесорастительных условиях, показывает, что в целом применение стимуляторов роста дает положительный эффект, так как росторегулирующие препараты повышают грунтовую всхожесть семян, усиливают образование корневой системы, увеличивают линейные показатели роста, репродуктивных органов и биомассы, обеспечивают устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды и болезням, повышают выход посадочного материала с единицы площади и экономическую эффективность выращивания посадочного материала. Разработаны технические приемы их использования [2, 4, 5].

Публикуемая работа отражает результаты изучения применения стимулятора роста Альбит при корневой подкормке однолетних сеянцев сосны кедровой корейской. Литературные источники по использованию данного стимулятора в лесном хозяйстве довольно ограничены.

Цель исследований. Изучение эффективности применения стимулятора роста Альбит при корневой подкормке однолетних сеянцев сосны кедровой корейской (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.).

Задачи исследований. Проведение корневой подкормки однолетних сеянцев сосны кедровой корейской стимулятором роста Альбит; наблюдение за дальнейшим ростом сеянцев; выявление эффективности применения испытываемого стимулятора роста.

Препарат разработан в рамках программы «Создание технологии получения универсального биопрепарата, обеспечивающего полноценное развитие растений и защиту их от фитопатогенов». Имеет постоянную регистрацию на широком спектре культур.

Он обладает достоинствами контактного биологического фунгицида и стимулятора, ярко выраженным ростостимулирующим действием, способствует формированию и усиленному росту мощной корневой системы. Содержит очищенные действующие вещества из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*. В естественных природных условиях данные бактерии обитают на корнях растений, стимулируют их рост, защищают от болезней и неблагоприятных условий внешней среды. В состав препарата также входят хвойный экстракт (терпеновые кислоты), сбалансированный стартовый набор макро- и микроэлементов. В отличие от биопрепаратов, содержащих живые микроорганизмы, действие Альбита стабильнее, менее подвержено влиянию условий внешней среды. Данный препарат применяют для предпосевной обработки семян и в период вегетации растений. Особенно эффективна обработка зерновых озимых по вегетации в стадии кущения совместно с гербицидами. Альбит стабильно на 10–35 % повышает урожай зерновых, сахарной свёклы, подсолнечника, овощей, зернобобовых, плодовых культур, кормовых трав. Препарат экологически безопасен для человека и лесной фауны. Относится к 4 классу опасности (малоопасное вещество) [2–5].

Материалы и методы исследований. Опытные работы проводились в посевном отделении Ивановского лесного питомника Уссурийского филиала КППК «Приморское лесохозяйственное объединение».

Почва легкоглинистая. Реакция среды почв пахотных горизонтов питомника, значения которой меняются в интервале $\text{pH}_{\text{кд}}$ 3,01–3,96, характеризуется как очень сильнокислая. Данные показатели были неблагоприятны для выращивания сеянцев сосны кедровой корейской и потребовали проведения дополнительных агротехнических приемов, заключающихся в известковании почвы.

Корневую подкормку проводили водным раствором Альбита. Концентрация растворов составляла 1мл/10 л, 1мл/50 л, 1мл/100 л. До начала интенсивного роста сеянцев по высоте была проведена первая корневая подкормка сеянцев, а через 2 недели – вторая. Растворы стимуляторов приготавливали непосредственно перед обработкой. Контролем служили сеянцы, которые не подвергали корневой обработке.

В течение вегетационного периода производили агротехнические уходы, которые включали рыхление почвы и прополку, а также наблюдение за ростом сеянцев.

По окончании вегетации по каждому варианту опытных сеянцев и контролю методом случайной выборки (каждый десятый сеянец) отбирали для анализа по 25 сеянцев, у которых измеряли высоту. От каждого варианта отбирали по 3 модельных сеянца. Их выкапывали, замеряли длину мочки корня и диаметр корневой шейки. Сеянцы высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали отдельно массу надземной части и корневой системы. Полученные данные обрабатывали в прикладной программе Excel «СТАТИСТИКА» и сравнивали по вариантам обработки и с контролем [1].

Результаты исследований и их обсуждение. В период проведения исследований погодные условия существенно не отличались от средних многолетних. Эффективность корневой подкормки сеянцев раствором Альбита начинала проявляться уже в первый год их роста и наблюдалась больше у сеянцев, подкормленных более высокой концентрацией раствора – 1,5 мл/10 л воды. Так, превышение по длине мочки корня в этом варианте опыта по отношению к контролю составило 16,4 %, а по диаметру корневой шейки – 18,8 % (табл. 1, рис. 1–2). Заметного положительного влияния на рост корневой системы стимулятора более низкой концентрации раствора не отмечено. Существенность различий менее трех. Превышение по высоте у опытных сеянцев по отношению к контролю составило 40 % (табл. 2). Однако величина существенности различий 2,2 и 2,3 показывает, что положительное влияние двукратной корневой подкормки раствором Альбита при концентрации 1,5 мл/50 л и 1,5 мл/100 л на усиление роста сеянцев не было доказано, и превышение средней высоты опытных сеянцев по отношению к контролю может быть случайным явлением.

Масса опытных сеянцев превышает контроль также лишь при подкормке раствором стимулятора концентрацией 1,5 мл/10 л (табл. 3). Более низкие концентрации положительного эффекта не оказали.

Влияние корневой подкормки стимулятором Альбит на рост корневой системы однолетних сеянцев сосны корейской

Концентрация раствора, мл/л	Диаметр корневой шейки, мм		Существенность различий	Длина мочки корня, см		Существенность различий
	Среднее значение, $M \pm m$, см	Процент по отношению к контролю		Среднее значение, $M \pm m$, см	Процент по отношению к контролю	
Контроль	1,6±0,04	-	-	6,7±0,06	-	-
1,5 мл/10 л	1,9±0,11	+18,8	2,5	7,8±0,28	+16,4	3,8
1,5 мл/50 л	1,7±0,04	+6,3	0,4	7,2±0,21	+7,5	2,3
1,5 мл/100л	1,6±0,03	-	-	7,1±0,17	+6,0	2,2

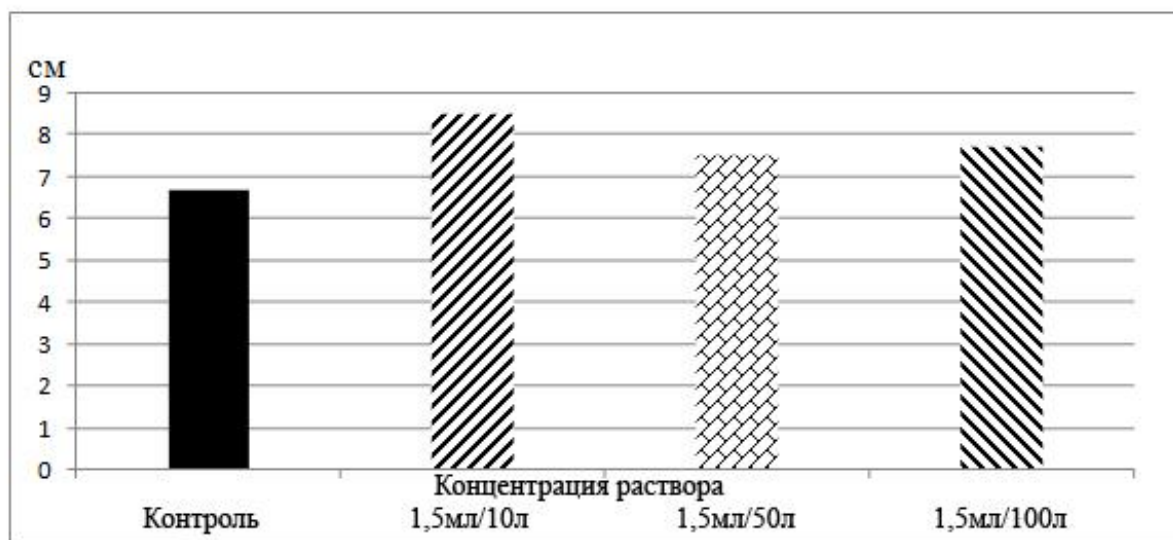


Рис. 1. Влияние корневой подкормки стимулятором Альбит на рост корневой системы однолетних сеянцев сосны корейской по длине мочки корня

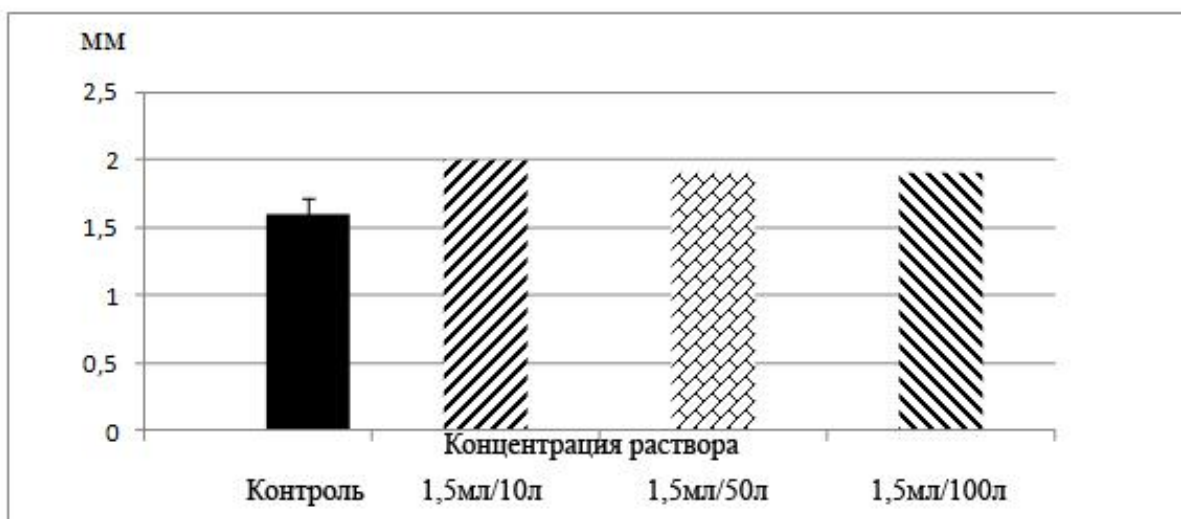


Рис. 2. Влияние корневой подкормки стимулятором Альбит на рост однолетних сеянцев сосны корейской по диаметру шейки корня

Таблица 2

Влияние корневой подкормки стимулятором Альбит на рост однолетних сеянцев сосны корейской по высоте

Концентрация раствора, мл/л	Кол-во измерений (N), шт.	Среднее значение, $M \pm m$, см	Процент по отношению к контролю	Коэффициент изменчивости (C), $\pm\%$	Точность опыта (P), %	Существенность различий
Контроль	25	2,5 \pm 0,06	-	12,1	2,4	-
1,5мл/10л	25	3,7 \pm 0,13	+ 48,0	17,2	3,4	8,6
1,5мл/50л	25	3,5 \pm 0,38	+ 40,0	17,7	3,5	2,6
1,5мл/100л	25	3,5 \pm 0,47	+ 40,0	10,8	2,2	2,1

Таблица 3

Влияние корневой подкормки стимулятором Альбит на рост однолетних сеянцев сосны корейской по массе

Концентрация раствора, мл/л	Масса сеянца, г			
	стволика	корневой системы	хвои	общая
Контроль	0,38	0,38	0,69	1,45
1,5 мл/10 л	0,58 / +52,6	0,51 / +34,2	1,22 / +76,8	2,31/+59,3
1,5 мл/50 л	0,39 / +2,6	0,41 / +7,9	0,84 / +21,7	1,60/+10,3
1,5 мл/100 л	0,36 / - 5,3	0,38 / -	0,63 / - 8,7	1,40/-3,4

Примечание. Числитель – масса сеянца, г; знаменатель – процент по отношению к контролю.

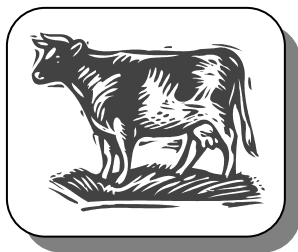
Заключение. В первый год роста сеянцев двукратная корневая подкормка стимулятором Альбит оказывает положительное влияние на рост сеянцев по основным показателям: длине мочки корня, высоте, биомассе при концентрации раствора 1,5 мл / 10 л. Превышение по диаметру корневой шейки у опытных сеянцев с контролем несущественно. Также несущественны и более низкие концентрации растворов.

Необходимы дальнейшие опытные работы по изучению влияния данного стимулятора как на рост кедра корейского, так и других дальневосточных деревьев и кустарников.

Литература

1. Доев С.К. Математические методы в лесном хозяйстве: учеб. пособие. – Уссурийск: ПГСХА, 2001. – С. 43–63.
2. Кречетова Н.В., Штейникова В.И. Использование и применение стимуляторов для ускорения прорастания семян и рост сеянцев древесных пород Дальнего Востока (Временные рекомендации). – Хабаровск, 1965. – 15 с.
3. Никитенко Е.А., Гуль П.П., Король Л.А. Изучение стимуляторов роста при выращивании посадочного материала дальневосточных древесных пород // Проблемы охраны лесов и многоцелевого лесопользования на Дальнем Востоке. – Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2005. – Вып. 38. – С. 171–175.
4. Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю. Влияние стимуляторов на рост сеянцев сосны корейской // Лесн. хоз-во. – 2010. – № 1. – С. 47–48.
5. 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.





ВЕТЕРИНАРИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО

УДК 619:612.1:616

Д.В. Гармаева, Л.С. Васильева,
Ч.Б. Кушеев, В.О. Саловаров

СОСТОЯНИЕ АГРАНУЛОЦИТОВ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ И АГРАНУЛОЦИТОПОЭЗ У СТРЕССИРОВАННЫХ ЖИВОТНЫХ С ГИПОТИРЕОЗОМ

Результаты исследований, представленные в статье, показывают, что у животных с гипотиреозом после иммобилизации в стадии тревоги активируется фагоцитарная активность моноцитов/макрофагов, проявляется кратковременная лимфопения, которая сопровождается лимфатизацией красного костного мозга и частичным сохранением депрессии периферического лимфопоэза.

Ключевые слова: гипотиреоз, стресс, агранулоцитопоэз, моноциты, лимфоциты, селезенка.

D.V. Garmayev, L.S. Vasilyeva,
Ch.B. Kusheev, V.O. Salovarov

AGRANULOCYTE STATE IN PERIPHERAL BLOOD AND AGRANULOCYTOPOIESIS OF STRESSED ANIMALS WITH HYPOTYROIDISM

The results of researches presented in article, show that at animals with a hypothyroidism after an immobilization in a stage of alarm phagocitary activity of monocytes/macrophages is activated, the short-term limfopeniya which is accompanied by a limfatization of red marrow and partial preservation of a depression peripheral лимфопоэза is shown.

Key words: hypothyroidism, stress, agranulocytopenia, monocytes, lymphocytes, spleen.

Введение. Недостаточное содержание йода в биосфере приводит к развитию эндемического зоба. В эндемичных по зобу регионах, к числу которых относится Восточная Сибирь, частота различных форм этой патологии нередко превышает 50 % [1, 4, 6]. Дефицит йода в организме возникает не только в результате его недостатка в пище и воде, но и при повышенной его потере с мочой. Вследствие этого наблюдается отрицательный баланс йода в организме, который необходим ему для биосинтеза тиреоидных гормонов и развития гипотиреоза [7, 8]. Гипотиреоз оказывает влияние на функционирование почти всех органов и систем организма, приводит к снижению основного обмена, развитию тканевых отеков и оказывает влияние на реализацию стресс-реакции, требующей активации и перестройки метаболизма. Вместе с тем на сегодняшний день сведений о состоянии агранулоцитарного звена при гипотиреозе и стрессе в литературе крайне мало. Становится очевидной необходимость исследования этого аспекта гипотиреоидного состояния, так как агранулоцитарное звено системы крови обеспечивает иммунную реакцию, имеет особое значение для реактивности организма, поэтому исследование его состояния при гипотиреозе и стрессе может оказаться полезным для решения проблемы лечения данной патологии.

Цель исследований. Выявление изменений в агранулоцитарном звене системы крови и белой пульпе селезенки при стрессе в условиях гипотиреоза.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на беспородных белых крысах-самцах массой 180–200 г в осенне-зимний период. Содержание, питание, уход соответствовали ГОСТ Р5025892. Экспериментальные исследования проводились согласно правилам лабораторной практики при проведении доклинических исследований в Российской Федерации (ГОСТ 3 51000.3-96 и 51000.4-96). Экспериментальный гипотиреоз моделировали введением перорально (с кормом) мерказолила в дозе 10 мг/кг ежедневно в течение 8 недель [3, 5]. Иммобилизационный стресс моделировали однократной 6-часовой иммобилизацией на спине. В эксперименте было использовано 40 крыс. Десять из них оставались интактными и составили контрольную группу. Остальные животные были разделены на 2 группы. Первая группа животных подвергалась только иммобилизационному стрессу (группа S, 12 животных), во второй группе моделировали гипотиреоз, а затем сразу после отмены мерказолила иммобилизационный стресс (группа GS, 18 животных). Выведение животных из экспе-

римента проводили с помощью эфирной эвтаназии на 2-, 7-, 28-е сутки после отмены мерказолила, затем извлекали бедренную кость для изучения красного костного мозга (ККМ). Кровь для исследований брали из хвостовой вены в эти же сроки. Мазки крови и ККМ окрашивали по Паппенгейму [1], в них подсчитывали миелограмму (на 1000 клеток). Селезенку взвешивали и обрабатывали гистологическими методами, по ней определяли (в %) объемную долю белой пульпы (БП) с последующим пересчетом полученных данных на абсолютную массу (в граммах) и выявляли гемосидерин по методу Перлса [1].

Полученные данные обрабатывали статистически с определением типа распределения вариационных рядов, среднего арифметического, ошибки среднего, среднего квадратичного отклонения (Statistica v.6). Достоверность различий средних величин определяли по t-критерию Стьюдента при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. На 2-е сутки наблюдения у животных с эутиреозом после иммобилизации количество моноцитов в периферической крови проявило тенденцию к увеличению. Через 7 суток эксперимента численность этих клеток уменьшилась в 1,5 раза и нормализовалась (рис. 1, а). В ККМ численность клеток моноцитарного ростка на 2-е сутки наблюдения была в пределах нормы, но к 7 суткам проявила тенденцию к снижению (рис. 1, б). Таким образом, выявленная тенденция к развитию моноцитоза в периферической крови на 2-е сутки после стрессорного воздействия связана с миграцией зрелых моноцитов из костномозгового депо. В стадию резистентности происходит нормализация числа этих клеток в крови.

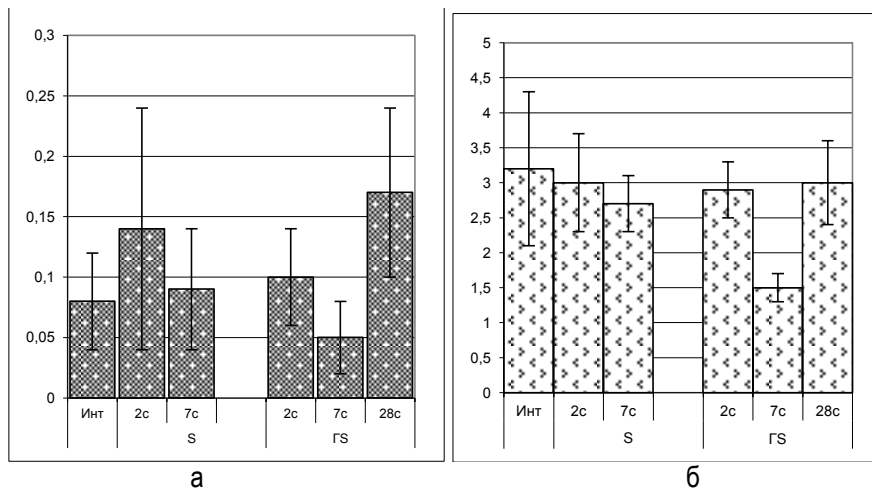


Рис. 1. Абсолютное количество моноцитов периферической крови (а) из 1000 клеток и моноцитопоз (б) из 1000 клеток у стрессированных животных с гипотиреозом (ГС) и с эутиреоидным статусом (S)

Все формы лимфоцитов в периферической крови у животных с эутиреоидным статусом на протяжении 7 суток после стрессорного воздействия увеличивались по численности и превышали норму: малые в 2,5 раза ($p < 0,05$), средние – в 5 ($p < 0,05$), большие – в 1,6 раза ($p < 0,05$) (рис. 2).

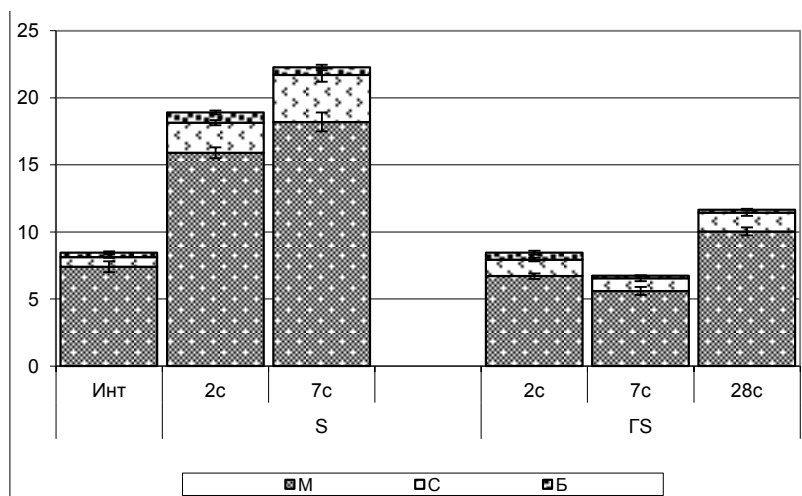


Рис. 2. Абсолютное количество лимфоцитов периферической крови (*10⁹/л) у стрессированных животных с гипотиреозом (ГС) и с эутиреоидным статусом (S): М – малые лимфоциты; С – средние лимфоциты; Б – большие лимфоциты

В ККМ у животных с эутиреозом количество клеток лимфоцитарного ряда на протяжении всего срока наблюдения (7 суток) превышало значение этого показателя у интактных животных: малых лимфоцитов было больше в 3,6 раза ($p < 0,05$) (рис. 3, а), средних – в 4, больших – в 3,8 раза ($p < 0,05$) (рис. 3, б). Эти данные можно расценивать как проявление, во-первых, стрессорной лимфатизации ККМ (малыми лимфоцитами) и, во-вторых, как активацию центрального лимфопоэза в ККМ под действием стресса (увеличение числа средних и больших лимфоцитов в ККМ). Последнее подтверждается увеличением числа средних и больших лимфоцитов в периферической крови в результате их миграции из ККМ.

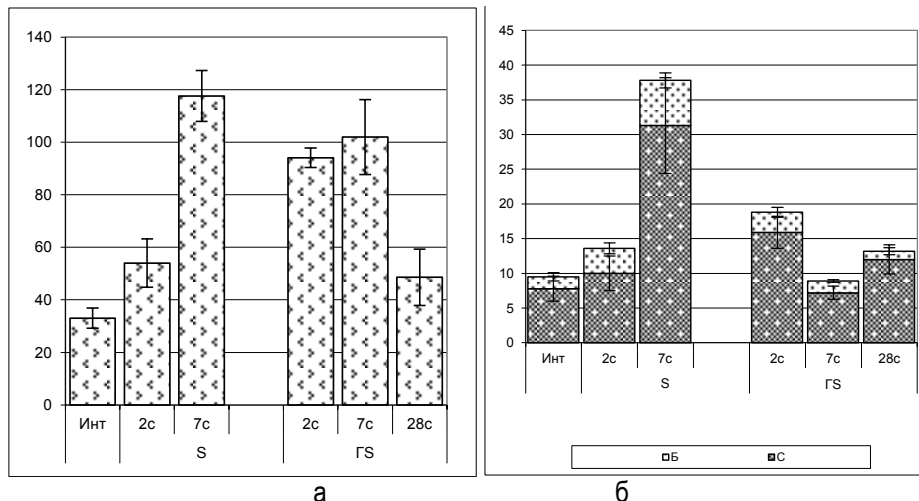


Рис. 3. Количество малых (а), средних и больших (б) лимфоцитов в костном мозге у стрессированных животных с гипотиреозом (GS) и с эутиреоидным статусом (S) из 1000 клеток

В селезенке, которая является периферическим органом лимфопоэза, в стадию тревоги стресса (на 2-е сутки наблюдения) масса белой пульпы селезенки (БП) уменьшалась в 1,9 раза по сравнению с интактными животными ($p < 0,05$) (рис. 4) за счет уменьшения размеров селезеночных телец (СТ) и их реактивных центров (РЦ) в 1,6 и 2,2 раза соответственно. По нашим данным, это обусловлено двумя причинами: во-первых, миграцией зрелых малых лимфоцитов из БП селезенки в кровь (что вносит вклад в наблюдаемый нами лимфоцитоз), во-вторых, временным торможением периферического лимфопоэза (о чем говорит уменьшение массы БП вдвое). К 7-м суткам эксперимента (стадия резистентности стресса) масса БП селезенки, размеры СТ и их РЦ проявили тенденцию к увеличению по отношению к предыдущему сроку, но все ещё не достигали нормы: по среднему значению размеры СТ были меньше нормы в 1,6 раза, РЦ – в 2,2 раза, а масса БП статистически значимо была в 1,6 раза меньше, чем у интактных животных ($p < 0,05$) (рис. 4). Из этого следует, что периферический лимфопоэз в стадию резистентности стресса активировался.

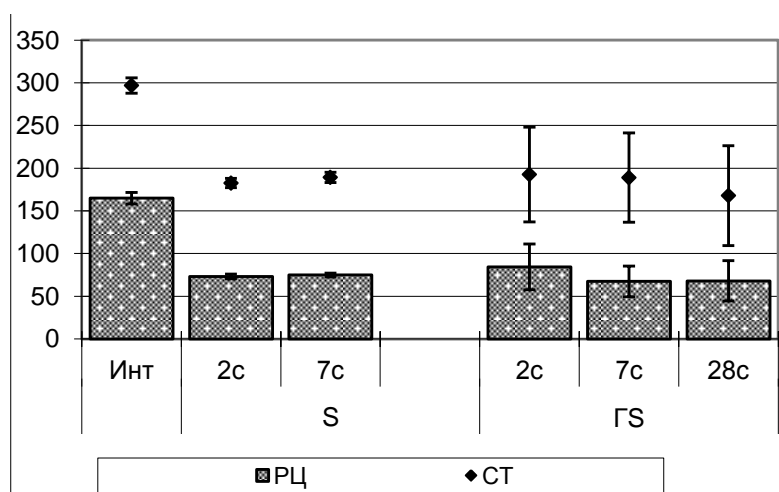


Рис. 4. Динамика изменения размера селезеночных телец и их реактивных центров белой пульпы селезенки у стрессированных животных с гипотиреозом (GS) и с эутиреоидным статусом (S)

Фагоцитарная функция моноцитов/макрофагов при стрессе у животных с эутиреозом недостаточна для своевременной ликвидации всех последствий стресса. Основанием для такого предположения является установленное нами увеличение массы гемосидерина в БП селезенки на протяжении всего наблюдения, которая к концу эксперимента превышала норму в 2 раза ($p < 0,05$) (рис. 5).

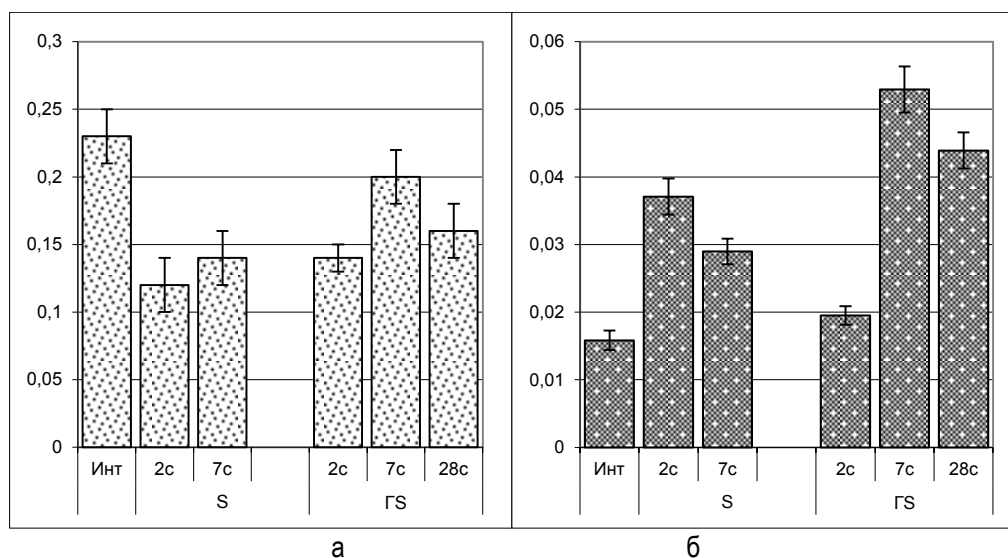


Рис. 5. Изменение массы белой пульпы селезенки (а) и массы гемосидерина (б) у стрессированных животных с гипотиреозом (GS) и с эутиреотидным статусом (S)

Таким образом, у животных с эутиреозом в стадию тревоги иммобилизационного стресса происходит лимфотизация ККМ и активация центрального лимфопоэза, наблюдается торможение периферического лимфопоэза и опустошение БП селезенки, что в итоге приводит к формированию лимфоцитоза. В стадию резистентности лимфоцитоз нарастал за счет активации и центрального и периферического лимфопоэза. Моноцитарный росток изменялся незначительно.

У стрессированных животных с гипотиреозом количество моноцитов в периферической крови на 2-е сутки наблюдения проявило тенденцию к увеличению по отношению к интактным животным, к 7 суткам, наоборот, к уменьшению (по среднему значению была в 1,6 раза меньше), а к 28 суткам к увеличению (среднее значение превышало в 2 раза норму) (рис. 1, а). В ККМ динамика численности клеток моноцитарного ряда имела волнообразный характер: на 2-е сутки наблюдения их количество не выходило за пределы нормы, к 7 суткам уменьшилось в 2 раза ($p < 0,05$), через 28 суток вновь увеличилось до уровня интактных животных (рис. 1, б). Таким образом, у стрессированных животных с гипотиреозом в стадию тревоги происходит активная миграция моноцитов из ККМ в кровь и соответственно уменьшение их костномозгового резерва к 7 суткам, что в свою очередь ведет к активации моноцитопоэза. Количество малых лимфоцитов в периферической крови у стрессированных животных с гипотиреозом на 2-е сутки наблюдения находилось в пределах нормального значения (рис. 2). К 7 суткам их стало в 1,3 раза меньше нормы ($p < 0,05$), но к 28 суткам увеличилось и превысило в 1,4 раза этот показатель у интактных животных ($p < 0,05$). Количество средних лимфоцитов на протяжении всего наблюдения увеличивалось и было в 2 раза больше нормы ($p < 0,05$). Количество больших лимфоцитов в крови на 2-е сутки наблюдения проявило тенденцию к увеличению по сравнению с нормальным значением. К 7 суткам их численность уменьшилась и концу эксперимента (28-е сутки) стала в 1,5 раза меньше нормы (рис. 2).

В ККМ численность клеток лимфоцитарного ряда у стрессированных животных с гипотиреозом на 2-е сутки наблюдения увеличивалась и превышала норму малых лимфоцитов в 2,8 раза ($p < 0,05$) (рис. 3, а), средних – в 2 раза ($p < 0,05$), больших – в 1,7 раза ($p < 0,05$) (рис. 3, б). К 7 суткам эксперимента количество малых лимфоцитов в 3 раза ($p < 0,05$) превышало уровень интактных животных. К 28 суткам этот показатель нормализовался. Из этого следует, что лимфатизация ККМ при стрессе происходит одинаково и не зависит от тиреотидного статуса. Количество средних лимфоцитов в ККМ у стрессированных животных с гипотирео-

зом на 7-е сутки наблюдения уменьшилось и нормализовалось, оставаясь в диапазоне нормы до конца наблюдения. Количество больших лимфоцитов тоже уменьшилось в 4,7 раза ($p < 0,05$), проявляя тенденцию к снижению в сравнении с нормой. Через 28 суток наблюдения количество больших лимфоцитов в ККМ нормализовалось. Из результатов исследований следует, что при гипотиреозе в первую неделю стресс-реакции организм расходует костномозговой резерв средних и больших лимфоцитов, а позже активируется центральный лимфопозз, но значительно слабее, чем у животных с эутиреозом.

На 2-е сутки наблюдения масса БП селезенки уменьшилась в 1,6 раза ($p < 0,05$) по сравнению с нормой, к 7 суткам увеличилась до нормы, а к 28 суткам вновь уменьшилась и была в 1,4 раза меньше, чем у интактных животных ($p < 0,05$) (рис. 4). Динамика размеров СТ в течение месяца наблюдения (28 суток) уменьшалась статистически незначимо по сравнению с интактными животными, при этом размеры их РЦ уменьшились и на 28-е сутки были в 2,4 раза меньше нормы (рис. 4). По этим показателям не было выявлено отличий между группами стрессированных животных с гипотиреозом и эутиреозом, следовательно, изменения БП селезенки, вызванные стрессом, не зависят от тиреоидного статуса.

Фагоцитарная активность моноцитов/макрофагов у животных с гипотиреозом под действием стресса на 2-е сутки наблюдения существенно возрастала, о чем свидетельствует нормализация массы гемосидерина в БП селезенки ($p < 0,05$) (рис. 5, б). Однако на 7- и 28-е сутки после стрессорного воздействия активность фагоцитоза гемосидерина существенно снизилась и масса гемосидерина в БП селезенки увеличилась в 2,2–2,7 раза по сравнению с предыдущим сроком ($p < 0,05$) (рис. 5, а). Таким образом, стресс способствовал активации фагоцитарной активности моноцитов/макрофагов у животных с гипотиреозом, но лишь в стадию тревоги.

Заключение. Таким образом, при стрессе независимо от тиреоидного статуса происходит лимфатизация ККМ и опустошение БП селезенки в стадию тревоги, обусловленное миграцией зрелых лимфоцитов в кровь и ККМ и торможением периферического лимфопозза. Отличие в реакции системы лимфоцитов крови на стресс при гипо- и эутиреозе заключается в том, что активация центрального лимфопозза (в ККМ) при эутиреозе происходит сразу (в стадии тревоги), а при гипотиреозе – лишь в стадию резистентности, поэтому в периферической крови при эутиреозе формируется лимфоцитоз, а при гипотиреозе количество лимфоцитов не выходит за пределы нормы.

Литература

1. *Кандор В.И.* Молекулярно-генетические аспекты тиреоидной патологии // Проблемы эндокринологии. – 2001. – № 5. – С. 3–10.
2. *Кост Е.А.* Справочник по клиническим и лабораторным методам исследования. – М.: Медицина, 1975. – 382 с.
3. *Козлов В.Н.* Тиреоидная трансформация при моделировании эндемического эффекта у белых крыс в эксперименте // Сиб. мед. журн. – 2006. – № 5. – С. 27–30.
4. *Николаева Л.А.* Окружающая среда и здоровье населения // Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Иркутск: НЦРВХ СО РАМН. – Иркутск, 2011. – С. 28–35.
5. *Орлов С.Б., Титова М.А., Мухина И.А.* Резекция тонкой кишки как экспериментальная модель гипотиреоза // Морфология. – 2002. – № 2. – С. 117.
6. *Петунина Н.А., Трухина Л.В.* Гипотиреоз // Рус. мед. журн. – 2007. – Т. 15. – № 2. – С. 89–90.
7. Развитие диффузного токсического зоба на фоне предшествующего гипотиреоза / *Л.Г. Стронгин* [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 2007. – Т. 53. – № 3. – С. 38–41.
8. *Сингер П.* Обследование и лечение больных с эутиреоидным зобом // Болезни щитовидной железы / под ред. *Л.И. Браверманна*. – М.: Медицина, 2000. – С. 264–288.



РАБОТА ТАКСЫ ПО КРОВЯНОМУ СЛЕДУ

В статье рассмотрены интеллект и характер поведения такс на охоте. Проанализированы мастерство и способности развития рабочих качеств различных пород охотничьих собак. Обоснован выбор такс для добора подранков по кровяному следу и методика их обучения. Сделаны выводы о создании действенной системы тренировки и испытаний по данному виду работы.

Ключевые слова: таксы, интеллект, натаска, кровяной след, охота, подранки.

S.N. Orlovskiy, K.V. Zelenov

BADGER-DOG WORK ON THE BLOOD TRAIL

The intellect and behavior character of badger-dogs on the hunting are considered in the article. The skill and the working quality development capacities of hunting dog various breeds are analyzed. The choice of badger-dogs for tracking up the wounded animals on the blood trace and their training technique are substantiated. The conclusions about the creation of the effective system for training and testing on this work type are made.

Key words: badger-dogs, intellect, training, blood trail, hunting, wounded animals.

Введение. Современные охотничьи собаки – гармонично сложенные и энергичные животные, обладающие охотничьей страстью, силой, резвостью и выносливостью. Они податливы дрессировке, большинство из них способно к полевой работе с раннего возраста. Умные, преданные хозяину и дружелюбные к членам его семьи, чистоплотные и послушные. По классическому определению С.Т. Аксакова, собака – это жизнь и душа ружейного охотника. Не является исключением из правил представитель группы норных собак – такса [1].

Цель и задачи исследований. Общей задачей охотничьего становления собаки любой породы является максимальное развитие ее охотничьих качеств. Мастерство и способности развития ее рабочих качеств неодинаковы и проявляются по-разному. Одни собаки работают строго в пределах навыков, полученных при дрессировке и полевом обучении, другие в своих действиях проявляют завидную сообразительность и инициативу. Мастерство зависит от воспитания, качества дрессировки, обучения и обращения. В период становления собака познает какое-то определенное число команд, но чем выше ее способности, чем быстрее усваивается школа, тем большее количество слов, жестов и сигналов она понимает. Дрессировка развивает рабочие качества собаки. Академик И.П. Павлов высказал предположение о наличии у собак более высокой интегрированной деятельности мозга, чем условный рефлекс. Известные русские собаководы и кинологи П.М. Мачеварианов, М.Д. Менделеева-Кузьмина, М.Д. Мошнин и другие в статьях и монографиях ратовали за охотничью собаку, обладающую умом и незаурядной охотничьей смекалкой. Все это в полной мере можно отнести к таксе [2].

Методы и результаты исследований. Самостоятельность, хитрость, уравновешенный характер таксы сложились именно на охоте, как правило, норной, когда под землей во время схватки подчас с более крупным противником приходится рассчитывать только на свои силы и выходить в этом поединке победителем. В отличие от норных терьеров с возбудимым темпераментом, таксы на охоте менее травматичны. За счет своей хитрости и смекалки способны добывать зверя малой кровью. Гончее происхождение таксы дало ей в наследство и свальчивость¹, способность к быстрому обучению, слаженности в работе, когда собаки после одной-двух работ в паре (по кабану ли, по зайцу) начинают распределять обязанности, добиваясь единой цели, помогать друг другу и доверять партнеру. Но в силу норной специализации, таксы более независимы в работе, чем гончие. Таксу создала охота! С одной стороны, гончее происхождение таксы (следовая работа с отдачей голоса, хорошее чутье, умение возвращаться на след при его потере, что называется выправлением сколов²), с другой стороны, качества таксы, сформировавшиеся в результате применения в норной охоте (самостоятельность действий, о чем было сказано выше; способность и желание последовать

¹Свальчивость – быстрота, с которой собаки присоединяются к подавшей голос своей стае или смычке, чтобы вместе с ней дружно погнать зверя.

²Скол – потеря следа собакой.

за зверем, если он успеет скрыться в норе). Очень обидно смотреть на ожиревших диванных такс, лишенных счастья работы и возможности заниматься любимым делом. Ведь такса, прежде всего, охотничья собака, и в результате декоративного разведения катастрофически теряет свои рабочие качества, поэтому необходимо их закреплять на всевозможных состязаниях и испытаниях, притравочных станциях, искусственных норах, на испытаниях такс по вольерному кабану и искусственно проложенному кровавому следу.

На последнем хотелось бы остановиться более подробно, так как на сегодняшний день, работа таксы по кровавому следу остается недооцененной. Необходимость подготовки собак, используемых для добора подранков, которые до сегодняшнего дня составляют внушительную цифру от числа стрелянных животных, особенно копытных, по оценкам специалистов, от 20 до 60 %.

Потери подранков увеличиваются в период чернотропа, поэтому охоту на копытных в большинстве случаев открывают после того, как установится снеговой покров.

Для добора подранков по кровавому следу более успешно такс используют в европейских странах. Недаром говорят: «Чутье таксы в ее лапах». Низкорослая такса, находясь на минимальной высоте от следа, тщательно прорабатывает его, пользуясь преимущественно нижним чутьем, тогда как многие крупные собаки, применяемые в этом виде работы, зачастую пытаются прихватить запах самого зверя верхним чутьем [4].

Неудивительно, что именно для такс впервые были организованы испытания по кровавому следу. Они состоялись 19 сентября 1893 года в Германии и положили начало планомерной проверке кровавых качеств такс, а в последствии и всех охотничьих собак.

Обычно по кровавому следу лучше других работают собаки, притравленные по вольерному кабану или используемые в кабаньих охотах. Для того чтобы собака успешно сработала на испытаниях, необходимо выработать у нее определенные навыки. В первую очередь это относится к анонсу и пользованию нижним чутьем.

Для натаски молодых собак первый след прокладывают длиной 100 м. Изменения направления не делают, но след прокладывают против ветра. Следу дают «остыть» в течение одного часа. Собаку на длинном поводке подводят к «месту ранения» и дают принюхать. Если она заинтересовалась, то начинает идти по следу, принюхиваясь и натягивая поводок. Ведущему необходимо контролировать правильность следования, а также манеру работы. На испытаниях предпочтение отдают собакам, работающим нижним чутьем [3].

Как только собака дойдет до туши, ее нужно похвалить, независимо от ее отношения к «зверю». Если пес начинает рвать тушу, его действия прекращают резкой командой. Поощряют хватку за горло и попытку апортировать муляж. Оптимальной реакцией считается спокойное отношение к подранку с непрерывной отдачей голоса возле него. Это одно из проявлений анонса, которое зачастую оно бывает у такс врожденным качеством, а поэтому наиболее ценно.

При последующих упражнениях длина следа увеличивается до 300–500 м (всегда по ветру), на дистанции делается 2–3 поворота. Следу дают остыть несколько часов. Если собака поняла задачу, ее пускают по следу на следующее утро (рис. 1) [3].



Рис. 1. Работа таксы по кровавому следу

Собака сама должна уметь ориентироваться, исправлять ошибки, а следовательно, набираться опыта. По правилам испытаний кровяной след прокладывают в чистом высокоствольном лесу, длина его составляет не менее 500 м на дистанции не менее 3 поворотов, развернутых под острым углом в обратном направлении. Через первые 50 м устраивают «лежку», следующие «лежки» устраивают через каждые 150 м. В конце следа туша или муляж (рис. 2).



Рис. 2. Подача голоса при обнаружении подранка

Испытания проводят по чернотропу (весна, лето, осень), по следу трехчасовой давности. К испытаниям допускают собак не моложе годовалого возраста, а к состязаниям тех, кто имеет полевые дипломы по этому виду работы. Состязания также проводятся по чернотропу. Во время испытаний по одному кровяному следу испытывают не более трех собак, на состязаниях для каждой собаки прокладывают отдельный след.

После появления Правил бонитировки в 1981 году испытания по кровяному следу не вызвали интереса у собаководов. Охотники сами готовили собак для добора подранков, а представители спортивного направления не видели нужды в подготовке своих питомцев к работе по кровяному следу. Не было стимула. Испытания почти не проводились, или проводились эпизодически [5].

После 1985 года ситуация изменилась. Были приняты новые правила проведения выставок охотничьих собак и новые правила бонитировки.

Появилось понятие «диплом за универсальность». На выставках при бонитировке норных стали учитывать, помимо полевых дипломов по профильному зверю (лиса, барсук), и дипломы по другим видам работы, характеризующие разносторонние и универсальные охотничьи возможности собак. Правила бонитировки изменены по сравнению с предыдущими настолько, что собаке, имеющей диплом третьей степени по норному зверю и диплом третьей степени по кровяному следу или кабану (но не в паре, а также не по утке), присваивается первый бонитировочный класс. Ситуация середины и конца 1990-х годов делает испытания по кровяному следу чуть не одним из наиболее популярных видов работы. Этому способствовало и бурное развитие спортивных занятий с таксами не только в искусственных сооружениях, но и по всем видам универсальности, из которых испытания по кровяному следу оказались наиболее доступными (для владельцев) и безопасными (для собак) [4].

Формирование поголовья карликовых и кроличьих такс и требование наличия у них диплома по кровяному следу для присвоения звания на сертификатных выставках, уничтожение конкуренции на выставках охотничьего собаководства среди представителей пород, обладающих многочисленностью (таксы, ягдтерьеры, фокстерьеры), – все это определило повышенный спрос на «кровяной след», в частности среди декоративного и спортивного направлений. Воспроизводство собак охотничьих пород заметно снижается во второй половине 1990-х годов. Сокращается число вязок. Отсюда большая конкуренция между кобелями-производителями. Из этого вытекают различные и не совсем чистоплотные ситуации с получением полевых дипломов (в частности, по кровяному следу) и массовые злоупотребления в этой области.

Испытания часто проводятся людьми, не являющимися экспертами, к тому же они упрощаются. На возможность получения дипломов высокой степени съезжается масса собаководов с собаками, имеющими далеко не самые выдающиеся рабочие качества. Вследствие чего происходит обесценивание таких дипломов, их девальвация, а отсюда огромный вред, наносимый охотничьему собаководству. Если обратиться к

опыту западноевропейских стран, то увидим, что охотничье законодательство большинства из них предусматривает обязательное наличие результатов испытаний по кровяному следу у собак всех охотничьих пород. Без этого их просто не допускают в угодья. Это требование обусловлено наказанием за оставление подранков независимо от размеров животного. Такая постановка проблемы, имеющая сугубо практический характер, настраивает собаководов на заблаговременную подготовку такс к следовой работе. Обязательность результатов испытаний по кровяному следу ведет к тому, что качества «кровяной собаки» автоматически учитываются в племенной работе, а потому становятся наследственно присущими той части поголовья породы, которая подлежит испытаниям [5].

Заключение. В нашей стране «кровяные» качества в племенной работе с таксами не учитываются в силу многих причин, тем не менее стоит серьезно задуматься о создании действенной системы тренировки и испытаний по этому виду работы. Во-первых, оставление подранков несовместимо с этикой современного охотника, а во-вторых, норные собаки, в частности таксы спортивного направления, составляют большинство на испытаниях, то есть практически основной резерв, который поставляет собак для охоты. А рабочие качества этого резерва должны соответствовать реальным условиям охоты, которые могут быть непредсказуемы.

Литература

1. Охота и охотничье хозяйство. – 2009. – № 2. – 48 с.
2. Охота и охотничье хозяйство. – 2007. – № 7. – 48 с.
3. Рудольф Красула «Норные собаки». – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 193 с.
4. Муромцева М. Норные собаки. – М.: Аквариум, 2005. – 670 с.
5. Правила проведения испытаний и состязаний охотничьих собак. – Киров, 2006. – 143 с.



УДК 619:616

Б. Баянжаргал, О.Б. Бадмаева, В.Ц. Цыдыпов

ЭПИЗОТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЛОШАДЕЙ В МОНГОЛИИ

В статье приведен анализ проявления инфекционных болезней лошадей на территории Монголии в период 2003–2012 гг. По данным авторов, к наиболее распространенным инфекциям лошадей относятся мьит, инфекционная анемия, единичные случаи заболевания животных сапом. Мьит лошадей занимает наиболее высокий удельный вес в общей структуре инфекционной патологии животных.

Ключевые слова: лошади, мьит, инфекционная анемия, сап, неблагоприятный пункт, заболеваемость, летальность, Монголия.

B. Bayanjargal, O.B. Badmaeva, V.Ts. Tsydyrov

THE EPIZOOTIC ASPECTS OF THE HORSE INFECTIOUS DISEASES IN MONGOLIA

The analysis of the horse infectious disease manifestations in Mongolia territory in the period 2003–2012 is given in the article. According to the authors' data the most common horse infectious diseases are strangles, infectious anemia, sporadic cases in animal glanders disease. The horse strangles occupies the highest share in the total structure of animal infectious pathology.

Key words: horse, strangles, infectious anemia, glanders, unfavourable point, morbidity, mortality, Mongolia.

Введение. Высокая продуктивность животных и низкая себестоимость продукции животноводства являются важными показателями экономики и основными средствами жизни скотоводов Монголии. Коневодство является особой отраслью, обеспечивающей население высококачественным кумысом и мясом, лошади используются для верховой езды и в хозяйственных целях. По данным Ветеринарного департамента Министерства продовольствия сельского хозяйства и индустрии Монголии, основными причинами потери живой массы и падежа лошадей являются 7 инфекционных заболеваний. Оздоровление лошадей от различных заболеваний, в первую очередь от сапа, имеет социально-экономическое значение, так как неблагоприятное по инфекционным болезням служит препятствием в развитии коневодства и повышении продуктивности животных [1, 2].

Современная география сапа связана в основном со странами и территориями, где при наличии значительного поголовья восприимчивых животных проведение ветеринарно-санитарных мероприятий находится на низком уровне. К их числу относятся страны Азии. Например, из 1146 вспышек и 1590 случаев заболевания животных сапом, зарегистрированных в мире в 1957–1967 годы, на страны Азии приходилось 98,26 % всех вспышек и 100 % случаев [3]. В последние годы сап отмечается в сопредельных с нашей страной государствах – Монголии, Китае, Иране, Ираке [4].

Архангай, Оворхангай, Булган, Хубсугул, Сэлэнгэ аймаки Монголии являются зоной интенсивного развития коневодства. В современных условиях, когда большое развитие получили международные отношения, деловое сотрудничество со специалистами зарубежных стран помогает в вопросах благополучия территорий по инфекционным и паразитарным заболеваниям животных. При исследованиях на сап 2110 проб, взятых от лошадей в Архангай, Булган, Сэлэнгэ и Центральном аймаках Монголии, положительные результаты были получены в 47 случаях [5]. Монгольские лошади в большинстве случаев сапом болеют в латентной и хронической форме, которая под воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды, обуславливающих стрессовое состояние организма, может переходить в острую, наиболее опасную активную форму [2].

Широко распространен на территории Монголии мыт лошадей. С 1972 по 1991 год ежегодно болезнь поражала около 2 тыс. жеребят 3–5-месячного возраста в районах, где часты резкие изменения погодных условий, развито приготовление кумыса. При табунном содержании лошадей мыт возникает, как правило, на почве ослабления резистентности организма жеребят под влиянием неблагоприятных факторов окружающей среды. Заболеваемость жеребят мытом в различных климатогеографических зонах страны существенно не отличается, что подтверждается следующими данными: в пустынной зоне было поражено 859 гол., в Гобийской зоне – 562, в высокогорной – 1121, лесопустынной зоне – 12502 гол. Заболеваемость и распространенность мыта лошадей по аймакам представляются следующими: в Арахангай, Булган, Баянхонгор, Даабхан, Убурхангай, Ховд, Хубсугул и Центральном аймаках заболеваемость жеребят составляла 4,1–16,36 %, в Баянхонгор, Дорнод, Среднегобийском, Сэлэнгэ, Хэнтий, Убсунур аймаках – 1,0–3,07, в Восточно-Гобийском, Гоби-Алтайском, Сухэбаторском, Южногобийском аймаках – 0,01–0,9 % [6]. Динамика эпизоотического процесса мыта лошадей за 1996–2001 годы скачкообразная, заболеваемость составляет 2,54–18,66 %, потери – 4,06–14,77 % от числа заболевших животных [7].

В разработку мер профилактики и искоренения инфекционных болезней лошадей в Монголии, в изучение биологических свойств возбудителей большой вклад внесли научные исследования таких авторов, как М. Дамдин, Г. Цэвэгмэд, А.И. Коровенков, З. Батсук, А. Ендондорж, Ц. Алтансук.

В целях оценки эпизоотической ситуации по инфекционным болезням лошадей в стране возникла необходимость определения особенностей эпизоотологии инфекционных болезней, интенсивности их проявления.

Материалы и методы исследований. Работа выполнялась в Центральной ветеринарной лаборатории г. Улан-Батор Монголии и на кафедре микробиологии, вирусологии и ветсанэкспертизы ФГБОУ ВПО «Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова». Были проанализированы и подвергнуты статистическим и линейно-графическим исследованиям данные, полученные в результате эпизоотологического мониторинга за течением эпизоотического процесса инфекционных болезней лошадей на изучаемой территории, а также данные отчетности Ветеринарного управления Монголии. Индекс заболеваемости исчислялся на 10000 среднегодового поголовья. Летальность, удельный вес болезни в общей заболеваемости животных определялись по общепринятым методикам [8, 9].

Результаты исследований и их обсуждение. Распространение инфекционных болезней среди лошадей наносит большой ущерб животноводству Монголии. Экономический ущерб при возникновении инфекций складывается из потери животных при их гибели, затрат на борьбу с болезнью, проведение лечебно-профилактических мероприятий. Определение особенностей инфекционного и эпизоотического процессов болезней служит теоретическим фундаментом для разработки профилактических и противоэпизоотических мероприятий по искоренению инфекций среди лошадей.

Поголовье лошадей равномерно размещается по всей территории Монголии. К наиболее распространенным инфекциям лошадей в стране относятся мыт, инфекционная анемия, а также единичные случаи заболевания животных сапом (табл. 1–2).

Эпизоотологические показатели мыта лошадей в Монголии за 2003–2012 годы

Показатель	Год										Всего за 10 лет M±m
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Количество восприимчивых животных, тыс. гол.	1958,1	1993,6	2029,1	2114,8	2239,5	2186,9	2221,3	1920,3	2112,9	2330,4	-
Всего по инфекционным болезням											
Количество неблагополучных пунктов	2142	2652	2527	1678	2209	10950	2065	1459	2269	1213	-
Заболело, гол.	22089	27205	23941	34444	50078	374152	42367	22445	86263	11158	-
Пало, гол.	2329	2401	2205	2782	2463	4575	2898	2645	1284	1552	-
Мыт лошадей											
Количество неблагополучных пунктов	216	503	492	305	297	398	296	177	150	241	3075
Заболело, гол.	961	2382	2726	2011	1960	4477	2714	1145	547	1331	20254
Пало, гол.	43	68	56	25	85	86	72	26	15	37	513
Заболееваемость, на 10 тыс. поголовья, %	4,91	11,95	13,43	9,51	8,75	20,47	12,22	5,96	2,59	5,71	9,55±1,688 P< 0,03
Летальность, %	4,47	2,85	2,05	1,24	4,34	1,92	2,65	2,27	2,74	2,78	2,73±0,32 P< 0,003
Коэффициент очаговости	4,45	4,74	5,54	6,59	6,60	1,25	9,17	6,47	3,65	55,52	6,4±0,722 P< 0,003
Удельный вес неблагополучных пунктов, %	10,08	18,97	19,47	18,18	13,44	3,63	14,33	12,13	6,61	19,87	13,67±1,785 P< 0,001

За исследуемый период было зарегистрировано 3075 неблагополучных пунктов по мыту лошадей, в которых заболело 20254 животных, 513 из них пало. Заболеваемость составила 9,55±1,688 % на 10000 поголовья лошадей, максимальные показатели заболеваемости отмечались в 2005, 2008 и в 2009 годах (соответственно 13,43; 20,47; 12,22 %). Наиболее высокий коэффициент очаговости заболевания (55,52) отмечался в 2012 году при средних показателях за 10 лет – 6,4±0,722 %. Мыт лошадей занимает наиболее высокий удельный вес в общей структуре инфекционной патологии животных – 13,67±1,785 % неблагополучных пунктов и 5,25±1,21 % заболевших животных. В структуре инфекций лошадей мыт занимает 90,9 %.

На характер проявления мыта, поражения им жеребят большое влияние оказывают погодные условия, обусловленные резко континентальным климатом. Распространение инфекции и повышение уровня заболеваемости сопряжено с приготовлением кумыса и снижением резистентности организма жеребят вследствие недополучения молока.

Таблица 2

Эпизоотология инфекционной анемии лошадей

Показатель	Год										Всего за 10 лет M±m
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Количество неблагополучных пунктов	29	20	31	19	113	94	1	0	0	0	307
Заболело, гол.	237	83	114	32	229	365	3	0	0	0	1063
Пало животных, гол.	49	16	36	32	0	0	0	0	0	0	133
Заболееваемость на 10 тыс. поголовья, %	1,21	0,42	0,56	0,15	1,02	1,67	0,01	0	0	0	0,5±0,191
Летальность, %	20,68	19,28	31,58	100	0	0	0	0	0	0	17,15±9,3
Коэффициент очаговости	8,17	4,15	3,68	1,68	2,03	3,88	3,0	0	0	0	2,66±0,804
Удельный вес неблагополучных пунктов, %	1,32	0,75	1,23	1,13	5,12	0,86	0,05	0	0	0	1,05±0,484
Удельный вес по количеству заболевших животных, %	1,07	0,31	0,48	0,09	0,46	0,10	0,007	0	0	0	0,25±0,109

Инфекционной анемии в Монголии подвержены лошади всех возрастов. Болезнь характеризуется хроническим течением, нарушениями кроветворной и сердечно-сосудистой системы, лихорадкой, анемией. В течение последних 3 лет ИНАН в стране не регистрируется. За исследуемый период в 307 пунктах заболело 1063 и пало 133 лошади. Заболеваемость при этом составила $0,5 \pm 0,191$ % на 10000 поголовья, летальность – 17,15 %, коэффициент очаговости – $2,66 \pm 0,804$. Наиболее напряженная ситуация отмечалась в 2007–2008 годах: в 207 пунктах заболело 594 животных. Удельный вес ИНАН в инфекционной патологии невысок и занимает $1,05 \pm 0,484$ % неблагополучных пунктов и $0,25 \pm 0,109$ % – в структуре заболевших животных.

Благодаря целенаправленным мероприятиям по искоренению сапа в Монголии, проведением ежегодной плановой маллеинизации и профилактических мер проявление инфекции характеризуется единичными случаями с латентным течением. За исследуемый период сап регистрировался в единичном случае в 2004 году.

Выводы

1. В инфекционной патологии лошадей в Монголии эпизоотологическое значение имеют мыт, ИНАН, сап.
2. В 2003–2012 годы мыт лошадей регистрировался ежегодно. За 10 лет в 3075 неблагополучных пунктах заболело 20254 животных, 513 из них пало, заболеваемость составила $9,55 \pm 1,688$ % на 10000 поголовья.
3. Удельный вес ИНАН в инфекционной патологии невысок и занимает $1,05 \pm 0,484$ % неблагополучных пунктов и $0,25 \pm 0,109$ % в структуре заболевших животных; заболеваемость составила $0,5 \pm 0,191$.

Литература

1. Батсүх З. Результаты изучения иммунологических особенностей при гастрофилезе лошадей: автореф. дис. ... д-ра вет. наук. – Улан-Батор, 2009.
2. Цэвэгмэд Г. Профилактика и искоренение сапа лошадей в Монгольской Народной Республике: автореф. дис. ... д-ра вет. наук. – М., 1987. – 47 с.
3. Бакулов И.А., Таршиис М.Г. География болезней животных зарубежных стран. – М.: Колос, 1971. – С. 21, 45, 51–81.
4. Юров К.П. Инфекционные болезни лошадей. – М.: Росагропромиздат, 1991.
5. Алтансүх Ц., Батзориг Б., Тунгалаг Ч. Хангийн бусийн аймгуудын адууны ям овчний судалгаа // Эрдэм шэнжэлгээний бүтээл. – Улан-Батор, 2004. – № 33. – С. 15–17.
6. Баярсайхан Б. Изучение мыта жеребят и разработка метода специфической профилактики: автореф. дис. канд. вет. наук – Улан-Батор, 2000. – С. 7–8, 23–24.
7. Бадмаева О.Б., Цыдыпов В.Ц. Эколого-географические аспекты эпизоотологии и микробиологии инфекционных болезней на трансграничной территории Российской Федерации и Монголии. – Улан-Удэ, 2012. – 256 с.
8. Эпизоотология и инфекционные болезни / под ред. А.А. Конопаткина. – М.: Колос, 1993. – С. 76–82.
9. Бакулов И.А., Ведерников В.А. Методические указания по эпизоотологическому исследованию. – М., 1982.



**ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БАЗОВОГО ГЕНОФОНДА
СКОТА ПОПУЛЯЦИИ ОАО «ПЛЕМЗАВОД «БОРОДИНСКИЙ»**

В статье приведена оценка базового генофондаскота популяции ОАО «Племзавод «Бородинский». Рассмотрены линии чистопородных голштинофризов, группы симментальского скота и их помесей. Представлены иммуногенетические маркеры пород.

Ключевые слова: генофонд, иммуногенетическая оценка, голштинофризская порода крупного рогатого скота, симментальская порода крупного рогатого скота, помеси F₁, иммуногенетические маркеры.

L.A. Gerasimova

**IMMUNOGENETIC INDICES OF THE BASIC GENE POOL
OF THE CATTLE POPULATION IN THE PUBLIC JSC «PLEMZAVOD «BORODINSKIY»**

The assessment of the cattle population basic gene pool in the public JSC "Plemzavod «Borodinskiy" is given in the article. The pure line breed of Holstein- Friesian cows of the Simmental cattle groups and their hybrids are considered. The breed immune genetic markers are presented.

Key words: gene pool, immune genetic assessment, cattle Holstein- Friesian, cattle Simmental breed, hybrids F₁, immune genetic markers.

Введение. Вопросы экологического мониторинга популяций сельскохозяйственных животных в настоящее время приобретают большое значение, поскольку проблема обеспечения населения продукцией животноводства еще далека от своего разрешения. Одним из наиболее информативных методов оценки направленности и динамики популяционных процессов является иммуногенетический анализ, имеющий в своей основе теорию генетических маркеров.

Иммуногенетический анализ с использованием в качестве генетических маркеров зрительных антигенов групп крови животных широко используется для паспортизации и экспертизы достоверности происхождения животных, характеристики генотипической структуры пород, линий, популяций, семейств, оценки их генетической близости.

Полиморфизм зрительных антигенов расширил возможности объективной оценки эколого-генетических процессов в популяциях животных и сделал реальностью научно обоснованное управление селекционным процессом с целью улучшения хозяйственно-полезных признаков животных.

Благодаря выдающимся характеристикам продуктивности, голштинский скот широко используется как улучшающий вид во многих странах мира. Отечественный опыт свидетельствует, что повышение генетического потенциала продуктивности путем традиционного чистопородного разведения на базе собственных племенных ресурсов составляет всего 1,0–1,5 % в год, или не более 40–50 кг молока. Применение межпородного скрещивания с привлечением лучших специализированных пород мира позволяет ускорить рост продуктивности коров в 2–3 раза [5, 6].

В 1976–1977 гг. в Российскую Федерацию было завезено свыше 43 тыс. доз спермы красно-пестрых голштинофризов, а в 1978 г. импортировано 18 быков-производителей. Наиболее широко представлены линии Рефлекшн Соверинг (РС), Инка Сьюприм, Рефлекшн 121004, Говернер Оф Корнешн 629472.



Коровы ГПЗ "Бородинский" [2]

В 1980-е годы из ФРГ в нашу страну поступило 1090 нетелей красно-пестрой голштинской породы, из которых 100 были направлены в ГПЗ "Бородинский" Красноярского края [8].

Анализ завезенного голштинского скота и его репродукции показал, что маточное поголовье и быки-производители относятся к ведущим линиям породы: Вис Бек Айдиал (ВБА) 933122, РС 198998, Силинг Трайджун Рокит (СТР) 252803, Монтвик Чифтейн (МЧ) 95679, Инк Суприм Рефлексн 121004 [8]. Линия РС включает ветвь Розейф Ситейшн (РзС) 161150. Ее характерная особенность – наличие более половины быков красной масти. В линии МЧ самая многочисленная ветвь Фанд-Хоуп. Аборигенным в Красноярском крае является сибирский скот.

Массовое улучшение аборигенного сибирского скота в регионе началось в 1930 г. С 1931 по 1978 г. в Красноярский край было завезено более 100 импортных быков симментальской породы из Германии, Австрии, Швейцарии, Венгрии, а также большое количество отечественных производителей из госплемзаводов Смоленской, Тамбовской областей и Украины. Основным методом разведения было поглотительное скрещивание. В 1979 г. завезено 7 чистопородных быков монбельярдской породы [9, 10].

С 1979 г. в край стали поступать быки-производители голштинской породы из хозяйств Московской и Сахалинской областей, Приморского края, а также ФРГ. Улучшение симментальского и чистопородного скота быками голштинской породы было начато в 1979 г. В дальнейшем была разработана программа создания Сибирского типа красно-пестрого молочного скота на основе скрещивания коров симментальской породы с голштинскими быками. Линия Шейлимара (ШМ) 2656070 свое развитие получила через быка Клапана 2124, завезенного из ФРГ в 1986 г., и отдельных производителей, сперма которых поступала из Республиканского банка семени.

Из голштинских линий линия ВБА 933122 в Красноярском крае представлена тремя ветвями: Пеклар Бутмэкер 1450228, Раунд Оук Злевейшн 1490007 и Б.Б. Понтик Модус 1196645.

В мае 2013 г. в Министерстве сельского хозяйства и продовольствия Хакасии были рассмотрены вопросы по увеличению производства в животноводческой отрасли [1]. В связи с этим затрагивался вопрос об усилении племенной работы, в том числе на базе имеющихся в республике племенных предприятий. Одним из таких предприятий являлось ОАО «Племзавод «Бородинский», созданное еще в апреле 1930 г. путем разукрупнения совхоза «Богородский скотовод 65». Племзавод специализировался на выращивании чистопородного скота. В 1970 г. в Бородино для развития племенного животноводства из Сычевского госплемзавода (ГПЗ) были завезены 32 быка и 20 коров симментальской породы. В свое время это предприятие поставляло чистопородных животных не только для нужд СССР, а в Корею и Монголию. Основное направление деятельности госплемзавода было сосредоточено на выращивании и реализации племенного молодняка – нетелей и племенных быков симментальской породы. Рентабельность предприятия достигала 500 %, прибыль – от 1 до 1,5 млн руб. в год. ГПЗ было присвоено звание хозяйства высокой культуры земледелия и животноводства. В ноябре 2001 г. ГПЗ «Бородинский» был переименован в федеральное государственное унитарное предприятие «Племенной завод «Бородинский» [4].

22 февраля 2013 г. пресс-службой Министерства сельского хозяйства и продовольствия Хакасии ОАО «Племзавод «Бородинский» отмечено как профильное племенное сельскохозяйственное предприятие, подлежащее аттестации [1, 3]. Одним из возможных путей развития селекционной работы на племзаводе может стать использование имеющихся данных по генофонду, на основе которого формировалось имеющееся поголовье.

Объекты и методы исследований. В ОАО «Племзавод "Бородинский" давно и очень тщательно велась племенная работа с линиями красно-пестрого скота. В хозяйстве каждая породная группа была многолинейна, а поэтому линии немногочисленны. В связи с этим целесообразно объединить линии чистопородных голштинофризов и их помесей, но при анализе породных групп их описывали отдельно группу симментальского скота, F₁ помесей симментал-голштинского скота, чистопородных голштинофризов.

Симментальский скот представлял собой совокупность животных шести линий. Самой многочисленной являлась линия Рафаэля 3111 ЗС-635 (n=45), несколько меньше животных относится к линиям Мергеля 2122 ЧС-266 (n=38) и Сигнала 4863 ЧС-239 (n=36), немногочисленны линии Вальса 8349 КОС-186 (n=23) и Сокола 19551 КСС-347 (n=18), самой редкой является линия Фасадника 624 ЦС-9 (n=8). Кроме них, в популяции присутствуют коровы швейцарского происхождения (n=10), также относимые к симментальской породе.

Материалом для анализа послужили животные вида *Bostaurus* красно-пестрой породы госплемзавода "Бородинский", который расположен в мягкой степной зоне Республики Хакасия. Всего было протестировано 2534 проб крови крупного рогатого скота от животных.

Антигенный спектр эритроцитов крови крупного рогатого скота определяли с помощью моноклеточного тестирования в соответствии с действующей инструкцией [7, 11, 12].

Результаты исследований и их обсуждение. Сравнительный анализ линий симментальского скота ГПЗ "Бородинский" выявил как некоторую специфичность каждой линии, так и типичность всей совокупности данной породной группы. Для объединенной группы симментальского скота ГПЗ "Бородинский" было характерно наличие распространенных в линиях антигенов F, W, H'Z, O₂, A₂, E, O' и элиминация антигенов Y', P₂, G'', U', C, U, R₁ (табл. 1).

По самой полифакторной В-системе повторяющихся феногрупп не было зафиксировано, но выделено два крупных моноблока, – В₂G₂O' и G₃O₂B'O'. По С-системе получили распространение животные с феногруппой WL', а среди аллелей – ее составные W и L'. Часто встречаются и другие однофакторные и двухфакторные аллели. По SU-системе распространение получили коровы с феногруппами S₁H', H' и рецессивными гомозиготами ss. У 74,8 % особей проявляется аллель H', и это наивысшее значение встречаемости среди полиморфных систем. Высоки показатели и для аллелей S₁ и S₁H'. Обширная группа моноблоков фиксируется значительно реже. По FV-системе, как и по отдельным линиям, сохраняется явное преимущество фенотипа F над гетерозиготами FV. Присутствуют и рецессивные формы ff. В АН-системе тенденция превосходства аллеля А₂ над Z'. Монофакторные системы обильно представлены в группе с высокими показателями частот встречаемости. Несколько чаще наблюдаются носители аллеля Z, реже других – аллеля L. Между ними по распространенности J и M (табл.1).

Таблица 1

Иммуногенетические маркеры симментальской породы популяций скота ГПЗ "Бородинский"

Маркирующие аллели						Элиминирующиеся аллели					
A	B	C	SU	FV	Моно	A	B	C	SU	FV	Моно
A ₂	O ₂ O'	W E EW	H' S ₁ H'	F	Z	-	P ₂ Y' G''	R ₁ C'	U U'	-	-

Таким образом, в целом закрепились те соотношения фенотипов и генотипов, которые являлись характерными для основных линий, входящих в данную совокупность до голштинизации.

Голштинизированный скот в ГПЗ "Бородинский" был представлен 6-ю линиями: МЧ 95679 (n=53), РС 198998 (n=52), группа РзС 267150 (n=40), Шм 2656070 (n=27), СТР 252803 (n=18) и ВА 999122 (n=9). Сравнительный анализ генофонда F₁ голштинизированных линий ГПЗ "Бородинский" отражает высокую степень сходства этих селекционных групп по антигенному спектру. Во всех группах с высокими показателями частоты встречаемости присутствуют антигены F и H'.

Ряд элиминирующихся антигенов увеличивается с уменьшением численности группы, но во всех группах в этот ряд входят антигены P₂, U, C', у многих это B'', Y', U''. Специфичность наблюдается по линиям Шм и СТР. По некоторым линиям ГПЗ "Бородинский" выявлены специфические особенности генофонда. Для линии РС – антигены G₂ и Q', аллели Q', WX₂, E, R₂. Для линии Шм антиген O₂ выступает в качестве маркерного и элиминируются D', I', R₁, маркерные аллели – ss и гетерозиготные формы FV. Для линии ВБА маркерным является антиген G₃. Для линии СТР специфичны элиминирующийся антиген D', маркерный, аллель H'U и отсутствие аллеля Z'. Для линии МЧ маркерным является аллель O'.

F₁ голштинизированные помеси, полученные в ГПЗ "Бородинский" (n=41), представляли из себя группу животных с повышенной частотой встречаемости антигенов F, W, Z, O₂, E, H', O', X₂ и редкими U, U'', H'', P₂. По В-системе в группе не было определено гено- и фенотипических особенностей. По С-системе через гомозиготы ss (p=0,037) фиксировалось высокое содержание рецессивных аллелей. Полиморфизм достигается при участии моноблоков W, X₂, EW, L', WX₂, C₂WL'. По SU-системе отмечается также высокая концентрация рецессивных аллелей ss, аллелей H', S₁H' и H'U', редко обнаруживается U''. По FV-системе преобладает фенотип F, но заметны и гетерозиготы FV, присутствуют в группе и рецессивные аллели ff. Система АН формируется в основном за счет А₂, а Z значительно уступает ему в распространенности. Обильно представлены монофакторные системы Z и J, редка система L, а M встречается еще реже (табл. 2).

В популяции присутствуют две различные по происхождению группы чистопородных голштинофризов: импортные коровы немецкого происхождения и полученные в хозяйстве с использованием спермопродукции центрального банка семени. Сравнение этих двух групп голштинов отражает как сходство, так и некоторое отличие в их генофондах. Так, по маркерным антигенам наблюдается общность антигенного спектра. Серьезные отличия обнаружены по В-системе в объединенной группе животных голштинской породы местного

происхождения обнаружен всего один моноблок $J_2'O'$, но и он с невысокой частотой встречаемости (18 %). Тогда как в Германском стаде выделено 10 моноблоков и самый распространенный из них O_2 присутствует у 45,3 % животных (табл. 2). Это является следствием того, что привезенные из Германии животные, собранные в разных регионах страны, имеют общие корни, а значит, и общий генофонд, поэтому у них обнаруживается большее число аллелей, присущих популяции скота Германии. Для чистопородных голштинов объединенной группы таких закономерностей нет, так как это животные не только из разных стран, но и полученные с использованием спермопродукции производителей с других материков (из США и Канады). Поэтому генофонд этой группы более раздроблен и полиморфен, что и подтверждается при анализе не только В-, но и других систем групп крови. По С-системе для немецкого скота наиболее распространенными являются аллели X_2 и Е, и наименее – моноблоки с участием антигена X_1 . Для местного поголовья при высоких показателях тех же аллелей X_1 оказывается на четвертом месте по своему содержанию в группе. Примечательно также наличие в группе объединенного скота большого числа рецессивных аллелей, чего нет у германских голштинов. Несколько иная картина по SU-системе. В обеих группах пик концентрации падает на H' , и в них аналогичная ситуация с наличием рецессивных форм. По FV-системе у животных Германии обнаруживается несколько большая доля фенотипов F и меньшая часть гетерозиготных форм, в отличие от местных голштинофризских коров. Кроме того, у них доля фенотипов V чуть больше рецессивов ff, а в объединенной группе – наоборот. В AH-системе соотношение между аллелями A_2 и Z' у местных голштинов близко к равновесному, а у закупленных смещено в сторону аллеля A_2 . У коров германского происхождения большая часть приходится на обладателей Z-системы, в отличие от объединенной совокупности: по системам J и L положение примерно одинаковое, а вот M-система в местном стаде представлена обильно, в отличие от почти исчезающей у скота Германии (табл. 2).

Таблица 2

Иммуногенетическая характеристика голштинизированного скота популяции ГПЗ "Бородинский"

Популяции	Маркирующие аллели						Элиминирующиеся аллели					
	A	B	C	SU	FV	Моно	A	B	C	SU	F V	Моно
Чистопородные голштины		J_2' O_2 O' $O'Q'$ G_2	X_2	H'	F V	J Z	-	T_1 Y' B'' I'	R_1	U	-	-
Помеси F1		O_2 O'	W X_2 E	H'	F	Z	-	-	-	U U' H''	-	-

Таким образом, можно констатировать тот факт, что животные из Германии, одновременно закупленные, и, следовательно, привнесенные из одной экологической ниши, имеют общие корни генофонда, сложившегося в данной экосистеме, в отличие от простой суммы особей, где каждая обладает своим генотипом сообразно историческому экогенезу. Поэтому данная сумма особей в силу своей разнородности исторической, географической и экологической не может иметь генофонда с устоявшимися элементами, фиксирующими принадлежность данной совокупности к определенной экосистеме.

Исходя из задачи проследить эволюцию генофонда в данной популяции, необходимо сравнивать антигенчастотные характеристики двух исходных совокупностей особей – животных симментальской породы, имевшихся в хозяйстве до закупа чистопородных или высококровных голштинских коров, с помесями F_1 симментал-голштинской породы, которые, собственно, и были получены с использованием имевшегося симментальского и голштинского поголовья.

При анализе изменений, произошедших у F_1 в процессе голштинизации, следует указать, что в ГПЗ "Бородинский" исходным материалом для селекции являлись не только коровы симментальской породы с использованием закупной спермопродукции чистопородных голштинских быков, но и голштинофризские коровы при использовании спермопродукции выдающихся производителей симментальской породы.

Заключение. В результате проведенного анализа выяснилось, что помеси F₁, сохранив некоторые черты исходных форм, приобрели и свои специфические особенности, отразив, тем самым, вклад в общий генофонд использованных быков-производителей со всеми их иммуногенетическими характеристиками. В результате скрещивания произошла утрата части антигенов (U" и H"), а также аллелей В-системы, имеющих в большом количестве у исходных пород. Кроме того, по системам SU и FV произошло возрастание доли рецессивных аллелей и их гомозигот (табл. 2), что также свидетельствует об утере части информативных генов, возможно несущих положительные корреляции для популяции. По С-системе отмечается сходство с симменталами больше, чем с голштинами. Таким образом, в данной популяции скота при скрещивании двух пород произошла утрата генетической информации, присущей фоновым группам, и F₁ оказалось генетически беднее, нежели родительское, что может привести к нарушению в последующих поколениях адаптационных механизмов, необходимых для существования популяции в данной экосистеме.

Популяция красно-пестрого скота ГПЗ «Бородинский» характеризовалась повышенным содержанием антигенов F, H', W, Z, X₂, A₂, E, O₂ и элиминаций антигенов P₁, P₂, B", Y'. Учитывая то, что здесь в популяциях с высшими частотами проявились аллели, общие для составляющих ее структур, такие аллели можно считать маркерными для данной популяции. Это O₂, G₃, G₂, O', Q', W, X₂, E, C₂, C₁, H', S₁H', F, A₂, Z, J. Характерно для популяции наличие рецессивных аллелей по В-, С- и SU-системам, а также преобладание рецессивных гомозигот ff над фенотипом V и малое число обладателей аллелей Z', M.

Литература

1. 19rus.ru.
2. <http://www.19rus.info/news/99991.html>.
3. <http://www.obeschania.ru/documents/promises/borodinskij-gosplemzavod#ixzz2je0Kuj2l>.
4. <http://ru.wikipedia.org>.
5. *Baker С.М.А.* The use of genetic relationships among cattle breeds in the formulation of rational breeding policies // A reexamination of the example of the south Devon and the Gelbvich. Anim. Blood Groups and Biochemical Genetics. – 1982. – Vol. 3. – P. 199–213.
6. *Буркат В.П.* Моделирование селекционной программы // Развитие искусственного осеменения крупного рогатого скота. – 1990. – Вып. 22. – С. 52–55.
7. Временная инструкция по генетическому контролю достоверности происхождения сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1985. – 49 с.
8. *Прохоренко Д.Г.* Формирование генеалогической структуры голштинского скота в хозяйствах РСФСР // Тр. ВНИИплем. – М., 1989. – С. 8–13.
9. Пути совершенствования продуктивных и племенных качеств сельскохозяйственных животных в Алтайском крае // Алтайский НИИ проект.-технол. ин-т – животноводству: тез. конф. – Барнаул, 1990. – 156 с.
10. *Рендель Е.* Использование групп крови и типа белков сыворотки для выявления сходства и различий между популяциями животных // Сельское хозяйство за рубежом. – 1968. – № 10.
11. *Сороковой П.Ф.* Методические рекомендации по исследованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. – Дубровицы: ВИЖ, 1974. – 24 с.
12. Рекомендации по разработке и внедрению иммуногенетического метода повышения эффективности селекции молочного скота / П.Ф. Сороковой, А.М. Машуров, В.К. Чернушенко [и др.]. – Алма-Ата, 1990. – 14 с.





УДК 630.432.31

И.С. Федорченко, Я.С. Гончарова, Е.Е. Нестеров

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ПОЛЕТА ЧАСТИЦ ГРУНТА ПРИ РАБОТЕ ГРУНТОМЕТА

В статье исследуется область применения грунтометов. Приведена последовательность их действий для определения дальности полета метаемых частиц.

Ключевые слова: методика, область применения, грунтомет, дальность полета частиц.

I.S. Fedorchenko, Ya.S. Goncharova, E.E. Nesterov

THE METHODOLOGY FOR THE DETERMINATION OF THE SOIL PARTICLE FLIGHT DISTANCE IN THE OPERATION OF THE SOIL THROWER

The scope of the soil thrower use is researched in the article. The sequence of their actions to determine the flight distance of the thrown particles is given.

Key words: methodology, use scope, soil thrower, particle flight distance.

Введение. Лесное хозяйство Российской Федерации в настоящее время продолжает оставаться во многом слабой отраслью, требующей существенной модернизации и основных направлений деятельности с использованием современных инновационных научно-технических достижений [1].

В этой связи актуальным направлением является внедрение нового оборудования, малогабаритного по размерам и универсального по технологическому назначению. Одним из образцов такого рода оборудования являются грунтометы [2], область применения которых представлена на рис. 1.

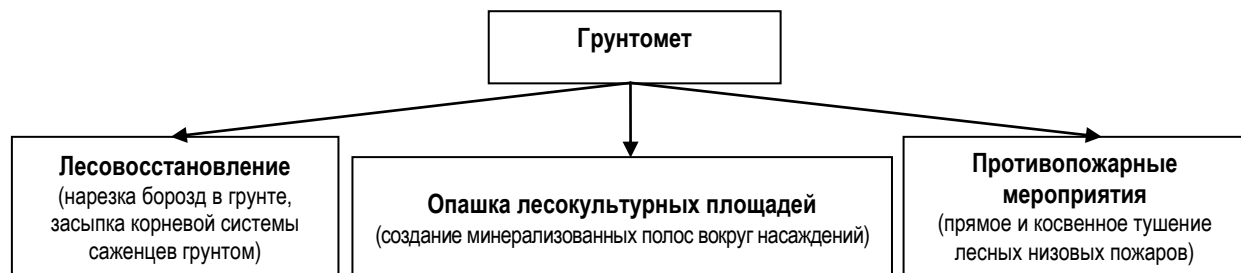


Рис. 1. Область применения грунтометов

В наше время в России и зарубежных странах широкое применение находят машины и оборудование с активными рабочими органами для проведения лесовосстановительных и лесохозяйственных работ путем нарезки борозд в грунте в сложных условиях движения оборудования, перемещения грунта для засыпки корневой системы саженца, опашки созданных лесокультурных площадей, а также проведения противопожарных мероприятий.

Материалы и методы исследований. При использовании грунтометов его фреза вырезает в грунте борозду определенной ширины [3], а вырезанный грунт, перемещаясь по лопаткам фрезы, откидывается (метается) на некоторое расстояние. Одним из вариантов определения этого расстояния служит построение траектории полета частиц свойств как самого грунта, так и свойств воздушной среды.

Для определения траектории полета частиц грунта в сопротивляющейся среде необходимо знать коэффициент сопротивления окружающей среды. С этой целью ведем коэффициент $k_{сопр0}$, учитывающий сопротивление двух видов: ламинарное (рассчитываемое по формуле Стокса) и лобовое (рассчитываемое через

миделево сечение). При этом для повышения точности расчетов процесс движения от момента слета частицы с лопатки и до момента падения на землю необходимо разделить на «n» равных по времени частей.

$$k_{\text{comp0}} = \frac{6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r}{m} + \frac{c \cdot S \cdot \rho_g \cdot V_0}{2 \cdot m}, \quad (1)$$

где η – вязкость воздуха, Па·с; r – радиус частицы грунта, м; c_{cp} – коэффициент лобового сопротивления грунта; ρ_g – плотность воздуха, кг/м³; V_0 – начальная скорость вылета частицы, м/с; S – миделево сечение частицы грунта, м; m – масса частицы грунта, определяемая из выражения (2).

$$m = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3. \quad (2)$$

Далее определим проекции ускорения a_{0x} , a_{0y} по выражению:

$$\begin{aligned} a_{0x} &= -V_0 \cdot \text{Cos}(\varphi_{cx}) \cdot k_{\text{comp0}}, \\ a_{0y} &= -g - V_0 \cdot \text{Sin}(\varphi_{cx}) \cdot k_{\text{comp0}}, \end{aligned} \quad (3)$$

проекции скоростей V_{1x} , V_{1y} из выражения (4):

$$\begin{aligned} V_{1x} &= V_0 \cdot \text{Cos}(\varphi_{cx}) - V_0 \cdot \text{Cos}(\varphi_{cx}) \cdot k_{\text{comp0}} \cdot \Delta t, \\ V_{1y} &= V_0 \cdot \text{Sin}(\varphi_{cx}) - V_0 \cdot \text{Sin}(\varphi_{cx}) \cdot k_{\text{comp0}} \cdot \Delta t - g \cdot \Delta t, \end{aligned} \quad (4)$$

где Δt – шаг по времени, с.

Проекции скоростей S_{1x} , S_{1y} найдем из выражения (5):

$$\begin{aligned} S_{1x} &= \frac{1}{2} \cdot \Delta t \cdot (2V_0 \cdot \text{Cos}(\varphi_{cx}) - V_0 \cdot \text{Cos}(\varphi_{cx}) \cdot k_{\text{comp0}} \cdot \Delta t), \\ S_{1y} &= \frac{1}{2} \cdot \Delta t \cdot (2V_0 \cdot \text{Sin}(\varphi_{cx}) - V_0 \cdot \text{Sin}(\varphi_{cx}) \cdot k_{\text{comp0}} \cdot \Delta t - g \cdot \Delta t) \end{aligned} \quad (5)$$

Определим угол схода φ_{cx1} и V_1 с учетом их изменения за время Δt по выражению:

$$\begin{aligned} \varphi_{cx1} &= \text{arctg}\left(\frac{V_{1y}}{V_{1x}}\right), \\ V_1 &= \sqrt{V_{1x}^2 + V_{1y}^2}. \end{aligned} \quad (6)$$

Цикл (1)–(6) повторяется до тех пор, пока S_{ny} , где n – количество шагов не станет меньше нуля. Далее определим дальность L и высоту H полета по выражению:

$$\begin{aligned} L &= \sum S_{1x} + S_{2x} + S_{3x} + \dots + S_{nx} \\ H &= \max \sum S_{1y} + S_{2y} + S_{3y} + \dots + S_{ny} \end{aligned} \quad (7)$$

На рисунках 2–3 представлены траектории полета частиц песка различного гранулометрического состава.

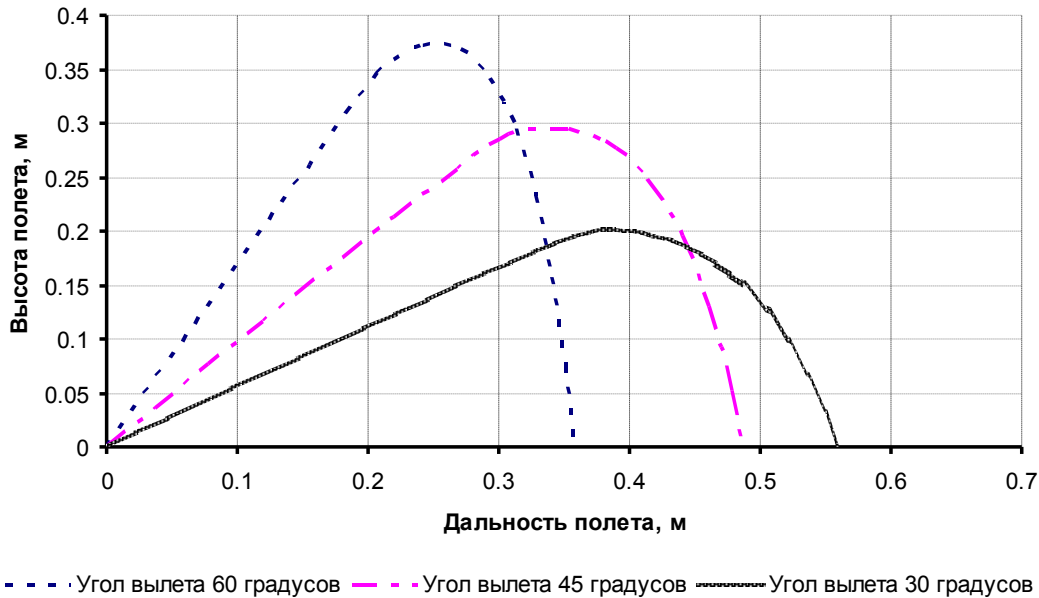


Рис. 2. Траектория полета частиц грунта радиусом 0,12 мм

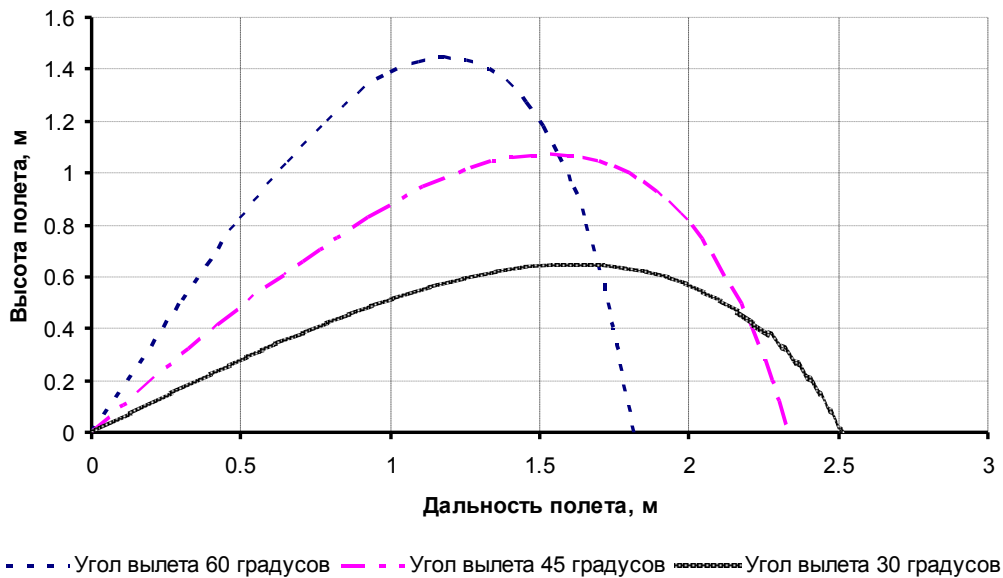


Рис. 3. Траектория полета частиц грунта радиусом 0,25 мм

Из данных на рис. 2–3 видно, что дальность полета частиц грунта увеличивается при снижении значений угла схода частиц с лопатки рабочего органа. Высота полета при этом уменьшается. Все кривые по виду близки к параболе. Из-за сопротивления воздуха правое плечо параболы меньше левого, т.е. каждая кривая имеет вертикальную асимптоту. Если провести вертикальную прямую через точку максимального подъема частиц, то кривая правая ветка каждой кривой окажется ближе к этой вертикали, чем ее левая ветка (ввиду наличия сопротивления воздуха).

Воспользовавшись полученным циклом (выражения (1)–(6)), для частиц радиусом 0,00025 м траекторию полета графически представим на рис. 4, из диаграммы которого следует, что при увеличении угла наклона рабочего органа к обрабатываемой поверхности высота полета частиц увеличивается, а дальность – уменьшается. Для частиц данного типоразмера дальность полета частиц будет не меньше 1,6 м.

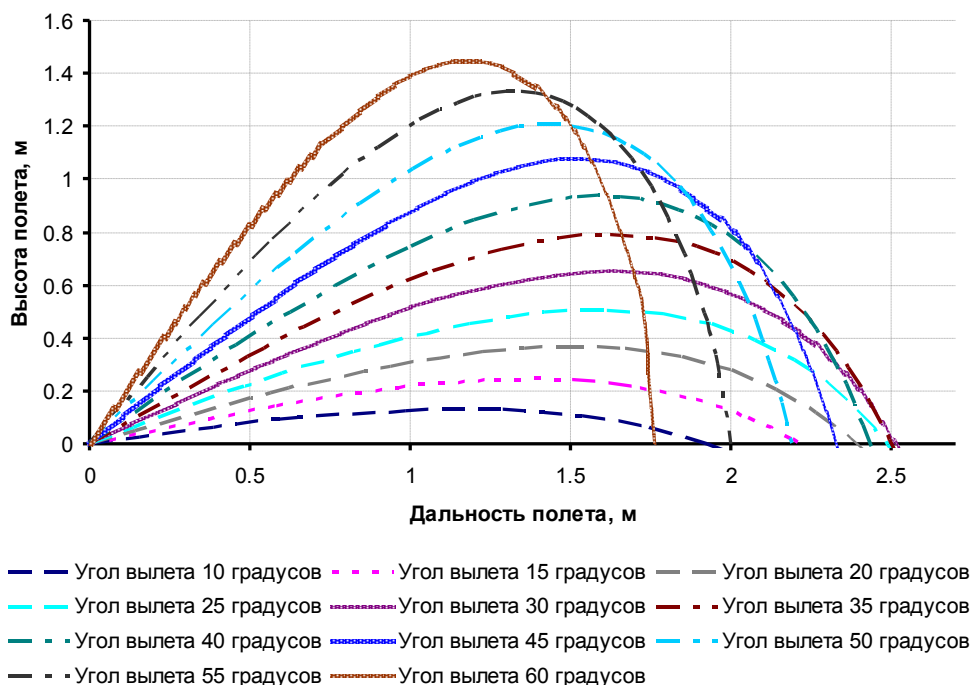


Рис. 4. Траектория полета частиц грунта радиусом 0,25 мм

Ввиду различных углов схода частиц с лопаток рабочего органа, а также того, что на практике грунт представляет собой совокупность частиц различных типоразмеров, частицы будут лететь по разным траекториям, на разных высотах и на разные расстояния. Следовательно, приземлившиеся частицы будут образовывать достаточно широкую (2,5–3 м) насыпную полосу. Зная состав минерализованного грунта по фракциям, можно рассчитать ширину этой полосы.

Выводы

1. Представлена методика, позволяющая определить дальность и высоту полета частиц, сошедших с лопаток грунтомета.
2. Графически показана зависимость траектории полета частиц от их размеров и начальных углов схода с лопаток грунтомета.

Литература

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013–2020 годы. – М., 2013.
2. Федорченко И.С., Максимов Е.И. Экспериментальное устройство для метания грунта // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: сб. ст. Всерос. науч.-прак. конф. – Красноярск, 2009. – Т. 2. – С. 234–239.
3. Федорченко И.С., Максимов Е.И., Нестеров Е.Е. Теоретическое обоснование параметров лесопожарного грунтомета // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 5. – С. 194–199.



О ЗАКОНЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ТОРМОЖЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

В статье рассматриваются вопросы безопасности, связанные с технологической эксплуатацией ленточных конвейеров. В качестве одного из эффективных способов снижения производственного травматизма приводится применение системы аварийного останова, обеспечивающей автоматическое отключение и торможение рабочих органов конвейера при появлении человека в опасной зоне.

Ключевые слова: ленточный конвейер, безопасность, производственный травматизм.

L.N. Gorbunova

ABOUT THE LAW OF THE BELT CONVEYOR BRAKING TIME DISTRIBUTION

The security issues related to the technological exploitation of the belt conveyor operation are considered in the article. The application of the emergency closedown system providing the automatic disconnection and the conveyor working body braking in case of the man appearance in the dangerous zone is presented as one of the effective ways to reduce industrial injuries.

Key words: belt conveyor, safety, industrial injuries.

Введение. Особую опасность при эксплуатации ленточных конвейеров представляет появление человека вблизи опасных зон – вращающихся элементов приводных, натяжных, загрузочных, разгрузочных узлов и др. Одним из эффективных способов снижения производственного травматизма, связанного с эксплуатацией ленточных конвейеров и повышением их безопасности, является применение системы аварийного останова, обеспечивающей автоматическое отключение и торможение рабочих органов конвейера при появлении человека в опасной зоне. Система аварийного останова при появлении человека включает:

- датчик, подающий сигнал на отключение привода и включение тормоза конвейера;
- электроаппаратуру, которая по сигналу датчика выключает привод конвейера и включает тормоз;
- тормоз конвейера (обычно колодочный или какой-либо другой фрикционный).

Эффективность применения системы аварийного останова ленточного конвейера определяется временем ее срабатывания – временем от момента подачи сигнала датчиком до окончания остановки конвейера:

$$t_c = t_d + t_a + t_T, \text{ с,}$$

где t_d – время срабатывания датчика; t_a – время срабатывания электроаппаратуры управления тормозом; t_T – время торможения от момента включения тормоза до полной остановки конвейера.

Для точного определения t_c и места установки датчика все величины, входящие в уравнение, следует рассматривать как случайные, независимые, описываемые своими законами распределения. Согласно [1], ток срабатывания датчика и электроаппаратуры управления тормозом подчиняется закону нормального распределения. Поскольку ток срабатывания и время срабатывания связаны между собой функциональной зависимостью, то можно полагать, что и время срабатывания также будет распределено по нормальному закону.

Закон распределения времени t_T по аналогии зачастую также считают нормальным, однако в работах [2, 3] показано, что закон распределения вероятностей тормозного пути при воздействии сил трения равномерный. Это позволяет предполагать, что и время t_T распределено равномерно.

Цель исследований. Определение закона распределения времени торможения ленточного конвейера от момента включения тормоза до полной его остановки.

Материалы и методы исследований. В качестве экспериментальной установки использовался ленточный конвейер 1 (рис. 1) длиной 54 м, шириной ленты 650 мм, диаметром барабана 630 мм. Установка снабжена следующими узлами: 2 – редуктор РМ-400; 3 – колодочный тормоз ТКТГ-300 с электрогидравлическим толкателем; 4 – двигатель АО63-6 (скорость вращения 980 об/мин); 5 – тахогенератор ЭТ-7, жестко соединенный с валом двигателя; 6 – быстродействующий самопишущий прибор Н-327 с разрешающей способностью 10^{-3} с. При отключении конвейера и включении тормоза скорость вращения двигателя меняется синхронно со скоростью конвейера. Это позволяет, записывая сигналы от тахогенератора, получить представление о процессе и времени торможения t_T (рис. 2). Зная скорость движения ленты самописца V_L (опыты

проводились при $V_{л} = 50$ мм/с), измерив расстояние АВ от точки Н (начало торможения) до точки К (конец торможения), получали время торможения конвейера с момента включения тормоза до полной остановки конвейера.

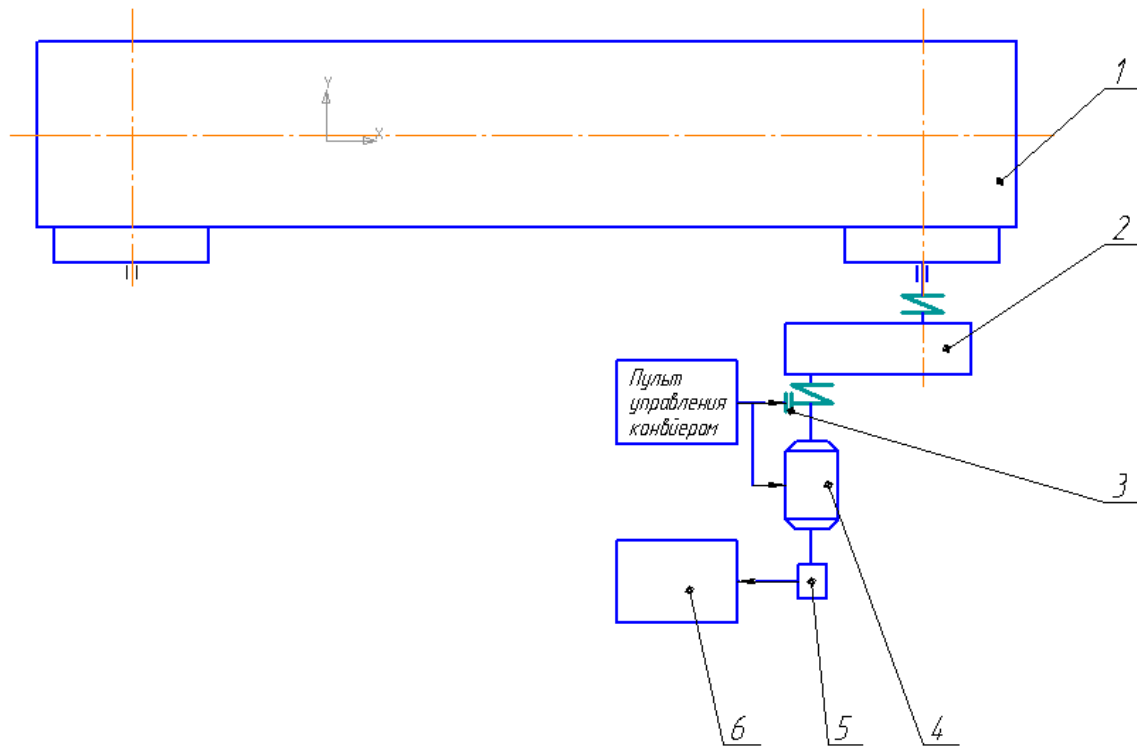


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для проверки гипотезы о законе распределения времени торможения ленточного конвейера: 1 – ленточный конвейер; 2 – редуктор РМ-400; 3 – тормоз ТКГГ-300; 4 – двигатель АО63-6; 5 – тахогенератор; 6 – самопишущий прибор Н-327

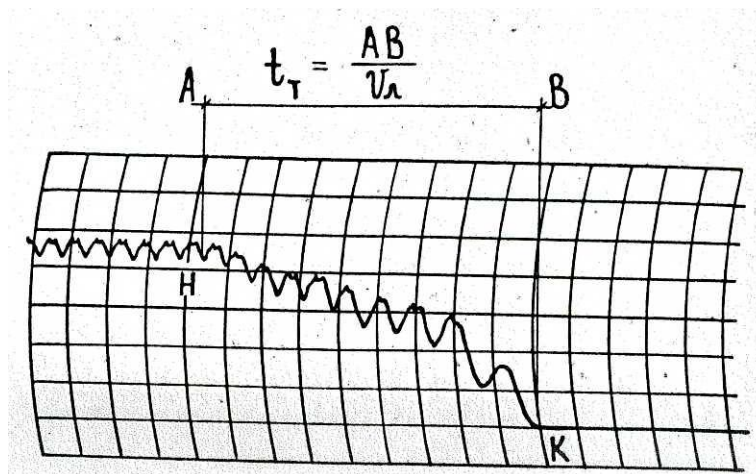


Рис. 2. Пример записи процесса торможения ленточного конвейера: Н и К – соответственно начало и конец процесса торможения; $V_{л}$ – скорость торможения

Результаты исследований и их обсуждение. С помощью описанной установки и нескольких аналогичных ей, построенных на базе других конвейеров, были получены экспериментальные значения t_T . Некоторые результаты замеров для установки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Время торможения ленточного конвейера от момента включения тормоза до полной остановки

№ п/п	t_T , с	№ п/п	t_T , с	№ п/п	t_T , с	№ п/п	t_T , с	№ п/п	t_T , с
1	0,76	11	0,84	21	0,96	31	0,81	41	0,83
2	0,90	12	0,86	22	0,95	32	0,77	42	0,77
3	0,88	13	0,75	23	0,83	33	0,77	43	0,90
4	0,78	14	0,78	24	0,83	34	0,90	44	0,95
5	0,84	15	0,78	25	0,83	35	0,77	45	0,95
6	0,86	16	0,92	26	0,87	36	0,83	46	0,79
7	0,86	17	0,87	27	0,91	37	0,95	47	0,83
8	0,88	18	0,78	28	0,76	38	0,80	48	0,95
9	0,88	19	0,76	29	0,86	39	0,97	49	0,83
10	0,78	20	0,84	30	0,96	40	0,80	50	0,98

Обработка экспериментальных данных состояла в следующем:

- проверка выборочной совокупности данных на репрезентативность;
- построение гистограмм выборочного распределения значений;
- проверка гипотезы о равномерном законе распределения времени торможения ленточного конвейера.

Проверка выборки на репрезентативность проводилась с использованием способа числа и длины серий [4]. Вначале определяли среднее значение времени торможения конвейера по экспериментальным данным, $t_{ТСР} = 0,847$ с (для данных табл. 1). Затем ряд значений t_T в порядке получения выборки представляли в виде последовательности символов «+», если $t_T > t_{ТСР}$ и «-», если $t_T < t_{ТСР}$, и далее находили наибольшую длину K_N серий «+» и «-» и общее число серий K_N . Полученные значения $K_N = 4$ и $R_N = 26$ (для табл. 1) сравнивали с критическими значениями ($K = 9$ и $R = 19$). Результаты сравнения $K_N < K$ и $R_N > R$ [4] позволяли считать все выборки репрезентативными.

Таблица 2

Расчет критерия Пирсона χ^2

t_T	f_i	f_i'	$(f_i - f_i')$	$(f_i - f_i')^2$	$(f_i - f_i')^2/f_i$
0,75–0,78	8	6,28	1,72	2,96	0,47
0,78–0,81	9	6,28	2,72	7,40	1,18
0,81–0,84	8	6,28	1,72	2,96	0,47
0,84–0,87	6	6,28	0,28	0,078	0,01
0,87–0,90	6	12,56	2,56	6,55	0,55
0,90–0,93	4	-	-	-	-
0,93–0,96	5	12,56	3,56	12,67	1,01
0,96–0,99	4	-	-	-	-

Для построения гистограммы распределения весь диапазон экспериментальных значений t_T был разбит на интервалы по 0,03 с, после чего были определены частоты попадания значений в каждый интервал. По частотам и интервалам построены гистограммы, внешний вид которых подтверждает гипотезу о равномерном распределении t_T , однако для более глубокой ее проверки целесообразно воспользоваться критерием Пирсона χ^2 . Для данных табл. 1 и равномерного закона распределения $f_i' = \text{const} = 6,28$. Значения f_i приведены в табл. 2, где эмпирическое значение критерия Пирсона $\chi^2 = 3,59$. Число степеней свободы:

$$k = m - p - 1,$$

где $p = 2$ – число параметров закона равномерного распределения; $m = 6$.

Заключение. В соответствии с [4] для полученных значений χ^2 и k вероятность P приближенно равна 0,33. Критическое же значение этой вероятности, при которой гипотеза должна быть отвергнута, составляет 0,05. Поскольку $P(\chi^2) > 0,05$, правомерно считать, что закон распределения времени торможения ленточного конвейера от момента включения тормоза до полной остановки равномерный.

Литература

1. Витенберг М.И. Расчет электромагнитных реле. – М.: Госэнергоиздат, 1981.
2. Туричин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. – М.: Энергия, 1995.
3. Новицкий П.П. Основы информационной теории измерительных устройств. – Л.: Энергия, 1988.
4. Солонин И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1972.



УДК 634.0.648

С.Н. Долматов, Е.В. Палкин

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФРИКЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ТРЕНИИ КОРЫ СОСНЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ ПО СТАЛИ И РЕЗИНЕ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению коэффициента трения коры сосны и лиственницы по стали и резине. Полученные данные могут успешно использоваться при проектировании лесозаготовительного оборудования.

Ключевые слова: коэффициент трения, влажность, давление.

S.N. Dolmatov, E.V. Palkin

THE RESEARCH OF THE FRICTIONAL INTERACTION PARAMETERS IN PINE AND LARCH BARK FRICTION ON STEEL AND RUBBER

The results of experimental studies on the coefficient determination of the pine and larch bark friction on steel and rubber are presented in the article. The received data can be successfully used in the design of lumbering equipment.

Key words: friction coefficient, humidity, pressure.

Введение. Лесозаготовительный процесс в России характеризуется разнообразием природных условий и сырьевой базы, поэтому для комплексной механизации лесозаготовительного производства предусмотрено более 80 наименований агрегатных машин различного назначения и конструкции [1].

Опыт эксплуатации многооперационных машин, связанных с перемещением ствола дерева (харвестеры, процессоры, сучкорезные машины) показывает, что их производительность зависит в основном от совершенства конструкции протаскивающего механизма. На процесс протаскивания затрачивается около 60 % времени от всего технологического цикла, а простои машины из-за отказов этого механизма составляют до 50 % от общего времени простоев по техническим причинам [2].

От конструкции механизма подачи зависит не только производительность, но и вся компоновка машины, ее надежность, размеры, вес, качество обработки древесины и экономическая эффективность. Наиболее перспективными являются механизмы подачи, обеспечивающие непрерывное протаскивание дерева в процессе обработки.

Вопросы подачи деревьев механизмами транспортерного типа, гусеницами, обрезиненными роликами, пневмошинами достаточно глубоко исследованы. Основным технологическим показателем эффективности протаскивающего устройства является скорость подачи и усилие протаскивания. Усилие протаскивания прямо пропорционально зависит от силы сцепления вальцов с поверхностью ствола. Коэффициент сцепления вальца со стволами при отрицательной температуре в среднем составляет 0,35, со стволами при положительной температуре – 0,42 [2]. При этом сила сцепления реализуется за счет работы фрикционной пары

поверхность ствола – валец. Практически встречаются два вида протаскивающих вальцов – обрезиненные и стальные. Поэтому очень важно знать коэффициенты трения материала вальцов по поверхности ствола, чтобы успешно вести расчеты протаскивающих устройств.

Цель исследований. Определение коэффициента трения при работе фрикционной пары древесная кора – сталь и резина для породы сосна и лиственница, наиболее распространенных на территории Восточной Сибири.

Задачи исследований. Уточнить природу силы трения при упругом и пластическом деформировании древесной коры; экспериментальным путем определить величину коэффициента трения коры по стали и резине в зависимости от различных факторов.

Методы и результаты исследований. При любом виде механической обработки древесины часть внешней энергии тратится на преодоление сил трения. Известно, что суммарная сила трения состоит в основном из сопротивлений упругому и пластическому деформированию неровностей контактирующих друг с другом поверхностей, сопротивления срезу, а также преодоления сил межмолекулярного сцепления (адгезионных сил) [3, 4].

В общем случае коэффициент трения выражается следующей формулой:

$$f = f_1 + f_2 + f_3 + f_4, \quad (1)$$

где f_1 – упругая составляющая коэффициента трения;

f_2 – пластическая составляющая коэффициента трения;

f_3 – составляющая коэффициента трения от среза;

f_4 – адгезионная составляющая коэффициента трения.

Упругая составляющая коэффициента трения обычно очень невелика, поэтому ею можно пренебречь.

Пластическая составляющая коэффициента трения:

$$f_2 = 0,4 \sqrt{(h/R)(P/(b \cdot HB))^{0,5\lambda}}, \quad (2)$$

где h – величина максимального внедрения неровностей материала при контактировании, мкм;

R – средняя высота этих неровностей, мкм;

b – постоянная микрогеометрии поверхности, равная для шлифованной поверхности 4–6;

HB – твердость по Бринелю наиболее мягкого из двух контактирующих поверхностей;

P – среднее контурное давление, Па;

λ – постоянная микрогеометрии поверхности.

Не учитывая показателей, не характеризующих физико-механические свойства материала, видим, что f_2 есть величина, обратная твердости.

При достаточно глубоком внедрении выступа одной поверхности в другую ($h/R > 0,3$), что и наблюдается при обработке древесных материалов и коры, пластическая деформация переходит в срез, который значительно повышает силу трения. Составляющая коэффициента трения от среза f_3 равна:

$$f_3 = D \cdot \tau, \quad (3)$$

где D – множитель, характеризующий геометрическое состояние контактирующих поверхностей и нормальное давление;

τ – предел прочности на срез наименее прочного из контактирующих материалов, МПа.

Адгезионная составляющая коэффициента трения:

$$f_4 = \tau_0 / (HB + \beta), \quad (4)$$

где τ_0 – прочность на срез адгезионных связей при отсутствии нормального давления;

β – пьезокоэффициент, характеризующий увеличение прочности адгезионных связей от нормального давления.

Все эти параметры очень сложно определить для теоретического расчета коэффициентов трения, однако по приведённым выше зависимостям можно определить факторы, от которых он зависит:

- от силы нормального давления;
- направления силы трения относительно осей анизотропии;
- влажности коры;
- температуры окружающей среды при температуре ниже 0°C.

Для экспериментального определения коэффициентов трения была разработана лабораторная установка (рис. 1). Из классической физики известно, что коэффициент трения есть отношение силы трения к силе нормального давления. Следовательно, для определения коэффициента трения необходимо знать силу нормального давления и возникающую трения.

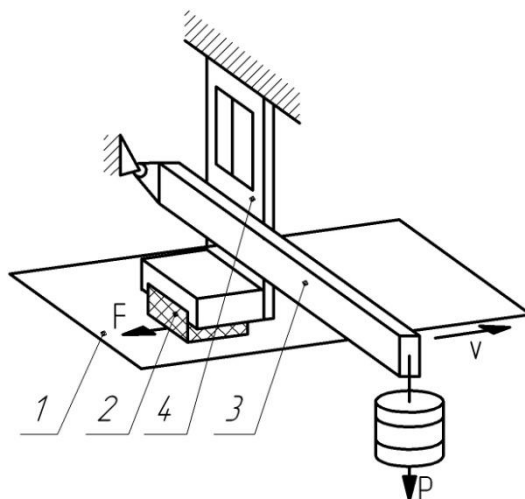


Рис. 1. Принципиальная схема установки для определения коэффициентов трения

Работа установки (рис. 1) заключается в следующем: образец коры 2 закрепляется в специальное зажимное устройство. Оно в свою очередь связано с тензобалкой 4 и рычагом 3. Рычаг 3 служит для создания силы нормального давления P . Поверхность трения 1. В качестве поверхности трения выступала в первом случае стальная отшлифованная поверхность, а во втором случае резиноканевая транспортерная лента типа 2Р. Поверхность трения передвигается относительно образца коры 2. При этом сила трения F вызывает перемещение зажимного устройства и ведет к изгибанию тензобалки 4, что изменяет сопротивление тензодатчиков, закрепленных на ней. Тензодатчики типа 2ФКПА-20-200ГВ по ТУ 25-01-100-68 сопротивлением 205,6–206,2 Ом соединены в мостовую схему.

Для проведения исследования коэффициента трения изготавливались образцы коры сечением 20×20×10 мм, выполненные путем пиления. Порода – сосна и лиственница. Ориентация образцов относительно осей анизотропии представлена на рис. 2.

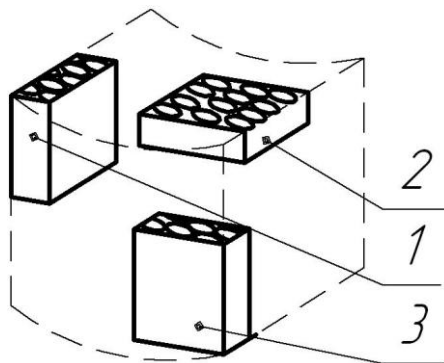


Рис. 2. Ориентация образцов коры относительно осей анизотропии:
1 – радиальная; 2 – осевая; 3 – тангентальная

Изготавливалось по 15 образцов коры для каждой породы с учетом влажности, направления волокон и удельной нагрузки. Поскольку эксперименты проводились при положительной комнатной температуре, влияние ее колебаний на механические свойства коры не учитывалось. Образцы взвешивались с точностью до 0,001 г в абсолютно сухом состоянии после сушки в сушильном шкафу при температуре 103°C. Затем образцы помещались в эксикатор с водой под его решетку. По истечении времени, определенного по результатам предыдущих исследований, они поштучно вынимались и закладывались в зажимное устройство. Производилось нагружение их при помощи эталонных грузов. Давление в области фрикционного взаимодействия составляло 0,8; 1,16; 1,61 МПа. Включался механизм протаскивания и самописец. После чего образцы в порядке очередности взвешивались во влажном состоянии и определялась их абсолютная влажность.

Установление зависимости изменения сопротивления тензодатчиков в тензобалке от суммарной силы трения достигалось тарировкой эталонными грузами. По построенным самописцем кривым определялись ординаты отклонения при интерполировании между величинами сил, указанных на тарировочных прямых. Исключались грубые ошибки. Полученные данные статистически обрабатывались. Результаты исследований при уровне значимости 5 % представлены в таблице.

Результаты экспериментальных исследований

Ориентация образцов коры	Абсолютная влажность, %	Коэффициент трения коры по стали (резине)		
		Удельное давление, МПа		
		0,8	1,16	1,61
Кора сосны				
Осевая	7	0,145 (0,368)	0,138 (0,354)	0,133 (0,338)
	53	0,362 (0,644)	0,315 (0,587)	0,326 (0,490)
	70	0,390 (0,599)	0,356 (0,594)	0,341 (0,581)
	78	0,346 (0,620)	0,345 (0,612)	0,318 (0,567)
Тангентальная	7	0,163 (0,362)	0,151 (0,345)	0,124 (0,326)
	24	0,346 (0,615)	0,335 (0,506)	0,279 (0,486)
	66	0,365 (0,635)	0,356 (0,631)	0,287 (0,582)
	75	0,396 (0,760)	0,367 (0,638)	0,310 (0,612)
Радиальная	7	0,176 (0,364)	0,162 (0,343)	0,147 (0,311)
	41	0,333 (0,603)	0,330 (0,558)	0,335 (0,525)
	63	0,365 (0,654)	0,304 (0,620)	0,302 (0,566)
	76	0,333 (0,689)	0,281 (0,604)	0,287 (0,600)
Кора лиственницы				
Осевая	7	0,166 (0,371)	0,164 (0,355)	0,170 (0,274)
	23	0,333 (0,535)	0,283 (0,511)	0,311 (0,496)
	36	0,374 (0,741)	0,337 (0,724)	0,333 (0,642)
	69	0,301 (0,720)	0,271 (0,632)	0,259 (0,600)
Тангентальная	7	0,188 (0,367)	0,164 (0,355)	0,170 (0,350)
	25	0,345 (0,650)	0,304 (0,606)	0,282 (0,541)
	38	0,377 (0,735)	0,336 (0,731)	0,334 (0,614)
	58	0,396 (0,746)	0,304 (0,630)	0,279 (0,623)
78	0,308 (0,700)	0,300 (0,620)	0,262 (0,587)	
Радиальная	7	0,163 (0,389)	0,248 (0,373)	0,248 (0,351)
	28	0,365 (0,643)	0,302 (0,611)	0,276 (0,585)
	45	0,377 (0,684)	0,345 (0,640)	0,295 (0,623)
	60	0,362 (0,739)	0,313 (0,704)	0,271 (0,671)
73	0,330 (0,721)	0,291 (0,711)	0,248 (0,642)	

Выводы

1. Для исследованных образцов коэффициент трения по стали находится в пределах 0,133–0,396, а по резине – в пределах 0,304–0,760.

2. При одинаковом удельном давлении коэффициент трения коры по стали и резине увеличивается с увеличением влажности. Вода действует на кору как пластификатор, снижая силу сцепления между молекулами, делая кору более эластичной. С увеличением влажности кора делается менее прочной. Это приводит к тому, что при контактировании поверхности коры со сталью микровыступы на ее поверхности более интенсивно подвергаются смятию и срезу (как менее прочные), что увеличивает поверхность трения. Это обстоятельство вызывает увеличение сил и коэффициента трения, причем, чем выше влажность, тем больше коэффициент трения.

3. С увеличением удельной нагрузки коэффициент трения в рассмотренных случаях уменьшается. Это можно объяснить уменьшением деформаций смятия [5]. Известно, что при трении поверхности соприкасаются в отдельных зонах. На границах этих зон возникают значительные напряжения смятия или среза. При увеличении удельной нагрузки размеры зон непосредственного трения увеличиваются. Увеличение контактных зон сопровождается уменьшением доли граничного смятия и среза, что приводит к уменьшению силы и коэффициента трения.

Литература

1. Гольшихин А.Д. Разработка вальцового подающего механизма для сучкорезных машин: дис. ... канд. техн. наук. – Химки, 1984. – 210 с.
2. Селиверстов А.А. Обоснование основных конструктивных параметров харвестерной головки для рубок промежуточного пользования: дис. ... канд. техн. наук. – Петрозаводск, 2007. – 141 с.
3. Курицын В.Н. Особенности резания мерзлой древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1975. – 105 с.
4. Первозванский А.А. Трение – сила знакомая, но таинственная // Соросов. образов. журн. – 1998. – № 2. – С. 129–134.
5. Боярский М.В. К механике сухого трения // Науч. тр. ЦНИИМОД. – 1969. – С. 37–42.



УДК 629.114.2

Н.И. Селиванов

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

В статье представлено обоснование условий функционирования и эксплуатационных параметров колесных 4К4 тракторов высокой мощности в агропромышленном комплексе восточной зоны Сибирского федерального округа.

Ключевые слова: длина гона, технология обработки почвы, производительность агрегата, массозенергетические параметры трактора.

N.I. Selivanov

OPERATIONAL PARAMETERS OF HIGH POWER WHEEL TRACTORS

The substantiation of the functioning conditions and operational parameters of high power wheel 4K4 tractors in the agroindustrial complex in the Eastern zone of the Siberian Federal district is presented in the article.

Key words: driving length, soil processing technology, aggregate productivity, tractor mass and energetic parameters.

Введение. В агропромышленном комплексе восточной зоны Сибирского федерального округа 53–57 % площади полей составляют участки размером более 30 га с длиной гона $l_g > 1000$ м. При выращивании зерновых и кормовых культур используются три вида цельнозамкнутых технологий обработки почвы и посева: *традиционная* с осенней зяблевой вспашкой; *минимальная* с посевом по предварительной осенней безотвальной глубокой или поверхностной обработке почвы под зябь; *нулевая* с одновременной поверхностной обработкой и посевом по стерне. Диапазон изменения энергоемкости выполнения основной обработки почвы различными

многооперационными машинами при этом весьма широк и существенно зависит от качества предварительной подготовки участков, типа рабочих органов, глубины обработки и скоростного режима работы.

Для объективной оценки и снижения затрат ресурсов необходимо обосновать рациональные параметры и режимы рабочего хода почвообрабатывающих агрегатов на родственных операциях каждой из технологий при установленном классе длины гона. Указанное предполагает создание и использование мобильных энергетических средств (МЭС) с изменяющимися в широком интервале массоэнергетическими параметрами, позволяющими подобрать требуемую мощность и эксплуатационную массу в соответствии с условиями работы.

Адаптация тракторов к природным условиям (длина гона) и разным технологиям обработки почвы предполагает знание интервалов изменения этих параметров и возможность их регулирования до начала рабочего хода. Интервалы регулирования зависят от характеристики тягового сопротивления рабочих машин и скоростных режимов родственных операций каждой из установленных групп. Обоснование основных (базовых) значений и интервалов регулирования эксплуатационных параметров тракторов производится на основе многоуровневой системы оптимизации с использованием разработанных математических моделей и алгоритмов [1].

В условиях вероятностного характера тяговой нагрузки главной выходной координатой трактора как динамической системы является скорость рабочего хода, значения которой определяют удельный энергетический потенциал для эффективного функционирования при выполнении технологических операций в составе агрегата.

Цель исследований. Обоснование эксплуатационных параметров колесных тракторов для основной обработки почвы в АПК восточной зоны Сибирского федерального округа.

Задачи исследований. Обосновать модели адаптации тракторов к природно-производственным условиям; определить соотношения эксплуатационных параметров колесных тракторов для отдельных групп родственных операций основной обработки почвы; установить интервалы регулирования массоэнергетических параметров колесных 4К4 тракторов для зональных технологий почвообработки при длине гона более 1000 м.

Материалы и методы исследований. По энергоёмкости и техническому обеспечению родственные операции основной обработки почвы разделены [2] на три группы, которые характеризуют удельное тяговое сопротивление при скорости $V_0=1,4$ м/с K_{oi} , его приращение в зависимости от скорости ΔK_i , коэффициент вариации U_{Koi} , номинальное значение V_{Hi} и рациональный по энергозатратам и агротребованиям интервал рабочей скорости $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_i$ (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики удельного сопротивления и интервалы рабочих скоростей почвообрабатывающих машин для разных групп родственных операций

Родственная операция	\bar{K}_o , Н/м	$\Delta \bar{K}_i$, c^2/m^2	\bar{v}_{K0}	$(V_{opt}^* - V_{max}^*)_i$, м/с	V_{Hi} , м/с
<i>1-я группа</i> Отвальная вспашка (h=0,20-0,25 м) и глубокое рыхление (h=0,40-0,50 м)	11,0-14,0	0,15	0,10	1,90-2,20	2,20
<i>2-я группа</i> Безотвальная комбинированная обработка, дискование (h=0,14-0,18 м) и чизелевание (h=0,20-0,30 м)	4,7-6,5	0,10	0,07	2,10-2,84	2,45
<i>3-я группа</i> Поверхностная обработка (h=0,06-0,12 м) и посев по нулевой технологии	3,1-5,1	0,06	0,07	2,83-3,83	3,30

В основу оптимальной адаптации (оптимизации) параметров тракторов с механической ступенчатой трансмиссией положено обеспечение 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 $V_{Hi}^* \pm \Delta V_i$ и тяговом диапазоне, соответствующем $\varphi_{kopt} \leq \varphi_{kpn} \leq \bar{\varphi}_{kp}$.

При этом должно соблюдаться общее для всех типов энергомашин соотношение между основными параметрами-адаптерами, определяющее их энергонасыщенность [2]:

$$\Theta = \frac{N_{e3}}{m_3} = \frac{g^* \varphi_{kp}^* V}{\eta_T^* \xi \bar{N}} \quad (1)$$

Влияние длины гона и вида обработки почвы на эксплуатационную мощность N_{e3} и массу m_3 трактора определяется величиной чистой производительности W^* , характеристиками удельного сопротивления агрегата K_0 и $\mu_K = \left[1 + \Delta \bar{K} (V_H^2 - V_0^2)\right]$, номинальными значениями рабочей скорости V_H^* , тягового КПД η_{TH} , коэффициентов использования веса $\varphi_{крн}$ и мощности двигателя $\xi \frac{*}{N}$:

$$N_{e3ji} = W_i^* * K_{oi} * \mu_{ki} / \eta_{THj} * \xi \frac{*}{N}_j; \quad (2)$$

$$m_{3ji} = W_i^* * K_{oi} * \mu_{ki} / V_{Hi}^* * \varphi_{крнj} * g. \quad (3)$$

Относительное передаточное число трансмиссии i_k при установленном динамическом радиусе ведущего колеса r_d и допустимом буксовании $\delta_{opt} \leq \delta_H \leq \delta_d$ в номинальном режиме $\left(\xi \frac{*}{\omega} * n_H\right)$ определится как

$$i_{kji}^* = i_{mpji} / r_{dj} = \frac{\pi * n_H * \xi \frac{*}{\omega} (1 - \delta_H)}{30 * V_H^*}. \quad (4)$$

Взаимосвязи буксования и тягового КПД с параметрами тягово-сцепных и скоростных свойств $\delta, \eta_m = f(\varphi_{кр}, V)$ для тракторов 4К4 с одинарными и сдвоенными колесами в установленных тяговом ($\varphi_{крmax} - \varphi_{крmin}$) и скоростном ($V_{opt}^* - V_{max}^*$) диапазонах с достаточной для расчетов достоверностью можно аппроксимировать выражениями вида:

$$\begin{cases} \delta_1 = a \varphi_{кр} / (b - \varphi_{кр}); \\ \delta_2 = a(\varphi_{кр} - d) / (b + d - \varphi_{кр}); \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} \eta_{m1} = \eta_{mp} \left\{ \frac{\varphi_{кр}}{\varphi_{кр} + [f_{O1} + c_1(V - V_0)]} \right\} \left[1 - \frac{a \varphi_{кр}}{(b - \varphi_{кр})} \right]; \\ \eta_{m2} = \eta_{mp} \left\{ \frac{\varphi_{кр}}{\varphi_{кр} + [f_{O2} + c_2(V - V_0)]} \right\} \left[1 - \frac{a(\varphi_{кр} - d)}{(b + d - \varphi_{кр})} \right]. \end{cases} \quad (6)$$

В общем случае при изменении производственных условий и тягово-скоростных режимов работы соотношения потребной мощности и массы трактора определяются из выражения [1]:

$$\lambda_{N_{e3}} = \lambda_{W^*} * \lambda_{K_0} * \lambda_{\mu_K} / \lambda_{\eta_{TH}} * \lambda_{\xi \frac{*}{N}}; \quad (7)$$

$$\lambda_{m_3} = \lambda_{W^*} * \lambda_{K_0} * \lambda_{\mu_K} / \lambda_{V_H^*} * \lambda_{\varphi_{крн}}. \quad (8)$$

Если трактор предполагается использовать на родственных операциях обработки почвы одной (превалирующей) группы в составе соответствующих агрегатов, значения N_{e3} и m_3 целесообразно выбирать для интервала $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_i$ этой группы и тягового режима, соответствующего $\varphi_{крopt} \leq \varphi_{крн} \leq \bar{\varphi}_{кр} = 0,5(\varphi_{крopt} + \varphi_{крmax})$. В этом случае проблема энергосбережения на разных технологиях почвообработки решается за счет создания и использования типоразмерного ряда тракторов, отличающихся указанными параметрами. Такой подход наиболее рационален при разработке системы машин для отдельных регионов и комплектовании тракторного парка крупных предприятий зернового направления.

Для небольших и средних предприятий, в которых культивируются несколько технологий почвообработки, массоэнергетические параметры можно определить с учетом занятости трактора на этих операциях по времени $T_i = V_i / W_i^*$:

$$\begin{cases} \left(\xi_{\bar{N}} \bar{N}_{\text{еэ}} \right)_j^* = \frac{1}{T_0} \sum_1^3 \left(\xi_{\bar{N}} N_{\text{еэ}} \right)_{ji}^* * T_i; \\ \bar{m}_{\text{э}j}^* = \frac{1}{T_0} \sum_1^3 \bar{m}_{\text{э}ji}^* * T_i. \end{cases} \quad (9)$$

При известных соотношениях объемов работ по разным технологиям $V_0 = \sum_1^3 V_i$ и сменной производительности агрегатов для их выполнения

$$T_i = V_i * K_{oi} * \mu_{ki} / \left(\xi_{\bar{N}} N_{\text{еэ}} \right)_{ji}^* * \eta_{mnj} * \tau_i, \quad (10)$$

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 элементно-агрегатной базе, обеспечивающих образование требуемого типоразмерного ряда путём комбинирования мощностью и массой. Величину шага $\Delta \left(\xi_{\bar{N}} N_{\text{еэ}} \right)_{ji}^*$ и общее количество типоразмеров мощностей следует выбирать с учётом конструктивных, экономических и других соображений.

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице 2 приведены полученные по результатам стендовых и лабораторно-полевых испытаний [3] осредненные значения коэффициентов уравнений (5) и (6), связывающих фактор воздействия $\varphi_{кр} = P_{кр} / m_{\text{э}} \cdot g$ с буксованием δ и тяговым КПД η_m при установленных величинах коэффициента сопротивления перекачиванию f колесных 4К4 тракторов на стерне колосовых.

Полученные по результатам моделирования зависимости удельного энергетического потенциала $(\xi_{\bar{N}} \text{Э})$ и эквиваленты эксплуатационной массы $K_{m\text{э}} = V / (\xi_{\bar{N}} \text{Э}) \eta_m$ трактора 4К4 от рабочей скорости (рис. 1) показывают, что повышение номинальной скорости движения от 2,20 до 3,30 м/с в режиме максимального тягового КПД сопровождается ростом $(\xi_{\bar{N}} \text{Э})^*$ от 12,68 до 19,32 Вт/кг. Опережающий рост энергонасыщенности обусловлен снижением тягового КПД на 2,4 % из-за увеличения сопротивления качению трактора в указанном скоростном диапазоне. На режиме $\varphi_{кр} = 0,5(\varphi_{кр\text{opt}} + \varphi_{кр\text{max}})$ указанная закономерность сохраняется. При этом потребный удельный энергетический потенциал увеличивается в 1,07–1,11 раза из-за возрастания $\varphi_{кр} > \varphi_{кр\text{opt}}$ и снижения тягового КПД η_T .

Таблица 2

Осредненные значения показателей оценки тягово-цепных свойств тракторов 4К4

Показатель	На одинарных колесах и основных режимах			На двоярных колесах и основных режимах		
	$\eta_{m\text{max}}$	$\delta_a(\varphi_{кр\text{max}})$	$\varphi_{кр}$	$\eta_{m\text{max}}$	$\delta_a(\varphi_{кр\text{max}})$	$\varphi_{кр}$
f_0	0,09	0,09	0,09	0,05	0,05	0,05
c	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011	0,011
a	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110
b	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773
d	0	0	0	0,04	0,04	0,04
$\varphi_{кр}$	0,369	0,450	0,410	0,350	0,490	0,410
δ	0,101	0,150	0,124	0,074	0,150	0,101
η_{mp}	(0,88-0,90)			(0,88-0,90)		
η_m	0,623-0,636	0,610-0,626	0,620-0,634	0,696-0,714	0,666-0,681	0,690-0,707

Коэффициент использования эксплуатационной массы на обоих режимах в заданном скоростном диапазоне снижается, что обусловлено соответствующим изменением $\varphi_{кр}$ и η_T . На режиме $\varphi_{кр}$ эффективность использования эксплуатационной массы выше в 1,10–1,12 раза.

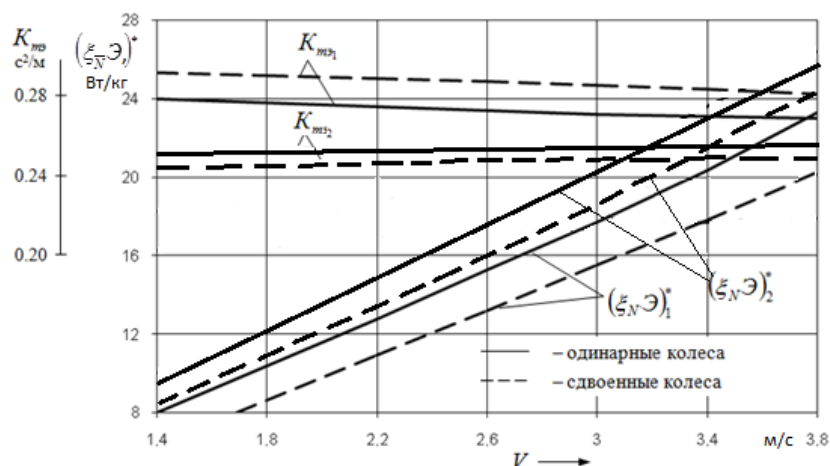


Рис. 1. Зависимость удельного энергетического потенциала $(\xi_N^* \mathcal{E})^*$ и эквиваленты эксплуатационной массы K_{m3} тракторов 4К4 от скорости рабочего хода: 1 – режим η_{Tmax} ; 2 – режим $\bar{\varphi}_{KP}$

Сдвaивание колес с одновременным понижением давления в шинах с 0,14 до 0,10 МПа уменьшает $(\xi_N^* \mathcal{E})_{opt}^*$ в среднем на 19 %, а на режиме $\bar{\varphi}_{KP}$ на 13 %. Расширение рационального тягового диапазона от $\varphi_{KPopt} = 0,35$ до $\bar{\varphi}_{KP} = 0,41$ сохраняет эффективность использования эксплуатационной массы при $\bar{\varphi}_{KP}$ и уменьшает на 5,4 % на режиме η_{Tmax} .

Приведенные на рис. 2 зависимости энергетического потенциала $\xi_N^* N_{e3}$ и эксплуатационной массы m_3 колесных 4К4 тракторов от скорости рабочего хода в интервале $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_i$ для каждой группы родственных операций при значениях W_i^* , соответствующих длине гона более 1000 м, сохраняют характер изменения $(\xi_N^* \mathcal{E})^*$ и K_{m3} . Их численные значения существенно зависят от величины удельного сопротивления K_0 , коэффициента μ_K и скорости движения.

Наименьший диапазон изменения $\xi_N^* N_{e3}$ и m_3 , а также минимальные их значения, характерны для первой группы родственных операций. Для операций второй и третьей групп при V_{max}^* значения $(\xi_N^* N_{e3})_{max}^*$ и m_{3max}^* возрастают в 2,1–2,5 и в 1,57 раза соответственно. Указанные соотношения параметров сохраняются при установке сдвоенных колес.

В таблице 3 приведены значения удельного энергетического потенциала и эквиваленты эксплуатационной массы тракторов 4К4 для номинальных скоростных режимов основных групп родственных операций обработки почвы на одинарных и сдвоенных колесах.

Таблица 3

Осредненные значения $(\xi_N^* \mathcal{E})^*$ и K_{m3} колесных 4К4 тракторов для номинальных рабочих скоростей основных видов обработки почвы

Комплектация трактора	Группа операций	$V_H, \text{ м/с}$	Режим η_{Tmax}		Режим $\bar{\varphi}_{KP} = 0,5(\varphi_{KPPopt} + \varphi_{KPPmax})$	
			$(\xi_N^* \mathcal{E})^*, \text{ Вт/кг}$	$K_{m3}, \text{ c}^2/\text{м}$	$(\xi_N^* \mathcal{E})^*, \text{ Вт/кг}$	$K_{m3}, \text{ c}^2/\text{м}$
Одинарные колеса	1	2,20	12,68	0,276	14,05	0,253
	2	2,45	14,12	0,276	15,90	0,251
	3	3,30	19,32	0,274	21,40	0,248
Сдвоенные колеса	1	2,20	10,64	0,294	12,46	0,249
	2	2,45	11,93	0,290	13,90	0,248
	3	3,30	16,28	0,288	19,00	0,247

Результаты моделирования показали, что для характерной в АПК Красноярского края и равномерной занятости трактора на всех видах обработки почвы в диапазоне $(\varphi_{\text{кпорт}} - \bar{\varphi}_{\text{кп}})$ значения показателей $(\bar{\xi}_{\text{N}} \bar{\mathcal{E}})^*$ и $\bar{K}_{m_3}^*$ должны находиться в следующих пределах: на одинарных колесах (16,0–16,5) Вт/кг и (0,250–0,275) с²/м соответственно, на сдвоенных – (14,0–14,5) Вт/кг и (0,249–0,290) с²/м. Для тракторов 4К46, оснащенных дизелями с коэффициентом приспособляемости $K_M = 1,28–1,40$, среднее значение коэффициента использования мощности на почвообработке $\bar{\xi}_{\text{N}}^* = 0,93–1,03$. Тогда их энергонасыщенность $\bar{\mathcal{E}}^*$ должна составлять (16,5–17,1) Вт/кг на одинарных колесах и (14,4–14,9) Вт/кг – на сдвоенных.

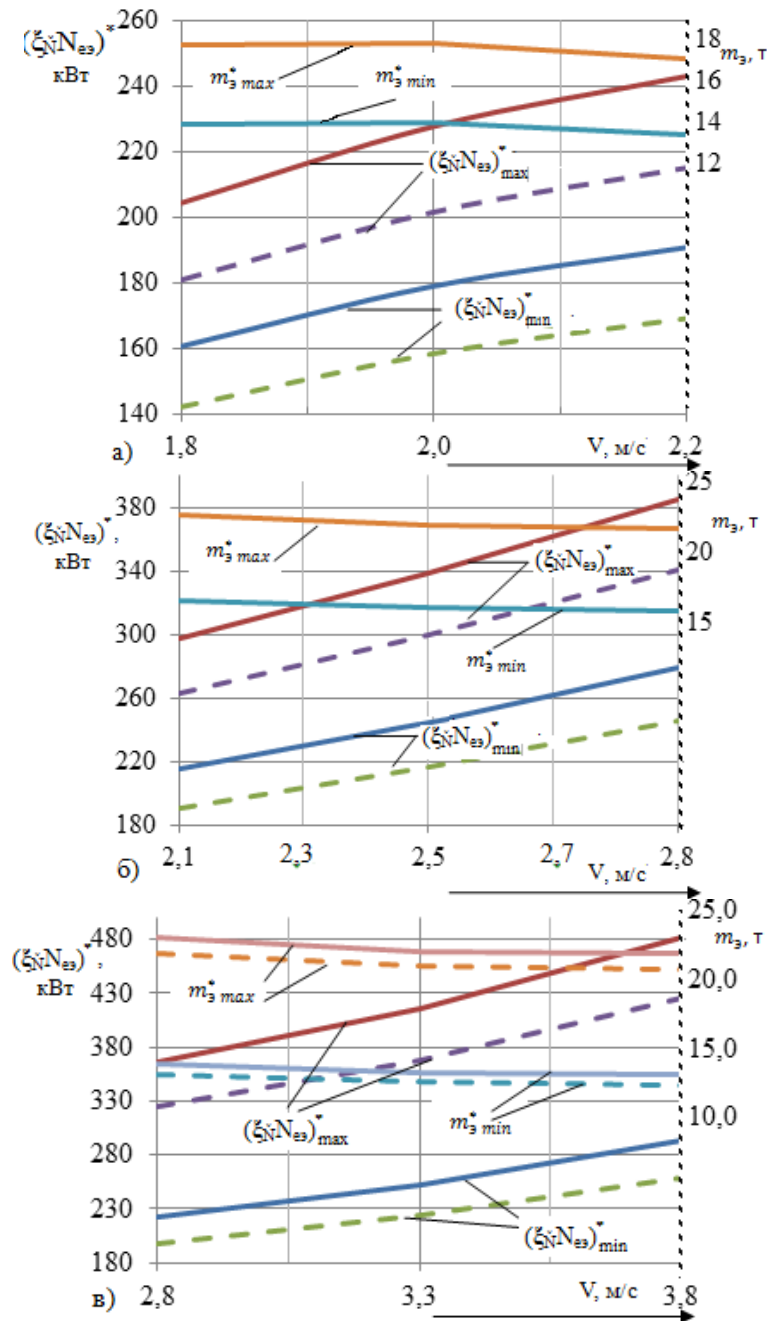


Рис. 2. Массоэнергетические параметры колесных 4К46 тракторов для разных групп родственных операций основной обработки почвы при $l > 1000$ м: а – 1-я группа операций; б – 2-я группа операций; в – 3-я группа операций; — — одинарные колеса; - - - - - сдвоенные колеса

В таблице 4 приведены расчетные тягово-скоростные режимы работы и соответствующие им потенциальные диапазоны изменения массоэнергетических параметров тракторов 4К4б при удельных сопротивлениях рабочих машин $(\bar{K}_{0\min} - \bar{K}_{0\max})i$ для операций основной обработки почвы установленных групп и длине гона $l > 1000$ м. Условием рационального функционирования трактора является использование в ограниченном $\varphi_{крH}$ и $\bar{\varphi}_{кр}$ тяговом диапазоне при изменении номинальной скорости V_H^* от минимального до максимального значения.

Таблица 4

Потенциальные диапазоны изменения массоэнергетических параметров колесных тракторов 4К4б для операций основной обработки почвы установленных групп при $l > 1000$ м

Группа операций	$(\bar{K}_{0\min} - \bar{K}_{0\max}),$ кН/м	$W^*,$ м ² /с	$V_H^*,$ м/с	Комплектация	$\varphi_{крH}$	$(\bar{\xi}_N \bar{\mathcal{E}})^*,$ Вт/кг	$(\bar{\xi}_N N_{e3})^*,$ кВт	$\bar{m}_э,$ т
1	11,0-14,0	7,50	2,20	1к	0,41	14,1	191-243	13,5-17,2
				2к	0,41	12,5	169-215	13,5-17,2
2	4,70-6,50	23,14	2,45	1к	0,41	15,9	244-338	15,4-21,3
				2к	0,41	13,9	216-299	15,5-21,5
3	3,10-5,10	32,92	3,30	1к	0,37	19,3	253-416	13,1-21,5
				2к	0,35	16,2	224-368	13,8-22,6

Относительные диапазоны изменения энергетического потенциала $(\bar{\xi}_N N_{e3})^* i$ и эксплуатационной массы трактора $\bar{m}_{э}^*$ при выполнении родственных операций определяются интервалом варьирования \bar{K}_{0i} и достигают от 1,28 для первой группы до 1,39 и 1,64 для второй и третьей групп операций соответственно. Рациональные массоэнергетические параметры трактора для каждой группы родственных операций с учётом модульного построения и изменяющейся ширины захвата современных почвообрабатывающих машин можно определить как средневзвешенные или соответствующие приоритетной (основной) операции. Количество установленных групп операций при этом определяет максимальное число типоразмеров тракторов для определенного класса длины гона. Соотношение массоэнергетических параметров трактора для разных групп операций определяется величиной удельного энергетического потенциала $(\bar{\xi}_N \bar{\mathcal{E}})^*$, наименьшее значение которого (14,1 Вт/кг) характерно для первой группы, а наивысшее (19,3 Вт/кг) – для третьей. При оснащении трактора с $(\bar{\xi}_N N_{e3})^* i = idem$ сдвоенными колесами изменение эксплуатационной массы и номинального тягового усилия определяется из соотношений $\lambda_{mэ} = \lambda \eta_{TH} / \lambda \varphi_{крH}$ и $\lambda p_{крH} = \lambda \eta_{TH}$. Минимальное (13 %) увеличение массы характерно для первой группы операций, а максимальное (19 %) – для третьей при одинаковом повышении на 12–13 % номинального тягового усилия. Осредненные (с учетом занятости) значения эксплуатационной массы и энергетического потенциала тракторов 4К4б на одинарных и сдвоенных колесах для установленных групп родственных операций основной обработки почвы на длине гона $l > 1000$ м (табл. 5, рис. 3) изменяются от 16,8 до 22,7 т и от 237 до 367 кВт.

Таблица 5

Осредненные значения массоэнергетических параметров колесных 4К4б тракторов для операций основной обработки почвы при $l > 1000$ м

Группа операций	$K_0,$ кН/м	$V_H,$ м/с	$(\bar{\xi}_N N_{e3})^*,$ кВт	Комплектация	$m_{э}^*,$ т	$P_{крH}^*,$ кН	Тяговый класс
1	13,65	2,20	237	1к	16,8	67,6	6
				2к	19,0	76,4	8
2	5,80	2,45	302	1к	19,0	76,4	8
				2к	21,7	87,4	8
3	4,50	3,30	367	1к	19,0	69,0	8
				2к	22,7	77,8	8

Использование для каждой группы операций своего типоразмера трактора потребует минимум три типоразмера с нерегулируемыми параметрами, что весьма затруднительно осуществить на практике. Для сокращения количества типоразмеров и достижения максимального соответствия их характеру внешней нагрузки и номинальной скорости необходимо регулирование основных параметров трактора до начала выполнения технологической операции и управление некоторыми из них в процессе рабочего хода [4]. При этом базовые параметры основного типоразмера трактора определяются с учетом занятости на разных видах основной обработки почвы.

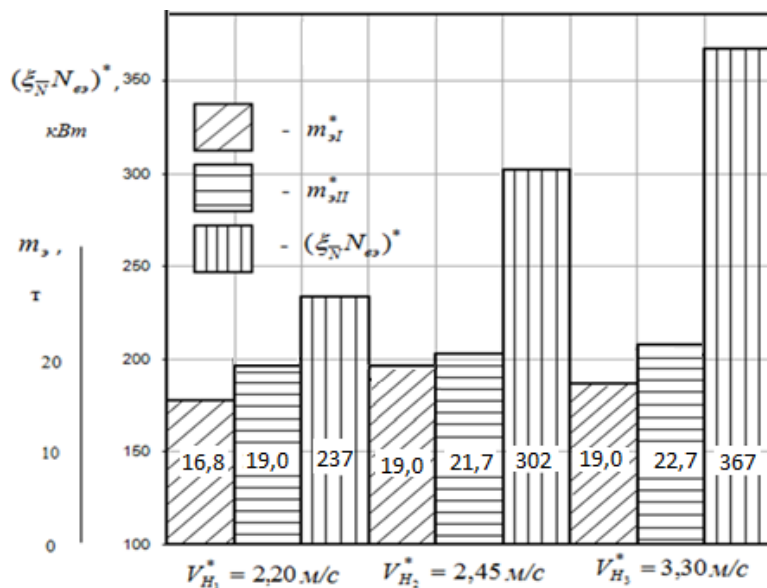


Рис. 3. Осредненные значения массоэнергетических параметров колесных 4К4Б тракторов на одинарных (m_{3I}^*) и сдвоенных (m_{3II}^*) колесах для установленных групп почвообрабатывающих операций

Для характерного в АПК региона соотношения объемов работ по разным технологиям обработки почвы и соответствующей занятости осредненные значения энергетического потенциала и эксплуатационной массы трактора на одинарных колесах должны составлять при $l > 1000$ м 302 кВт и 18,3 т. На сдвоенных колесах масса трактора возрастает до 21,1 т. При равномерной занятости на операциях 2-й и 3-й групп энергетический потенциал и масса трактора на сдвоенных колесах должны быть повышены до 335 кВт и 22,2 т. Указанным параметрам соответствуют тракторы 4К4Б «Кировец» К-9450 (325 кВт, 22,5 т) John Deere 9420 и 9530 (317-349 кВт), New Holland Т 9.505 (336 кВт, 22,5 т) и Versatile 2435 (324 кВт, 20,0 т).

Выводы

1. Обоснованы модели оптимальной адаптации колесных 4К4 тракторов к природно-производственным условиям, устанавливающие взаимосвязь их массоэнергетических параметров с оптимальной чистой производительностью почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения для сложившихся классов длины гона и характеристиками удельного сопротивления рабочих машин при функционировании в интервалах допустимых значений рабочей скорости и буксования.

2. Определены значения показателей оценки тягово-сцепных свойств, позволившие установить интервалы изменения удельного энергетического потенциала тракторов для разных групп родственных операций основной обработки почвы на одинарных и сдвоенных колесах.

3. Установлено, что для операций основной обработки почвы на длине гона $l > 1000$ м эффективными являются тракторы 4К4Б с интервалами энергетического потенциала от 191 до 416 кВт и эксплуатационной массы от 13,1 до 21,5 т на одинарных колесах, от 169 до 368 кВт и от 13,5 до 22,6 т – на сдвоенных. Осредненные с учетом занятости значения эксплуатационной массы энергетического потенциала на одинарных и сдвоенных колесах тракторов 4К4Б для установленных групп родственных операций основной обработки почвы на длине гона $l > 1000$ м изменяются от 16,8 до 22,7 т и от 237 до 367 кВт, что соответствует 6 и 8 классам.

4. Для характерного в АПК Красноярского края соотношения объемов работ по разным технологиям обработки почвы и соответствующей занятости средние значения энергетического потенциала и эксплуатационной массы тракторов 4К4Б при длине гона $l > 1000$ м должны составлять 302 кВт и 18,3 т с возможным

балластированием с учетом сдвоенных колес до 21,1 т. При равномерной занятости на операциях минимальной и нулевой технологий обработки почвы энергетический потенциал и масса трактора на сдвоенных колесах должны быть повышены до 335 кВт и 22,2 т.

Литература

1. Селиванов Н.И. Регулирование эксплуатационных параметров тракторов // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 7. – С. 234–237.
2. Селиванов Н.И. Технологические основы адаптации / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 259 с.
3. Селиванов Н.И., Запрудский В.Н. Рациональное использование тракторов серии К-744Р на основной обработке почвы // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 3. – С. 129–135.
4. Селиванов Н.И. Управление режимами рабочего хода трактора на обработке почвы // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 10. – С. 206–212.



УДК 630*372

Ву Хай Куан, В.Д. Валяжонков,
В.Л. Довжик, О.А. Михайлов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА

В статье приводится исследование влияния передаточных чисел гидромеханических трансмиссий на технико-экономические показатели трелевочного трактора для трактора «Онежец-300» с ГМТ при конкретном природно-производственном условии ($Q=10 \text{ м}^3, f=0,2, \Psi=0,7$ по рекомендации завода). В качестве критерия эффективности выбраны величина технологической производительности и удельного расхода топлива на кубометр стрелеванной древесины. Результаты проведенного исследования показали, что производительность и удельный расход топлива при выполнении грузового хода существенно зависят от величины передаточного числа механической части гидромеханической трансмиссии. Разработанная методика позволяет определить оптимальные передаточные числа с учётом действительной характеристики двигателя и гидротрансформатора, параметров грунта и объёма трелеваемой пачки.

Ключевые слова: лесосечные работы, гидромеханическая трансмиссия, трелевочный трактор, хлыстовая технология, технико-экономические показатели трелевочного трактора.

Vu Hai Quan, V.D. Valyazhonkov,
V.L. Dovzhik, O.A. Mikhailov

THE RESEARCH OF THE HYDROMECHANICAL TRANSMISSION REDUCTION RATIOS ON THE SKIDDER TECHNICAL AND ECONOMIC INDICES

The research of the influence of the hydromechanical transmissions reduction ratios on the skidding tractor technical and economic indices for the «Onezhets-300» tractor with HMT in particular natural-production condition ($Q=10 \text{ m}^3, f=0,2, \Psi=0,7$ on the plant recommendation) is presented in the article. The value of the technological performance and specific fuel consumption per cubic meter of skidded wood are chosen as the effectiveness criterion. The results of the conducted research showed that the performance and the specific fuel consumption while performing cargo motion essentially depend on the value of the reduction ratio of the hydromechanical transmission mechanical part. The developed methodology allow to define the optimum reduction ratios taking into account the actual characteristics of the engine and the torque converter, soil parameters and the amount of the skidded pack.

Key words: logging operation, hydromechanical transmission, skidder, whiplash technology, skidder technical and economic indices.

Введение. Заготовка леса является важнейшей областью экономики страны. В России находится более 20 % его мирового ресурса. В настоящее время существуют два технологических процесса лесосечных работ по хлыстовой и сортиментной технологии. В структуре хлыстовой технологии лесосечных работ наиболее энергоёмким элементом является процесс трелевки заготавливаемой древесины, поэтому повышение произ-

водительности и топливной экономичности трелевочных тракторов является актуальной задачей. Опыт эксплуатации зарубежных трелевочных тракторов (скиддеров) с гидромеханической трансмиссией (ГМТ) в условиях отечественных лесозаготовок показывает достаточно высокую их эффективность. В настоящее время на Онежском тракторном заводе активно проводятся работы по созданию скиддеров с ГМТ. Многообразие условий эксплуатации скиддеров требует тщательного подбора общего передаточного числа трансмиссии для обеспечения широкого диапазона их тяговых показателей.

Цель исследований. Разработка методики и определения величины оптимального передаточного числа механической части ГМТ одной из моделей трелевочного трактора Онежского тракторного завода.

Методика и результаты исследований. Исследования проводились в рамках совместной научной работы с конструкторским бюро ОТЗ по повышению эффективности эксплуатации трелевочных тракторов. В основу были положены тяговые расчеты по определению средней мощности на ведущих колесах скиддера в зависимости от передаточных чисел механической части трансмиссии ГМТ и кинематического отношения гидротрансформатора. В качестве критериев оценки эффективности были избраны величина **транспортной** производительности ($\Pi_{тр}$) и удельного расхода топлива на 1 м³ стрелёванной древесины (G_n).

Производительность трактора в общем виде можно определить по формуле:

$$\Pi = \frac{Q}{t_{ц}}, \frac{м^3}{ч}, \quad (1)$$

где Q – объем трелюемой пачки, м³;
 $t_{ц}$ – полное время цикла, ч.

Полное время цикла определяется по формуле:

$$t_{ц} = t_{набор} + t_{груз} + t_{сброс} + t_{хол}. \quad (2)$$

Из четырех слагаемых в формуле (2) только время грузового и холостого хода зависят от передаточного числа трансмиссии. Передаточное число трансмиссии на холостом ходу лимитируется максимально возможной скоростью движения скиддера, которая определяется техническим заданием и обычно составляет 10–12 км/ч. Поэтому далее будем рассматривать только процесс транспортной производительности, то есть грузовой ход.

Время грузового хода определяем по формуле:

$$t_{груз} = \frac{S}{V_{груз}}, ч, \quad (3)$$

где S – расстояние трелевки, км;
 $V_{груз}$ – скорость движения трактора при грузовом ходе, км/ч.

В процессе трелевки касательная сила тяги меняется в широком диапазоне от минимальной до максимальной по сцеплению. При этом динамика изменения сопротивления движению достаточно высока. Это обстоятельство делает невозможным переключение передач во время выполнения грузового хода, поэтому скорость грузового хода можно рассчитывать по величине средней скорости выполнения процесса трелевки.

В общем виде средняя скорость определяется по формуле:

$$\bar{V} = \frac{3,6 \cdot \bar{N}}{\bar{P}_к}, \frac{км}{ч}, \quad (4)$$

где $\bar{N}_к$ – средняя мощность на ведущем колесе, кВт;

$\bar{P}_к$ – средняя касательная сила тяги, кН.

Многочисленные исследования [1, 2, 3, 5] показали, что изменение касательной силы тяги в процессе выполнения грузового хода подчиняется нормальному закону распределения, поэтому величины средней мощности и соответственно средней скорости за грузовой ход рассчитываются с учетом нормального закона распределения. Параметры закона распределения будут определяться природно-производственными условиями и объемами трелюемых пачек деревьев.

Средняя мощность и средний часовой расход топлива определяются по формулам:

$$\bar{N}_к = \int_{P_{к\min}}^{P_{к\max}} N_к(P_к) f(P_к) dP_к, \quad (5)$$

$$\bar{G}_t = \int_{P_{k \min}}^{P_{k \max}} G_t(P_k) f(P_k) dP_k, \quad (6)$$

где $N_k(P_k)$ – функциональная зависимость мощности на колесе от касательной силы тяги;
 $G_t(P_k)$ – функциональная зависимость часового расхода топлива от касательной силы тяги.
 Подинтегральные функции $N_k(P_k)$ и $G_t(P_k)$ определяются на основании тягового расчета для различных передаточных чисел [4].

Плотность распределения вероятностей касательной силы тяги ($f(P_k)$) находится по формуле:

$$f(P_k) = \frac{1}{\sigma_k \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{P_k - \bar{P}_k}{\sigma_k} \right)^2 \right\}. \quad (7)$$

Пределы интегрирования $P_{k \min}$ и $P_{k \max}$ определяются соответственно силой сопротивления качению скиддера P_f и ограничением силы тяги по сцеплению $P\varphi$.

P_f и $P\varphi$ рассчитываются для конкретных природно-производственных условий.

Производительность грузового хода трактора рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{\text{груз}} = \frac{Q}{t_{\text{груз}}}, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}, \quad (8)$$

Удельный расход топлива грузового хода на 1 м³ стрелеванной древесины определяется по формуле:

$$G_{n.\text{груз}} = \frac{G_T}{\Pi_{\text{груз}}}, \text{ кг/м}^3, \quad (9)$$

где G_T – часовой расход топлива грузового хода, кг/ч;

$\Pi_{\text{груз}}$ – производительность грузового хода трактора, м³/ч.

На этом основании мы проведем исследование влияния величины передаточного числа механической части гидромеханической трансмиссии на выбранные критерии.

В качестве объекта исследований выбран скиддер «Онежец-300» с ГМТ.

Исходные данные по трактору:

- двигатель Д- 245-2S2;

- $N_e = 90$ кВт при 2200 мин⁻¹ (внешняя скоростная характеристика двигателя приведена в виде табл. 1);

- радиус ведущей звездочки $r_{зв} = 0,385$ м;

- вес машины $G_a = 121$ кН.

Таблица 1

Внешняя скоростная характеристика двигателя Д-45.2S2

n_e (мин ⁻¹)	M_e (Нм)	G_T (кг/ч)	N_e (кВт)
1400	501	18,38	73,45
1500	487	19,30	76,49
1600	474	19,75	79,41
1700	460	20,20	81,89
1800	445	20,70	83,87
1900	431	21,15	85,75
2000	417	21,60	87,33
2200	390	22,05	89,84
2320	198	11,50	48,10
2420	0	0,00	0,00

Безразмерная характеристика гидротрансформатора БКСМ

$I_{гт}$	$K_{гт}$	$\eta_{гт}$	λ
0,00	2,28	0,00	6,32
0,10	2,17	0,22	6,08
0,20	2,04	0,41	5,86
0,30	1,88	0,56	5,60
0,40	1,74	0,69	5,25
0,50	1,58	0,79	4,59
0,60	1,41	0,85	4,38
0,70	1,27	0,89	3,81
0,80	1,09	0,87	3,19
0,90	0,80	0,72	2,41
0,96	0,63	0,60	1,23

Показатели природно-производственных условий: грунт второй категории [5]; коэффициент сцепления $\varphi=0,7$; коэффициент сопротивления качению скиддера $f=0,2$; объём трелюёмой пачки $Q = 10 \text{ м}^3$; угол уклона $\alpha = 10^\circ$; коэффициент сопротивления волочения пачки $f_b = 0,9$.

Перебор рабочих передаточных чисел осуществляется при условии реализации максимальной силы тяги по сцеплению для каждой передачи. Результаты расчетов по формулам (3)–(4), (6)–(9) представлены на рис. 1–2.

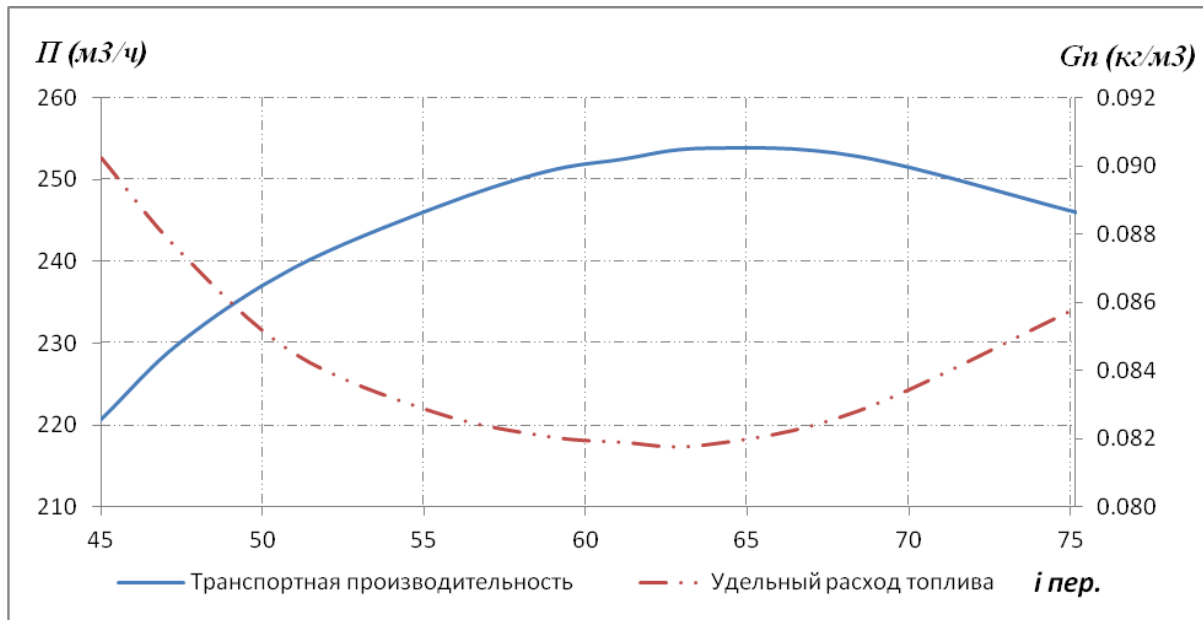


Рис. 1. Зависимости транспортной производительности и удельного расхода топлива от рабочих передаточных чисел (при $Q = 10 \text{ м}^3, f=0,2, \varphi=0,7$)

Из графиков, приведенных на рис. 1, видно, что для конкретного природно-производственного условия существует одна оптимальная передача ($i=65$), при которой достигаются максимальная транспортная производительность и минимальный удельный расход топлива. Величина этих критериев существенно зависит от величины передаточного числа. Так, отклонение передаточного числа от оптимального на 40 % снижает производительность на 15 % и повышает удельный расход топлива на 11 %.

Для объяснения данного результата рассмотрим графики зависимостей средней мощности на колесе и зоны работы гидротрансформатора ($i_{гт.мин}$) от передаточного числа (табл. 2, рис. 2, б).

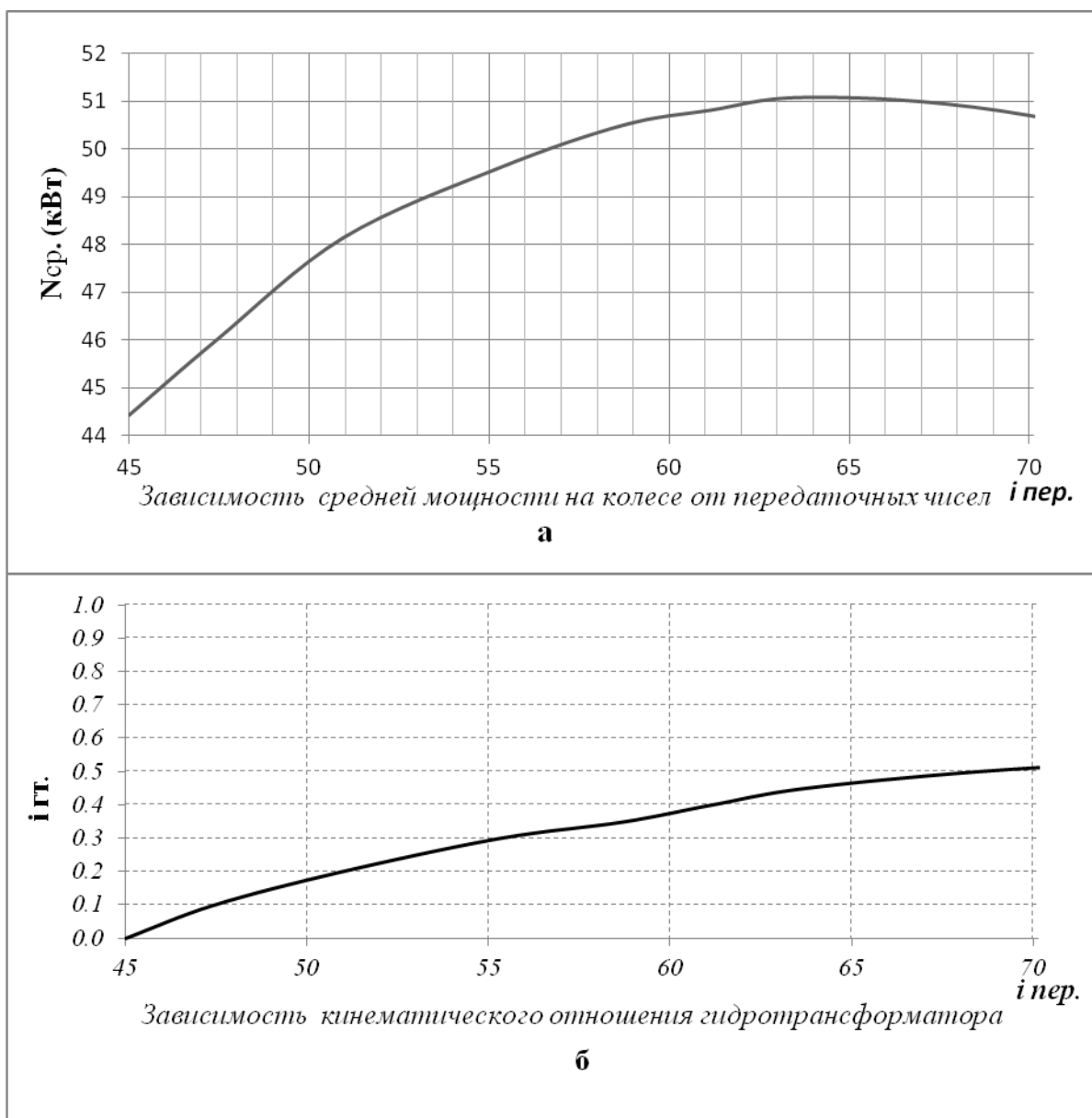


Рис. 2. Зависимости средней мощности на колесе (а) и кинематического отношения гидротрансформатора (б) от рабочих передаточных чисел (при $Q = 10 \text{ м}^3, f=0,2, \varphi=0,7$)

Как следует из рис. 2, а, уменьшение передаточного числа от оптимальной величины приводит к увеличению времени работы ГТ в зоне низких КПД, а в дальнейшем к снижению средней мощности на ведущих колесах. Увеличение передаточного числа в большую сторону приводит к сужению зоны работы ГТ и увеличению времени работы ГТ в зоне высоких кинематических отношений гидротрансформатора ($i_{ГТ} = 0,8-0,95$), что ведет к снижению снимаемой мощности двигателя, поскольку на режиме $i_{ГТ}$ больше 0,85 совмещение работы ДВС и ГТ проходит на регуляторной ветви скоростной характеристики ДВС (рис. 2, б).

Заключение. Разработанная методика позволяет определить оптимальные передаточные числа с учетом паспортных характеристик двигателя и гидротрансформатора, параметров грунта и объема трелюемой пачки.

В качестве примера по данной методике определена оптимальная передача механической части ГМТ ($i=65$) для трактора «Онежец -300» при условии работы на наиболее распространенном грунте второй категории ($f=0,2, \varphi=0,7$) с пачкой 10 м^3 (по рекомендации завода-изготовителя). Как показали расчеты, отклонение передаточного числа от оптимального на 40 % снижает производительность на 15 % и повышает удельный расход топлива на 11 %.

Литература

1. Методика выбора рабочих передач трелевочного трактора / С.А. Шуткин, В.Л. Довжик, Куан Ву Хай [и др.] // Изв. Санкт-Петербур. лесотехн. акад. – СПб.: СПб ГЛТУ, 2012. – Вып. 2012.
2. Парфенов А.П., Щетинин Ю.С. Тяговый расчет гусеничной транспортно-тяговой машины: метод. указания. – М.: МГТУ «МАМИ», 2002. – 75 с.
3. Сергеев В.П. Обоснование основных параметров гидромеханической трансмиссии лесопромышленных тракторов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Л.: ЛТА, 1990. – 19 с.
4. Тяговый расчет трелевочных тракторов / Б.Г. Мартынов [и др.]. – СПб.: СПб ЛТА, 2008. – 64 с.
5. Анисимов Г.М. Условия эксплуатации и нагруженность трансмиссии трелевочного трактора. – М.: Лесн. про-сть, 1975. – 165 с.



УДК 630.323

С.М. Базаров, А.Н. Соловьев

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ХЛЫСТОВ КОМПЛЕКСОМ ЛЕСНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

В статье рассматриваются комплексы машин и механизмов, выполняющие последовательные операции производства хлыстов на лесосеке. С позиции системно-синергетического подхода они представляют собой единую динамическую структуру, качество которой определяется эффективной технологической скоростью и мощностью.

Ключевые слова: валка, трелевка, обрезка сучьев, погрузка.

S.M. Bazarov, A.N. Soloviev

SYSTEM ANALYSIS OF THE PROCESS TECHNOLOGICAL SPEED OF WHIP PRODUCTION BY FOREST MACHINE AND MECHANISM COMPLEX

The complexes of machines and mechanisms performing successive operations of whip production in the cutting area are considered in the article. From the viewpoint of system-synergetic approach they represent a single dynamic structure, which quality is determined by the effective technological speed and capacity.

Key words: felling, skidding, bough trimming, loading.

Введение. В многофакторных рыночных условиях развития лесной отрасли хлыстовая заготовка древесины позволяет оптимально решать задачу комплексного использования древесины. На рынке лесозаготовительной техники имеется достаточно большое количество машин, механизмов и оборудования, позволяющих формировать необходимый технологический процесс производства.

Комплексы машин и механизмов, последовательно выполняющие технологические операции производства хлыстов на лесосеке, представляют собой единую взаимосвязанную системно-синергетическую структуру, динамическими критериями связанности которой в целом является технологическая скорость производства и мощность. Поэтому определение технологической скорости процесса, осуществляемого комплексом, является необходимым условием его эффективной работы, связанной с обеспечением максимальной производительности при наименьших энергетических потерях.

Методика и результаты исследований. Ниже представлены результаты аналитического анализа технологической скорости производства хлыстов на лесосеке различными машинно-механизированными системами.

Производство хлыстов комплексом: бензопила – трелевочный трактор – бензопила – челюстной погрузчик. В лесозаготовительном производстве бензопилы находят широкое применение и это обусловлено тем обстоятельством, что вальщик с бензопилой способен наносить минимальный вред лесной среде.

В технологическую операцию процесса заготовки хлыстов, выполняемую данным комплексом, входят валка деревьев, трелевка, обрезка сучьев на погрузочном пункте, погрузка на лесовозный автопоезд.

В данном комплексе валка деревьев осуществляется бензопилой Хускварна-262, трелевка – трелевочным трактором с манипулятором ТБ-1М, обрезка сучьев на погрузочном пункте – бензопилой «Тайнага-245», погрузка на лесовозный автопоезд – челюстным погрузчиком ЛТ-65Б.

Технологическая скорость производства рассматриваемого комплекса рассчитывается по формуле:

$$V_{T4} = 4S^{-1}_x \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4 / (\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 + \Pi_1 \Pi_2 \Pi_4 + \Pi_1 \Pi_3 \Pi_4 + \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4), \quad (1)$$

или

$$V_{T4} = 4V^{-1}_x L \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4 / (\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 + \Pi_1 \Pi_2 \Pi_4 + \Pi_1 \Pi_3 \Pi_4 + \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4), \quad (1a)$$

где S_x , V_x , L – соответственно среднее поперечное сечение, объем и длина хлыста.

Производительность бензопилы определяется по формуле [1, 2]

$$\Pi_1 = V_x / t_x, \quad (2)$$

а время производства как

$$t_x = t_1 + t_2 + t_3, \quad (3)$$

где t_1 – время на подпил, спиливание и сталкивание дерева; t_2 – время на переход к следующему дереву; t_3 – время на подготовку рабочего места.

Производительность трелевочного трактора находят по формуле:

$$\Pi_2 = V_x n / (S/v_0 + S/v_g + t_{np} + t_0), \quad (4)$$

где $V_x n = V_n$ – средний объем трелеваемой пачки, м³; n – число деревьев в пачке; S – среднее расстояние трелевки, м; v_0 – средняя скорость движения без груза; v_g – средняя скорость движения с грузом; t_{np} – время на формирование пачки; t_0 – время на освобождение от пачки.

Производительность бензопилы при обрезке сучьев определяют по формуле

$$\Pi_3 = V_x / t_x, \quad (5)$$

время как

$$t_x = t_1 + t_5,$$

где t_1 – время перехода от одного дерева к другому; t_5 – время обрезания сучьев.

Производительность челюстного погрузчика находят по формуле

$$\Pi_4 = V_n / (t_1 + t_2 + t_3), \quad (6)$$

грузоподъемность пачки деревьев равна

$$V_n = V_x n,$$

где t_1 – время погрузки пачки: захват пачки, её подъем, переход с пачкой к подвижному составу, опускание пачки, её укладка и возвращение пустого захвата; t_2 – время подготовки подвижного состава к погрузке; t_3 – время оправки крепления воя после погрузки.

Технологическая мощность данного комплекса равна [1]:

$$N = 4 N_1 N_2 N_3 N_4 / (N_1 N_2 N_3 + N_1 N_2 N_4 + N_1 N_3 N_4 + N_2 N_3 N_4) = 5,5 \text{ кВт}, \quad (6a)$$

где N_1 – мощность бензопилы Хускварна 262; N_2 – мощность трелевочного трактора ТБ-1М; N_3 – мощность бензопилы «Тайга -245»; N_4 – мощность челюстного погрузчика ЛТ-65Б.

График зависимости технологической скорости производства хлыстов от объема для комплекса бензопила «Хускварна-262» – трелевочный трактор с манипулятором ТБ-1М – бензопила «Тайга -245» – челюстной погрузчик ЛТ-65Б представлен на рис. 1.

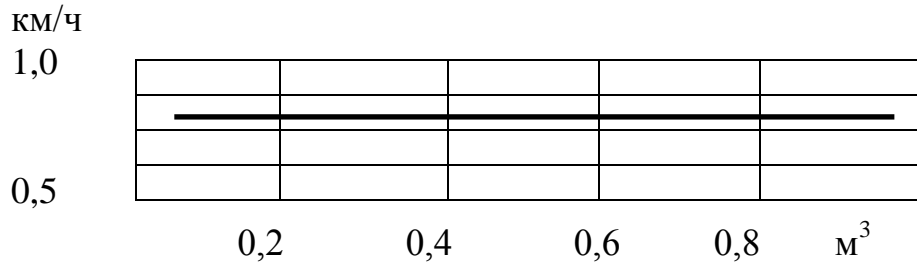


Рис. 1. График зависимости технологической скорости производства хлыстов от объема для комплекса бензопила «Хускварна-262» – трелевочный трактор с манипулятором ТБ-1М – бензопила «Тайга-245» – челюстной погрузчик ЛТ-65Б

Удельной технологической скорости соответствует формула

$$v_{T4} = V_{T4} / N. \tag{66}$$

График зависимости удельной технологической скорости производства хлыстов от объема для рассматриваемого комплекса представлен на рис. 2.

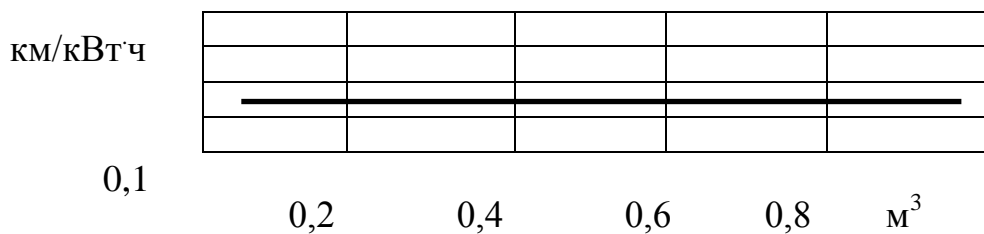


Рис. 2. График зависимости удельной технологической скорости производства хлыстов от объема для комплекса бензопила «Хускварна-262» – трелевочный трактор с манипулятором ТБ-1М – 2 бензопилы «Тайга-245» – челюстной погрузчик ЛТ-65Б

Производство хлыстов комплексом валочно-пакетирующая машина – гусеничный трактор с пачковым захватом – сучкорезная машина – челюстной погрузчик. Технологические операции, в которые входят валка и пакетирование деревьев, трелевка, обрезка сучьев и погрузка на лесовозный автопоезд, выполняются соответствующими машинами: валочно-пакетирующей машиной ЛП 19А, гусеничным трактором с пачковым захватом ЛТ 154А, сучкорезной машиной ЛП-33А, челюстным лесопогрузчиком ЛТ-65Б.

Технологическая скорость производства хлыстов рассматриваемого комплекса машин равна:

$$V_{T4} = 4S^{-1}_x \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4 / (\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 + \Pi_1 \Pi_2 \Pi_4 + \Pi_1 \Pi_3 \Pi_4 + \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4), \tag{7}$$

или

$$V_{T4} = 4V^{-1}_x L \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4 / (\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 + \Pi_1 \Pi_2 \Pi_4 + \Pi_1 \Pi_3 \Pi_4 + \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4), \tag{8}$$

производительность валочно-пакетирующей машины [3]:

$$\Pi_1 = V_n / [10^4 V_v / Qbv + (t_1 + V_x / (\varphi \Pi_{пл} f(L-1,3) + t_2 + t_3) V_n / V_x + t_4], \tag{9}$$

где V_n – средний объем формируемой пачки, m^3 ; Q – ликвидный запас древесины на 1 га, m^3 ; b – ширина полосы леса, разрабатываемая машиной за один проход, m ; v – средняя скорость движения машины при переходе с одной позиции на другую, m/c ; t_1 – время на подготовку к спиливанию дерева, c ; $\Pi_{пл}$ – производи-

тельность чистого пиления срезающего устройства, м³/с; φ – коэффициент использования производительности чистого пиления; f – видовое число ствола дерева; t₂ – время сталкивания спиленного дерева, с; t₃ – время на укладку дерева в пакет, с; t₄ – время сброса пачки и выравнивание комлей.

Производительность трелевочного трактора П₂ определяется по формуле (4). Производительность сучкорезной машины находят как:

$$P_3 = V_x / (t_1 + t_2 n + t_3 + t_4 n + t_5), \quad (10)$$

где V_x – объем хлыста; t₁ – время захвата и подачи дерева в срезающее устройство; t₂ – время зажима дерева; t₃ – время протаскивания дерева через сучкорезное устройство; t₄ – время на открытие захвата протаскивающего устройства; t₅ – время возвращения в исходное положение.

Производительность челюстного погрузчика П₄ определяют по формуле (6). Технологическая мощность данного комплекса равна:

$$N = 4 N_1 N_2 N_3 N_4 / (N_1 N_2 N_3 + N_1 N_2 N_4 + N_1 N_3 N_4 + N_2 N_3 N_4) = 88 \text{ кВт}, \quad (11)$$

где N₁ – мощность валочно-пакетирующей машины ЛП19А; N₂ – мощность гусеничного трактора с пачковым захватом ЛТ 154; N₃ – мощность сучкорезной машины ЛП-33А; N₄ – мощность челюстного погрузчика ЛТ-65Б.

На рисунке 3 показаны результаты расчетов зависимости технологической скорости производства хлыстов от объема для комплекса машин: валочно-пакетирующая машина ЛП 19А; гусеничный трактор с пачковым захватом ЛтТ154А; сучкорезная машина ЛП-33А; челюстной лесопогрузчик ЛТ-65Б.

На рисунке 4 представлены результаты расчетов зависимости удельной технологической скорости производства хлыстов от объема для комплекса машин: валочно-пакетирующая машина ЛП 19А, гусеничный трактор с пачковым захватом Лт 154А, сучкорезная машина ЛП-33А, челюстной лесопогрузчик ЛТ-65Б.



Рис. 3. График зависимости технологической скорости производства хлыстов от объема для комплекса машин: валочно-пакетирующая машина ЛП 19А; гусеничный трактор с пачковым захватом Лт 154А; сучкорезная машина ЛП-33А; челюстной лесопогрузчик ЛТ-65Б



Рис. 4. График зависимости удельной технологической скорости производства хлыстов от объема для комплекса машин: валочно-пакетирующая машина ЛП 19А; гусеничный трактор с пачковым захватом Лт 154А; сучкорезная машина ЛП-33А; челюстной лесопогрузчик ЛТ-65Б

Производство хлыстов комплексом машин: валочно-трелевочная машина – сучкорезная машина – челюстной погрузчик. Технологические операции валка и трелевка, обрезка сучьев на погрузочном пункте, погрузка на лесовозный автопоезд производятся в комплексе валочно-трелевочной машиной ЛП 17, сучкорезной машиной ЛП-33А, челюстным погрузчиком ЛТ-65Б. Технологическая скорость производства хлыстов рассматриваемого комплекса равна:

$$V_{T3} = 3S^{-1}_x P_1 P_2 P_3 / (P_1 P_2 + P_1 P_3 + P_2 P_3), \quad (12)$$

или

$$V_{T3} = 3V_x^{-1} \cdot L \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 / (\Pi_1 \Pi_2 + \Pi_1 \Pi_3 + \Pi_2 \Pi_3). \quad (12a)$$

Производительность валочно-трелевочной машины составляет [3]:

$$\Pi_1 = V_x n [10^4 V_x n / Q b v_1 + ((t_1 + V_x (f \rho (L-1,3))^{-1} + t_2 + t_3)) n + S/v_2 + S/v_3 + t_4]^{-1}$$

где $t_x = n^{-1} [10^4 V_x n / Q b v_1 + ((t_1 + V_x (f \rho (L-1,3))^{-1} + t_2 + t_3)) n + S/v_2 + S/v_3 + t_4]$; Q – эксплуатационный запас древесины на 1 га; b – ширина полосы леса, разрабатываемой машиной за один проход; v_1 – среднее скорость движения машины при переездах с одной позиции на другую; t_1 – время на подготовку дерева к спилу; f – видовое число ствола; $\rho = 0,7 - 0,8$; p – производительность чистого пиления срезающего механизма; t_2 – время на повал спиленного дерева; t_3 – время на укладку спиленного дерева; S – среднее расстояние трелевки; v_2 – средняя скорость движения машины с грузом; v_3 – средняя скорость движения машины без груза; t_4 – время сброса пачки на погрузочном пункте.

Производительность сучкорезной машины Π_2 определяется по формуле (10), производительность челюстного погрузчика – по формуле (6).

Технологическая мощность данного комплекса равна:

$$N = 3 N_1 N_2 N_3 / (N_1 N_2 + N_1 N_3 + N_2) = 83,3 \text{ кВт},$$

где N_1 – мощность валочно-трелевочной машины ЛП 17; N_2 – мощность сучкорезной машины ЛП-33А; N_3 – мощность челюстного погрузчика ЛТ-65 Б.

На рисунке 5 представлен график зависимости технологической скорости производства хлыстов от объема комплексом машин: валочно-трелевочная машина ЛП 17; сучкорезная машина ЛП-33А; челюстной погрузчик ЛТ-65Б.

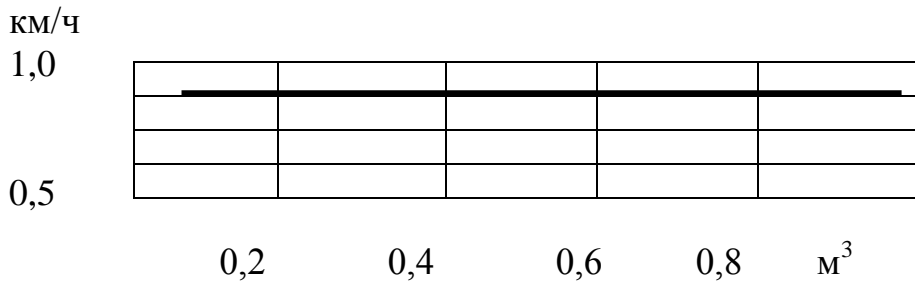


Рис. 5. График зависимости технологической скорости производства хлыстов от объема комплексом машин: валочно-трелевочная машина ЛП 17; сучкорезная машина ЛП-33А; челюстной погрузчик ЛТ-65Б



Рис. 6. График зависимости удельной технологической скорости производства хлыстов от объема комплексом машин: валочно-трелевочная машина ЛП 17; сучкорезная машина ЛП-33А; челюстной погрузчик ЛТ-65Б

На рисунке 6 представлен график зависимости удельной технологической скорости производства хлыстов от объема комплексом машин: валочно-трелевочная машина ЛП 17; сучкорезная машина ЛП-33А; челюстной погрузчик ЛТ-65Б.

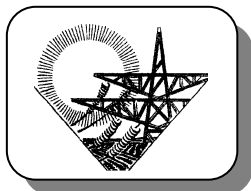
Заключение. Результаты выполненного исследования показывают, что: 1) эффективная мощность механизировано-машинной технологии составляет 5,5 кВт, в то время как для представленных машинных соответственно 88 и 83,3 кВт; 2) технологическая скорость механизировано-машинной технологии (0,70 км/ч)

практически такого же порядка величины, что и у машинных (1,15 и 0,89 км/ч); 3) удельная технологическая скорость механизировано-машинной технологии (0,131 км/кВт·ч) практически на порядок величины выше, чем у машинных (0,013 и 0,011 км/кВт·ч), а это означает, что присутствие механизированной операции в машинной технологии способствует энергосбережению.

Литература

1. *Базаров С.М., Беленький Ю.И., Кожемыкин А.В.* Системный анализ работы комплексов механизмов и машин заготовки круглого леса на лесосеке. – СПб.: СПбГЛТА, 2010. – 86 с.
2. *Матвейко А.П.* Технология и оборудование лесозаготовительного производства. – Минск: Техноперспектива, 2006. – 448 с.
3. *Шегельмен И.Р., Скрыпник В.И., Галактионов О.Н.* Техническое оснащение современных лесозаготовок. – СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. – 338 с.





ЭНЕРГОБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.311

Н.П. Боярская, В.П. Довгун

ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА СПЕКТРЫ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ

В статье рассмотрены результаты влияния на спектральный состав токов и напряжений современных светотехнических приборов на основе светодиодов. Проведенные исследования показывают, что в распределительных сетях из-за светодиодных источников света наблюдаются значительные искажения формы кривых токов. Во многих случаях уровень искажений превышает пределы, определяемые международными стандартами. Кроме того, такие источники света приводят к росту тока в нулевом проводе даже при полностью симметричном характере нагрузки. И это увеличение тока может привести к аварийным ситуациям из-за перегорания нулевого провода.

Ключевые слова: качество электроэнергии, светодиодные источники света, высшие гармоники.

N.P. Boyarskaya, V.P. Dovgun

THE LIGHT-EMITTING DIODE LIGHT SOURCE INFLUENCE ON THE CURRENT SPECTRA AND THE SUPPLY NET VOLTAGES

The results of the modern lighting devices based on LEDs influence on the current spectral composition and voltages are considered in the article. The conducted research shows that in the distribution networks the considerable distortions of the current curves are observed because of the LED light sources. In many cases, the distortion level exceeds the limits defined by the international standards. Furthermore, such light sources lead to the current increase in the neutral conductor even when the load has fully symmetrical nature. This current increase can lead to the emergencies because of the neutral conductor burnout.

Key words: electric power quality, light-emitting diode light sources, the highest harmonics.

Введение. Основной причиной ухудшения качества электроэнергии является широкое распространение нелинейных нагрузок, создающих при своей работе токи несинусоидальной формы. Их можно представить в виде суммы гармонических составляющих, частоты которых кратны основной частоте питающей сети. Высшие гармоники оказывают неблагоприятное влияние на работу силового электрооборудования, устройств релейной защиты и автоматики, вызывают ускоренное старение изоляции [1, 2].

Конечно, основным источником гармонических искажений в распределительных сетях являются нелинейные нагрузки крупных промышленных потребителей. Однако в последние годы отмечается значительное ухудшение качества электрической энергии в сетях непромышленных потребителей – торговых комплексов, наружного освещения, офисных зданий, учебных заведений, жилых зданий.

Цель исследований. Анализ влияния светодиодных источников света на спектральный состав токов и напряжений питающих распределительных сетей.

Материалы и методы исследований. С введением в России Федерального закона от 23.11.2009. № 261-ФЗ (ред. от 18.07.2011) "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", который стимулирует потребителей к применению энергосберегающих технологий и устройств с нелинейными вольт-амперными характеристиками, проблема качества электроэнергии в сетях общего назначения продолжает усложняться.

В современных электроосветительных сетях все больше используются энергоэкономичные световые приборы, к которым, прежде всего, относятся светодиодные лампы и прожекторы. Для распределительных сетей они служат нелинейной нагрузкой.

Для измерения основных показателей качества электроэнергии, а также гармонических составляющих тока и напряжений, использовался анализатор качества электроэнергии PM175 SATEC. Измерения проводились в соответствии с методикой, подробно изложенной в [3]. Для измерений была использована схема трехпроводного прямого соединения без трансформаторов тока (рис. 1).

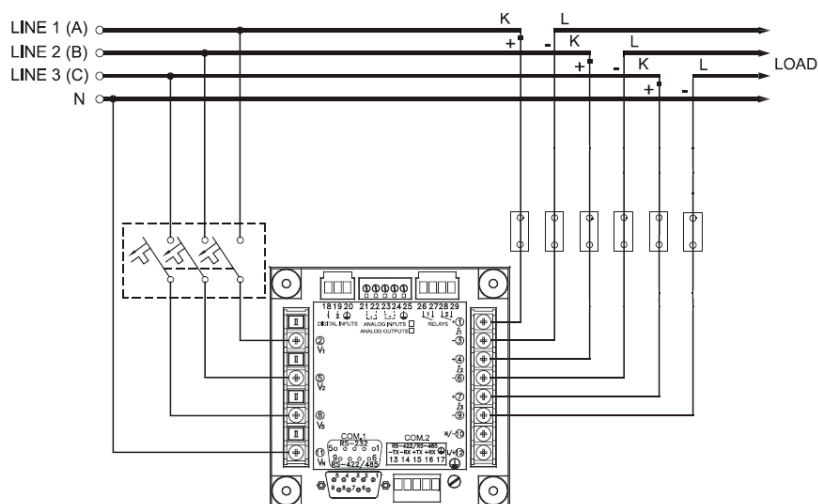


Рис. 1. Схема проведения измерений

Измерения гармонического состава токов и напряжений для каждого типа световых приборов проводились в течение 4 ч.

Результаты исследований и их обсуждение. Внешний вид исследуемых источников света представлен на рис. 2. Измерения проводились в лабораторных условиях и для получения симметричной нагрузки в каждую фазу включалось по одному световому прибору соответствующего типа. Первоначально измерялись параметры светодиодных световых приборов по отдельности, а затем были проведены измерения всей группы исследуемых бытовых ламп и прожекторов (колонка «ВСЕ»).

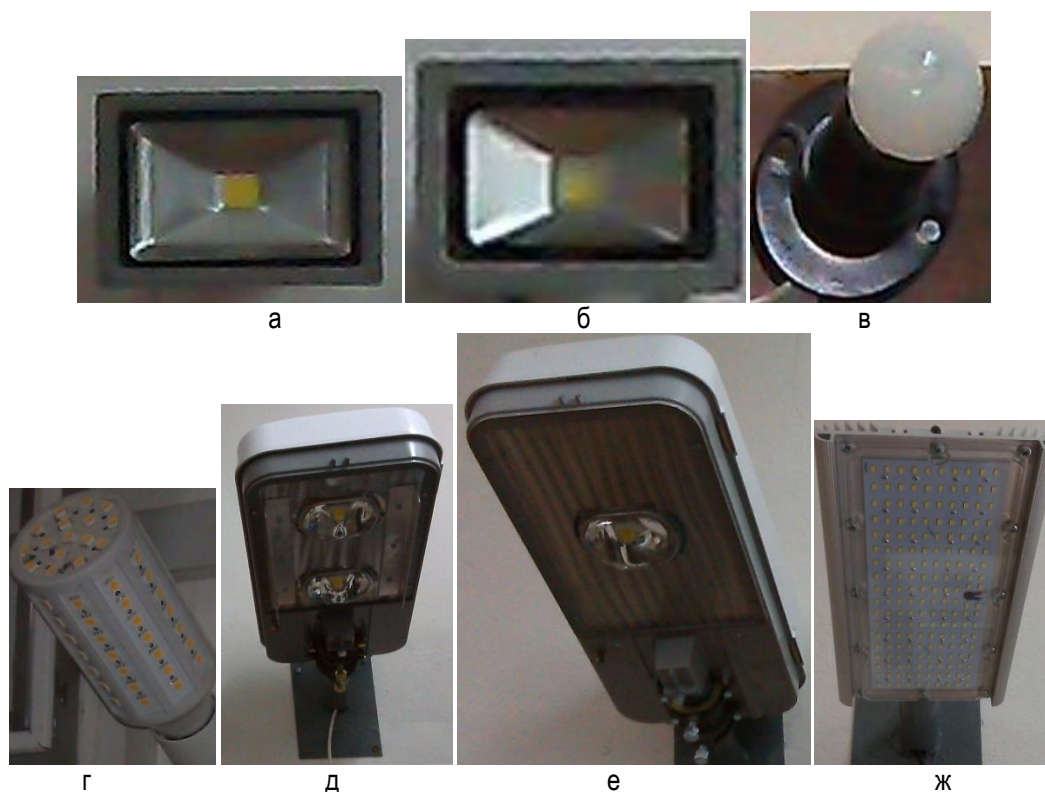


Рис. 2. Внешний вид исследуемых устройств

Потребителями являлись следующие источники света:

- прожекторы светодиодные мощностью 10 Вт на фазу (рис. 2, а);
- прожекторы светодиодные мощностью 20 Вт на фазу (рис. 2, б);
- маломощные светодиодные лампы мощностью 4 Вт на фазу (рис. 2, в);

- светодиодные лампы мощностью 15 Вт на фазу (рис. 2, з);
- светодиодные светильники мощностью 102 Вт на фазу (ДУМА-ДКУ-121-100-220) (рис. 2, д);
- светодиодные светильники мощностью 50 Вт на фазу (ДУМА-ДКУ-131-44-220) (рис. 1, е);
- светодиодные светильники мощностью 90 Вт на фазу (Diora 90) (рис. 2, ж).

Источники света, показанные на рис. 2, а, б, в, г, чаще всего используются в бытовых устройствах и внутреннем освещении помещений. Прочие светотехнические устройства предлагаются к использованию для освещения автомобильных трасс и жилой застройки города.

Источники света были приобретены в розничной торговой сети, изготовлены самыми разнообразными производителями светотехнического оборудования. Все измерения выполнялись одними теми же измерительными приборами в одинаковых внешних условиях и в течение одинакового времени работы.

Следует отметить, что мощность для светодиодных светильников наружного освещения фактически оказалась меньше, чем заявленная в паспорте.

Данные, полученные в результате измерений, сведены в табл. 1 (гармонический состав токов), в которой приводятся данные для нечетных гармонических составляющих. Относительные значения четных гармоник не превышают 1 % и поэтому не приводятся.

Таблица 1

Мощность светодиодных светильников

Номер гармонической составляющей	Тип осветительных приборов							
	Гармонический состав токов осветительных приборов (в % к фазному току)							
	СД 10 Вт	СД 20 Вт	Лампа 4Вт	Лампа 15 Вт	ДУМА-ДКУ-121-100-220	ДУМА-ДКУ-131-44-220	Diora 90	ВСЕ
3	93	14,2	32	37,1	11,1	11,0	15,0	25,6
5	82	95	13,7	14,2	7,0	7,2	9,0	44,6
7	69,8	92	12,9	10,4	3,2	5,2	6,8	18,6
9	60	9,8	10,1	9,3	1,1	1,0	2,1	20,1
11	55	77	7,7	3,3	3,9	1,6	2,8	13,6
13	53	73	9,2	6,75	2,9	2,5	2,42	17,7
15	50,9	6,8	4,4	5,46	11	14,5	18	12,3
Ток фазы	0,01 А	0,04 А	0,03А	0,13А	0,36 А	0,2 А	0,32 А	0,34
Кэф. мощ.	0,62	0,98	0,65	0,77	0,635	0,9	0,765	0,78

Данные по спектральным составам напряжений сведены в табл. 2.

Таблица 2

Спектральный состав напряжений

Номер гармонической составляющей	Тип осветительных приборов							
	Гармонический состав напряжения осветительных приборов (в % к фазному)							
	СД 10 Вт	СД 20 Вт	Лампа 4Вт	Лампа 15 Вт	ДУМА-ДКУ-121-100-220	ДУМА-ДКУ-131-44-220	Diora 90	ВСЕ
3	3,2	5,2	5,8	5,24	0,43	0,36	0,4	5,8
5	0,45	2,19	2,7	2,52	1,7	2,13	1,52	1,4
7	0,39	0,73	1,15	0,72	1,2	1,5	0,9	0,97
9	0,18	0,55	0,99	0,7	0,2	0,14	0,15	0,5
11	1,11	0,75	0,73	0,55	0,75	0,32	0,79	0,73
13	0,53	0,48	0,52	0,56	0,3	0,3	0,33	0,45

Как следует из табл. 1–2, все источники света имеют в спектрах токов весьма существенную величину гармонической составляющей 3-го порядка (3-ю гармонику), а светодиодные прожекторы вплоть до 15-й. Это не может не сказаться на появлении токов в нулевом проводе, так как еще раз подчеркнем, что нагрузка на фазы была полностью симметричной. Кроме того, следует учесть, что в табл. 1 приводятся средние значения уровней гармонических составляющих за период проведения измерений. Если рассматривать мгно-

венные значения, то величины высших гармонических составляющих тока будут еще больше. В то же время спектральный состав напряжений светотехнических приборов находится в полном соответствии с ГОСТ 13109-97. Напоминаем, что нормально-допустимыми в соответствии с ГОСТ являются уровни гармонических составляющих 8 %, а предельно допустимыми – 12 %. Кроме измерения величин гармонических составляющих тока и напряжения, проводились измерения тока в нулевом проводе. Данные измерений совместно с данными об уровне потребляемого тока приведены в табл. 3.

Таблица 3

Измерение тока в нулевом и фазном проводе

Уровень тока	Тип осветительных приборов							
	СД10 Вт	СД 20 Вт	Лампа 4Вт	Лампа 15Вт	ДУМА-ДКУ-121-100-220	ДУМА-ДКУ-131-44-220	Diora 90	ВСЕ
В нулевом проводе	0,01 А	0,003А	0,032А	0,16А	0,2А	0,08А	0,32 А	0,81
В фазном проводе	0,01А	0,04 А	0,03А	0,14А	0,36 А	0,2 А	0,32А	1,1А
Соотношение I_0/I_ϕ	1,0	0,075	1,06	1,14	0,56	0,4	1,0	0,74

Данные табл. 3 позволяют сделать выводы о том, что использование маломощных светодиодных прожекторов, светодиодных ламп и светильников наружного освещения типа Diora 90 особенно опасно в случае старой электропроводки и в зданиях, а также в сети наружного освещения, так как уровни токов в нулевом проводе превышают уровни фазных токов, что может привести к перегоранию нулевого провода и к аварии в системе электроснабжения. Кроме того, использование светодиодных световых приборов приводит, как следует из табл. 1, к существенному снижению коэффициента мощности.

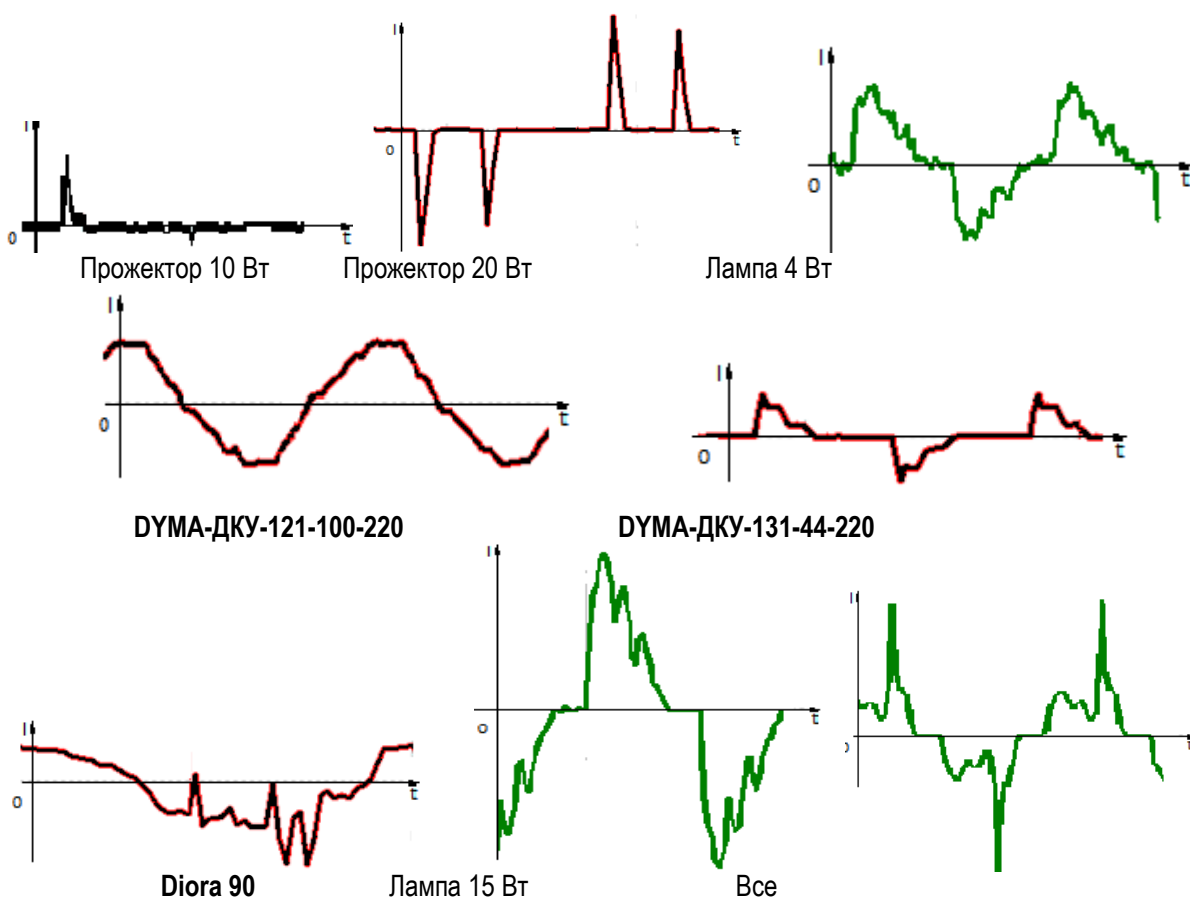


Рис. 3. Осциллограммы токов

Заключение. В сетях освещения, в которых используются приборы на основе светодиодов, наблюдаются значительные искажения формы кривых токов. В качестве иллюстрации можно привести осциллограммы токов в точке соединения с сетью (рис. 3).

Достаточно часто коэффициент искажения синусоидальности кривой тока превышает 30 % даже при полностью симметричной нагрузке. Это вызывает значительное увеличение потерь по сравнению с синусоидальным режимом. Кроме того, появление гармоник, кратных трем, приводит к существенному росту тока в нулевом проводе. А это может привести к аварии, вызванной повреждением нулевого провода.

Поэтому при использовании светодиодных источников света необходимо в обязательном порядке предусматривать мероприятия по поддержанию качества электроэнергии и надежности систем электропитания. Наибольший эффект получается при использовании специальных компенсирующих устройств – активных и пассивных фильтров гармоник.

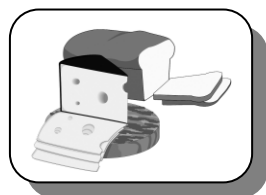
Наиболее простым решением для наружного освещения будет установка пассивных фильтров гармоник в распределительной сети освещения. В [4] показано, что наибольшую эффективность такой фильтр имеет, если он включается в сеть одновременно с включением электроприемника, для которого предназначен. Со световыми приборами бытового назначения не все так однозначно, так как невозможно прогнозировать количество и распространенность таких световых приборов у населения. Поэтому для решения такой задачи наиболее подходящими были бы активные фильтры [5].

Стоимость пассивного фильтра для компенсации двух гармонических составляющих тока в этом случае составит порядка 30–35 тыс. руб. (по предварительной оценке, приведенной в [4]). Согласно методике, изложенной там же, в результате использования таких фильтров экономия будет не менее 5 % от затрат на оплату электроэнергии. А вот стоимость активного фильтра для бытовой сети будет, как минимум, на порядок выше.

Литература

1. Куско А., Томпсон М. Качество энергии в электрических сетях: пер. с англ. – М.: Додэка-XXI, 2008. – 336 с.
2. Akagi H. Active harmonic filters // Proceedings of the IEEE. – 2005. – Vol. 93. – N. 12. – P. 2128–2141.
3. Анализ качества электроэнергии в распределительных сетях АПК / Н.П. Боярская, В.П. Довгун, С.А. Темербаев [и др.] // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 3. – С. 169–182.
4. Боярская Н.П., Довгун В.П., Кунгс Я.А. Проблемы компенсации высших гармоник в распределительных сетях агропромышленного комплекса / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 123 с.
5. Темербаев С.А., Боярская Н.П., Довгун В.П. Анализ качества электроэнергии в городских распределительных сетях 0,4 кВ // Журн. Сибир. Федер.- ун-та. – 2013. – № 1. – С. 107–120.





ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ

УДК 637.146

Д.А. Кривов

ПРОИЗВОДСТВО КЕДРОВОГО ЙОГУРТА ИЗ СЕМЯН СОСНЫ СИБИРСКОЙ КЕДРОВОЙ

В статье рассматриваются результаты исследований по разработке технологического процесса производства кедрового йогурта с применением функционального наполнителя в виде кедровых сливок из семян сосны сибирской кедровой. Полученные результаты позволяют построить линию, обеспечивающую все этапы производства кедрового йогурта.

Ключевые слова: кедровый орех, кедровые сливки, кедровый йогурт, сосна сибирская кедровая.

D.A. Krivov

THE PRODUCTION OF THE CEDAR YOGURT FROM SIBERIAN CEDAR PINE SEEDS

The research results on the development of the technological process of the cedar yogurt production using the functional filler in the form of cedar cream from Siberian cedar pine seeds is considered in the article. The obtained results allow to design the line providing all cedar yogurt production stages.

Key words: cedar nut, cedar cream, cedar yogurt, Siberian cedar pine.

Введение. Разработка технологий производства продуктов питания функционального назначения является одной из важнейших задач Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации. Большинство технологий и рецептур современного пищевого производства не решает подобных задач [1–5].

При разработке технологий и схем производства функциональных продуктов необходимо учитывать возможность массового применения подобных продуктов среди населения. Также важно уделить внимание возможности применения местного растительного сырья при производстве функционального питания.

Одним из решений задач производства продуктов с функциональными свойствами является производство кедрового йогурта с применением функционального наполнителя – кедровых сливок.

Полученный продукт, благодаря большому количеству витаминов, микро- и макроэлементов, обладает функциональными свойствами и при использовании в пищу способен повысить иммунитет человека и общий уровень здоровья населения.

Актуальность исследований. Создание современных технологий производства функционального питания позволит частично удовлетворить спрос населения отдельного региона в продуктах с функциональными свойствами.

Цель исследований. Разработка принципиальной схемы технологической линии производства кедрового йогурта.

Задачи исследований. Разработка технологического процесса производства кедрового йогурта, формирование принципиальной схемы технологической линии.

Объекты и методы исследований. Звенья технологической линии производства кедрового йогурта, кедровые орехи.

Результаты исследований и их обсуждение. Разработанный технологический процесс включает в себя все этапы производства кедрового йогурта, начиная с создания функционального наполнителя и применения готовых компонентов рецептуры приготовления йогурта до фасовки и упаковки готового продукта (рис. 1).

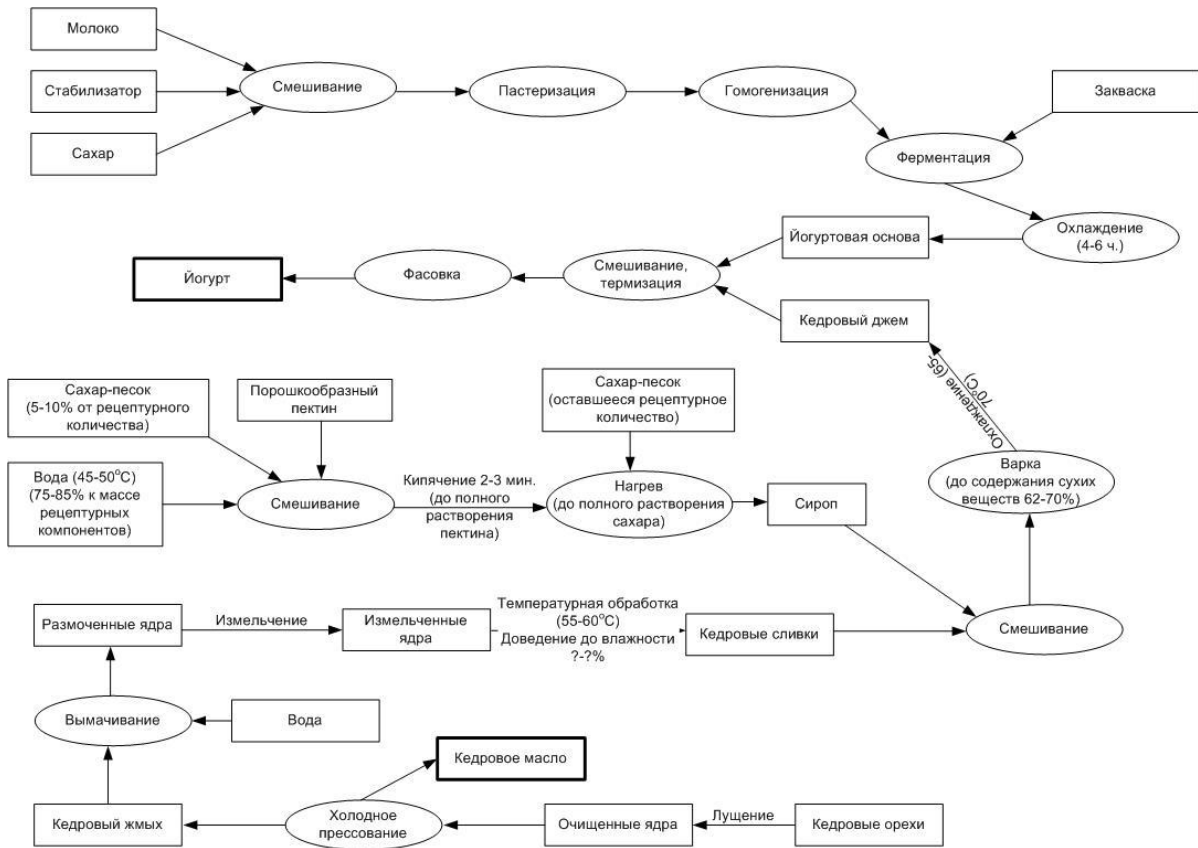


Рис. 1. Схема технологического процесса производства кедрового йогурта

На рисунке 1 технологического процесса отражены все этапы производства йогурта с необходимыми режимами обработки. Важной задачей разработки технологического процесса и соответствующей ему схеме является необходимость сокращения затрат на оборудование с целью снижения себестоимости конечного продукта. Возможность группировки этапов производства позволяет обеспечить оптимальное количество оборудования, обеспечивая процесс производства в соответствии с рецептурой приготовления продукта.

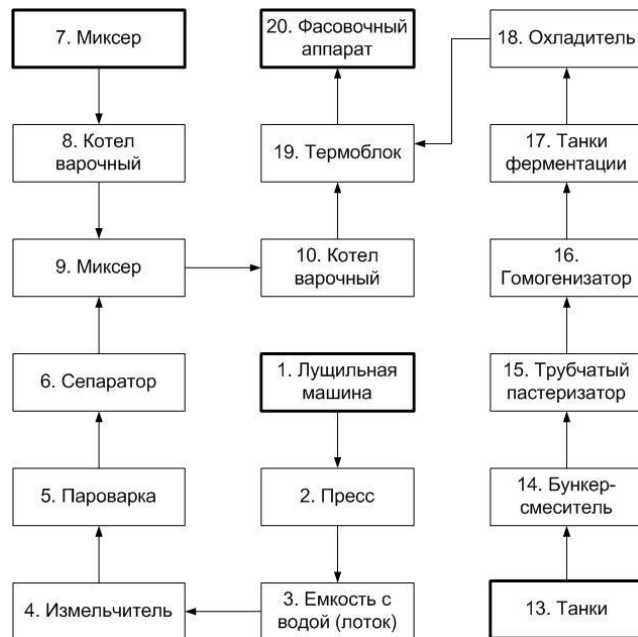


Рис. 2. Схема технологической линии производства кедрового йогурта

Линия (рис. 2) включает в себя лущильную машину 1 для обрушения кедровых орехов, пресс 2 для отжима кедрового масла из очищенных ядер кедровых орехов, лоток для воды 3, измельчитель 4, пароварку 5, сепаратор 6, миксеры 7, 9, котлы варочные 8, 10, танки 13, бункер-смеситель 14, трубчатый пастеризатор 15, гомогенизатор 16, танки ферментации 17, охладитель 18, термоблок 19, фасовочный аппарат 20.

Она обеспечивает выполнение всего технологического процесса приготовления йогурта от подготовки исходных рецептурных компонентов до упаковки готовой продукции. На начальном этапе технологического процесса кедровые орехи поступают в лущильную машину 1, где происходит отделение скорлупы ореха и околоплодной пленки от ядер. В прессе 2 из очищенных ядер отжимается масло. Полученный из ядер орехов кедровый жмых поступает в лоток с водой 3 для набора необходимой массы и влажности. Разбухший кедровый жмых поступает на измельчитель 4, а далее подвергается термической обработке в пароварке 5. После сепарации в сепараторе 6 полученные кедровые сливки поступают в миксер 9 для смешивания с сиропом. Для получения сиропа в миксере 7 смешиваются сахар-песок (5–10 % от рецептурного количества), порошкообразный пектин и вода температурой 45–50°C в количестве 75–85 % к массе рецептурных компонентов. Полученная масса поступает в варочный котел 8, где подвергается кипячению до полного растворения пектина (2–3 мин), полученный сироп в количестве, обеспечивающем рецептурное, поступает в миксер 9, где смешивается с кедровыми сливками. Полученная масса подвергается варке в варочном котле 10 до содержания сухих веществ 62–70 % и дальнейшему охлаждению до температуры 65–70°C до получения кедрового джема, который далее поступает в термоблок для дальнейшей обработки и смешивания с йогуртовой основой. Для приготовления йогуртовой основы используют молоко необходимой жирности. Молоко поступает в танки 13 для отбора проб на анализы. В бункере-смесителе 14 молоко смешивается с сахаром, стабилизаторами и другими компонентами в соответствии с рецептурой. После смешивания вся основа поступает на трубчатый пастеризатор 15 и гомогенизатор 16. После гомогенизации вся основа поступает в танки ферментации 17, где вносится закваска. После завершения ферментации основа охлаждается на охладителе 18 и далее поступает в термоблок, где в потоке смешивается с подготовленным ранее кедровым джемом и подвергается термизации. Далее готовый йогурт поступает на фасовочный аппарат 20, где фасуется и упаковывается.

Предлагаемая линия обеспечивает изготовление йогурта с содержанием функционального наполнителя (кедровых сливок) с минимальным числом оборудования.

Выводы

1. Предложена технология приготовления продукта с функциональными свойствами – кедровый йогурт.
2. Разработана принципиальная схема технологической линии изготовления кедрового йогурта.

Литература

1. *Войно Л.И., Иванова Л.А., Иванова И.С.* Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья. – М.: КолосС, 2008. – 472 с.
2. *Егорова Е.Ю., Школьникова М.Н.* Продукты функционального назначения и БАД к пище на основе дикорастущего сырья // Пищевая пром-сть. – 2007. – № 11. – С. 12–14.
3. *Кривов Д.А.* Получение полуфабрикатов функциональных продуктов из ядер орехов сосны кедровой // Актуальные проблемы и перспективы инновационной агроэкономики: тр. III Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов: Саратов. гос. аграр. ун-т. им. Н.И. Вавилова, 2011.
4. *Кривов Д.А.* Концепция развития функционального питания с использованием полуфабрикатов из кедрового ореха // Технология и продукты здорового питания: сб. ст. VI Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов: Саратов. гос. аграр. ун-т. им. Н.И. Вавилова, 2011.
5. Формирование научно-исследовательской системы аналитического мониторинга и моделирования: электрон. моног. / *Н.В. Цугленок, Г.И. Цугленок, Д.А. Кривов* [и др.]; под общ. ред. *Н.В. Цугленка*. – Красноярск: Информрегистр, 2010. – 319 с.
6. Моделирование научно-технологических программ развития АПК / *Н.В. Цугленок, Г.И. Цугленок, Д.А. Кривов* [и др.]; под общ. ред. *Н.В. Цугленка*. – Красноярск: Информрегистр, 2010. – 838 с.

ПРОИЗВОДСТВО КРАСЯЩЕГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ СКОРЛУПЫ СЕМЯН КЕДРОВОЙ СОСНЫ СИБИРСКОЙ

В статье представлена принципиальная схема производства пищевого красящего концентрата из скорлупы семян кедровой сосны сибирской. Предлагаемая линия, благодаря применению ряда ключевых аппаратов, а именно рециркуляционного экстрактора, измельчителя, обеспечивает эффективное извлечение красителя из скорлупы семян кедровой сосны сибирской и высокое качество получаемого красителя.

Ключевые слова: кедровый орех, скорлупа, экстракт, сосна сибирская кедровая.

V.E. Silin

THE PRODUCTION OF THE COLOURING CONCENTRATE FROM THE CEDAR SIBERIAN PINE SEED SHELL

The principle production scheme of the food coloring concentrate from the shell of the Siberian cedar pine seeds is presented in the article. The proposed line due to a number of key unit use, namely, recirculating extractor, crusher, provides the dye efficient extraction from the shell of the Siberian cedar pine seeds and the high quality of the received dye.

Key words: cedar nuts, shell, extract, Siberian cedar pine.

Введение. Одной из актуальных проблем в производстве продуктов питания является улучшение их цветовых характеристик и оформление красочной упаковки. Цвет не только привлекает покупателя, но во многих случаях свидетельствует о качестве и свежести продукта. Известно, что существует прямая связь между окраской продукта и аппетитом. Цвет продукта стимулирует автономную нервную систему человека, которая находится в непосредственной связи с пищеварительным процессом.

Для придания продуктам привлекательных цветовых характеристик применяются синтетические и натуральные красители. К сожалению, в последние годы предпочтение отдавалось как у нас в стране, так и за рубежом, синтетическим красителям, поскольку они придают продукту стабильную окраску при незначительном количестве внесения красителя в продукт и имеют относительно низкую стоимость. Однако есть достоверная научная информация о том, что эти красители обладают мутагенным и канцерогенным действием.

В Федеральном законе "О качестве и безопасности пищевых производств" сказано, что пищевые добавки, в т.ч. и красители, используемые для изготовления пищевых продуктов, не должны причинять вред жизни и здоровью человека. Поэтому в современных рекомендациях по организации здорового питания предусмотрено использование безвредных натуральных красящих пигментов для создания цветовой гаммы пищевых продуктов. В пищевых отраслях промышленности (консервной, безалкогольной, винодельческой, сахарной, кондитерской, хлебобулочной) в нашей стране для этих целей применяются натуральные пищевые красители, полученные из различных растительных источников (ягод, плодов, цветков, овощей, корней, стеблей, листьев и т.п.).

Актуальность исследований. Проект технологической линии для получения красящего концентрата позволяет сократить количество технологических операций, благодаря применению ряда ключевых аппаратов, а именно рециркуляционного экстрактора, измельчителя; обеспечивает эффективное извлечение красителя из скорлупы семян кедровой сосны сибирской и высокое качество получаемого красителя.

Цель исследований. Разработка процесса получения красящего концентрата из скорлупы семян кедровой сосны сибирской.

Задачи исследований. На основе сравнительного анализа существующих технологий и рецептур приготовления красящих концентратов на основе скорлупы семян сосны сибирской кедровой определить перспективы совершенствования этого красителя.

Результаты исследований и их обсуждение. Опыты показывают, что ближайшим техническим решением к заявленному является линия производства красителя из лузги гречихи (RU 74630 U1, 22.02.2008), содержащая последовательно соединенные сырьевой питатель, просеиватель лузги, экстрактор для извлечения красителя, ультрафильтрационную установку, сушильную установку, упаковочный аппарат, а также

средство подачи воды, средство подачи гидролизующего агента и экстрактор для промывания отработанной лузги, соединенные с экстрактором для извлечения красителя [1].

Недостатками этой линии являются низкий выход красящих веществ, длительность процесса извлечения красителя, высокое энергопотребление за счет наличия стадии сушки. Технический результат заключается в сокращении длительности процесса извлечения красителя из скорлупы, увеличении выхода красителя, повышении его качества. Это достигается в результате того, что в связи с использованием рециркуляционного экстрактора процесс экстрагирования проходит быстрее, чем при получении экстракта классическим способом в статических условиях, при этом качество экстракта скорлупы семян кедровой сосны сибирской не ухудшается по сравнению с классическим способом и соответствует предъявляемым требованиям, что показывает целесообразность получения экстракта в рециркуляционных аппаратах, а предварительное измельчение скорлупы (размер частиц 100–200 мкм) способствует образованию наибольшей площади для диффузии водного раствора в клетке скорлупы [2]. На рисунке показана принципиальная технологическая схема предлагаемой линии.

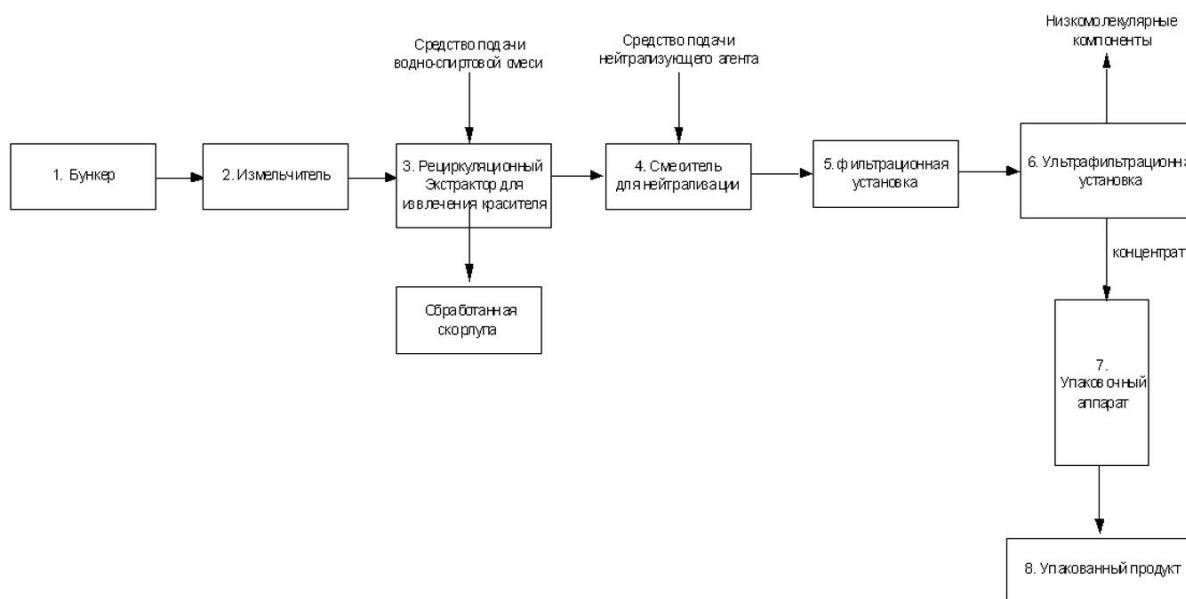


Схема производства красящего концентрата: 1 – бункер; 2 – измельчитель; 3 – рециркуляционный экстрактор; 4 – смеситель; 5 – фильтрационная установка; 6 – ультрафильтрационная установка; 7 – упаковочный аппарат, средства подачи водной смеси и нейтрализующего агента; 8 – упакованный продукт

В предлагаемой линии в качестве исходного сырья используется скорлупа семян кедровой сосны сибирской, которая из бункера 1 подается в измельчитель 2, где измельчается до размера частиц 100–200 мкм.

Измельченная скорлупа поступает в рециркуляционный экстрактор 3 и с помощью средства подачи подается водная смесь для извлечения из скорлупы красителя, в котором, основываясь на литературных данных [3], проходя через сложную структуру неподвижно лежащего слоя скорлупы орехов в каналах, по которым интенсивно движется экстракт, возникают значительные вихреобразования, которые создают развитую турбулентность потока, и на границе раздела твердой и жидкой фазы при этом практически полностью снимается внешнее диффузионное сопротивление, что значительно сокращает процесс экстрагирования. С уменьшением расхода экстракта, а следовательно, и скорости обтекания им частиц сырья продолжительность процесса увеличивается, что говорит о влиянии внешнедиффузионного сопротивления, которое увеличивается с уменьшением скорости движения водно-спиртовой смеси, так как толщина вязкого подслоя становится больше. Далее экстракт поступает в смеситель для нейтрализации 4, где происходит нейтрализация экстракта за счет действия нейтрализующего агента. Затем нейтрализованный экстракт поступает в фильтрующую установку 5, где происходит очистка экстракта от посторонних включений и солей, образующихся на стадии нейтрализации.

Нейтрализованный и очищенный экстракт направляется на ультрафильтрационную установку 6, где происходит сгущение красителя и очистка от низкомолекулярных компонентов. Концентрированный краситель поступает на упаковку.

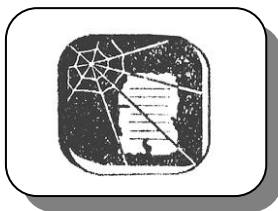
Таким образом, предлагаемая линия, благодаря применению ряда ключевых аппаратов, а именно рециркуляционного экстрактора, измельчителя, обеспечивает эффективное извлечение красителя из скорлупы семян кедровой сосны сибирской и высокое качество получаемого красителя.

Заключение. Обоснована целесообразность проектирования технологической линии обработки скорлупы семян кедрового ореха на основе аппарата переходных процессов, регулирующих функциональность конечного продукта.

Литература

1. *Силин В.Е.* Разработка спиртосодержащих функциональных продуктов из семян кедровой сосны сибирской // *Технология и продукты здорового питания: сб. ст. VI Междунар. науч.-практ. конф.* – Саратов: Сарат. гос. аграр. ун-т. им. Н.И. Вавилова, 2011.
2. *Кавецкий Г.Д., Касьяненко В.П.* Процессы и аппараты пищевой технологии. – М.: Колос, 2008. – 591 с.
3. *Зубченко А.В.* Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж, 2001. – 389 с.





УДК 93

Е.В. Выдрин

ПРОБЛЕМЫ ОСНОВАНИЯ ТУРУХАНСКОЙ МИССИИ

В статье рассматриваются первоначальный период организации Туруханской походной церкви на севере Енисейской губернии и проблемы, возникшие при ее основании. Подробно освещен процесс покупки походной церкви и набора миссионеров для работы на Крайнем Севере. Затрагивается организационный этап наименее изученного целенаправленного процесса христианизации коренного населения Туруханского края.

Ключевые слова: миссионерство, Туруханский край, походная церковь, штат миссионеров.

E.V. Vydrin

PROBLEMS OF THE TURUKHANSK MISSION FOUNDATION

The initial period of the Turukhansk marching church organization on the north of the Yenisei province and the problems encountered in its foundation are considered in the article. The process of marching church purchase and missionary recruitment to work in the Far North is reported in detail. The organizational phase of the least studied targeted process of Christianization of the Turukhansk region indigenous population is outlined.

Key words: missionary work, Turukhansk region, marching church, staff of missionaries.

Российская историография за два последних десятилетия претерпела глобальные изменения. Наметилось множество новых подходов к рассмотрению как уже изученных тем, так и новых направлений исследований. В 1990-е зародилась региональная историография или «историческая регионалистика» [12, с. 2]. В рамках данного направления началось активное изучение миссионерской деятельности Русской православной церкви (РПЦ) в восточных регионах России.

История миссионерской деятельности в Сибири насчитывает уже более четырехсот лет, однако исследование деятельности РПЦ в регионе шло неравномерно. В южных регионах Сибири миссионерство проанализировано достаточно полно (Алтай [9], Забайкалье [10], Хакасия [1]), в то же время северные территории мало интересовали историков. Научное исследование территорий Якутии, Туруханского края, северо-запада Сибири было начато в сравнительно недавнее время.

Целью данной статьи является рассмотрение проблем, касающихся основания Туруханской миссии, действовавшей в 1850–1871 гг. на территории севера Приенисейской Сибири (в Туруханском крае) [2, 3].

В середине XIX в. по всему северу Сибири прошла организация походных церквей. Толчком к этому послужила проводившаяся в 1847 г. ревизия Министерства государственных имуществ. Часть материалов ревизии была направлена в Синод. В них, в частности, сообщалось о несоответствии в Западной Сибири числа православных церквей количеству прихожан и территорий, на которых они проживали, о низком уровне образованности духовенства и о том, что довольно значительная часть туземного населения все еще «подвержены буддизму и шаманизму» [5, л. 8]. Так, указом Синода в 1844 г. в Якутском крае были созданы две походные церкви – Николаевская и Благовещенская с резиденцией в г. Якутске. В 1854 г. была возобновлена деятельность Обдорской (Низовой) духовной миссии [11]. В 1867 г. по решению Св. Синода в Обдорске была устроена вторая походная церковь в честь Богоявления Господня и учреждены два стана: Обдорский и Тазовский [11, с. 20].

Почти одновременно с организацией походных церквей в Якутии и Западной Сибири (с 1846 г.) начался процесс организации Туруханской миссии на севере Приенисейского края, который завершился в 1850 г. Первоначально в 1840-е гг. предполагалось учреждение трех походных церквей в Туруханском крае – на месте Мангазеи, на Толстоносском станке и в местности Авам [5, л. 186–188]. Но данный проект не согласовался с правительственными целями. Дело в том, что организация походной церкви в Туруханском крае началась после обращения тунгусов в 1846 г., живших по реке Нижняя Тунгуска, с просьбой принять их в христианство, а

данный проект вообще обходил стороной эту территорию [6, л. 289]. Естественно было бы большим плюсом организовать несколько походных церквей в Туруханском крае, потому как, несмотря на активную деятельность приходских священников по христианизации местного населения, они действовали эпизодически.

При организации Туруханской миссии возникло несколько проблем. Подробнее хотелось бы остановиться на двух из них – наборе священнослужителей в миссию и покупке походной церкви.

Туруханская миссия была основана 15 декабря 1850 г. в результате провала плана строительства церкви для новокрещенных инородцев на р. Нижняя Тунгуска. Дело о постройке церкви тянулось с 1846 г., когда информация о крещении целого ряда тунгусов из Нижнечумской и Таймурской «орд» дошла до императора Николая I, который распорядился «сообщить обер-прокурору Святейшего Синода не следует ли построить церковь и учредить приход для ускорения сего дела» [7, л. 397]. Томская духовная консистория приказала туруханскому отдельному заседателю И. Словцову дать информацию о том, где удобнее поставить церковь для новокрещенных инородцев, сообщить, где живут инородцы и есть ли еще рядом с ними некрещенные, рассмотреть возможность учреждения походной церкви в г. Туруханске. В результате долгой переписки между церковными властями, расположенными в г. Томске, и гражданскими властями, находившимися в г. Красноярске, было решено основать походную церковь: «обстоятельства, по которым крайне затруднительным избрать место построить церковь в местожительства Тунгусских Орд, Таймурской и Нижнечумской, принявших христианство, как для утверждения сих орд в правилах веры, так и для просвещения остальных инородцев, кочующих в Туруханском крае, учредить походную церковь, по примеру таковых двух церквей, учрежденных для Якутской области» [8, л. 1].

В императорском указе об основании церкви было перечислено несколько пунктов, касающихся организации походной церкви. Среди них некоторые касались набора штата миссии: «К церкви сей определить двух священников и двух причтенников» [8, л. 1]; «Вашему Преосвященству поручить озаботиться избранию к таковому служению вполне достойных и способных лиц, введены были священники, вполне постигающие сложности такового назначения и готовые на всякие для блага церкви труды, но чтобы и в причтенники назначены были воспитанники семинарии, и если в Томской епархии таковых воспитанников нет, то пригласить желающих и достойных войти в сношение с Преосвященствами: Иркутским, Тобольским и Казанским» [8, л. 1об.].

Такие письма и были разосланы в декабре 1850 г. Томским епископом Парфением. В марте 1851 г. пришел отказ от архиепископа Иркутского «содействовать к приглашению достойных и способных лиц, для служения в Туруханском крае, при устройении там походной церкви не могу оказать в настоящее время полезного содействия» [8, л. 14об.]. В мае 1851 г. ответ такого же содержания поступил от архиепископа Тобольского Григория, но из Тобольской епархии были предложены два запрещенных священника и регистратор Тобольской консистории [4, 8, л. 26], которым было отказано. И только в 1852 г. пришел отказ от архиепископа Казанского.

Таким образом, сложилась ситуация, когда де-юре миссия уже должна была действовать, а на деле в ней некому было служить. Но уже в мае 1851 г. в Туруханскую походную церковь попросился священник Нерченского уезда Иоанн Зеленецкий, и его прошение было одобрено в июле 1851 г. К сожалению, причины его перевода в г. Туруханск не совсем ясны, в отличие от второго принятого священника Илиа Новоспаского. Его рапорт поступил в Томскую духовную консисторию в феврале 1851 г. Сам Илиа Новоспаский был родом из Тамбовской епархии и по окончании Тамбовской духовной семинарии не нашел себе места священника в губерниях Центральной России, поэтому и попросился на перевод в Томскую епархию. Поначалу его определили к Градо-Кузнецкой церкви, а в 1852 г. перевели в Туруханскую походную церковь. В итоге штат миссии был укомплектован священниками только к концу 1852 г., а причтенники (Евгений Репьев и Николай Воротников) появились в 1854 г.!

Второй проблемой, вставшей перед Туруханской миссией, явилась покупка и доставка церкви. В мае 1851 г. енисейский купец Александр Кобычев выразил готовность купить церковь и доставить ее к месту служения миссии, с этой целью он связывался с купцом в Москве, который занимался продажей походных церквей [8, л. 20]. В то же время томский купец и крепостной крестьянин князя Грузинского Александр Шушлев также выразил желание купить походную церковь. Не совсем понятно из документов, почему именно А. Шушляев купил и доставил церковь в г. Томск. Но в августе 1851 г. из г. Нижнего Новгорода прибыли две одинаковые походные церкви, одна из которых была пожертвована для нужд Алтайской духовной миссии, а вторая должна была отправиться в Туруханский край [8, л. 66].

Размеры у церкви были «мерю в длину до 18, в высоту до 6 аршин» [6, л. 102]; вес – 56 пудов 13 фунтов, что естественно было затруднительно для ее доставки в г. Туруханск. Только в декабре 1851 г. церковь была доставлена в г. Енисейск. В августе 1853 г. Туруханский отдельный заседатель докладывал Енисейскому губернатору В.К. Падалке, что доставка церкви из г. Енисейска в г. Туруханск обойдется по меньшей мере в 855 рублей серебром [6, л. 187]. В итоге церковь прибыла на место служения только в 1854 г.

Но из-за ее размеров и веса она ни разу не использовалась в поездках миссионеров по стойбищам инородцев, хотя и предпринимались попытки ее усовершенствования.

Так, в апреле 1857 г. из Томской духовной консистории поступил указ, предписывающий «сделать сокращение палатки церковной и других принадлежностей церкви, чтобы удобнее перевозить оную в отдаленные места кочевьев инородцев» [6, л. 32]. Но данное предприятие наткнулось на сопротивление местных властей в лице отдельного туруханского заседателя Сутягина, который изгнал из города женщину, перешивавшую палатку и перенанял кузнецов, перековывающих стойки для палатки. Такое поведение местных властей встречалось по отношению ко всей работе походной церкви. Как считали сами священники, из-за проникновения церкви в отдаленные районы Туруханского края местные власти и казаки теряли огромную часть своих прибылей с местного населения [8, л. 110].

Организация Туруханской миссии проходила достаточно в сложных условиях. Накладывали отпечаток не только географические особенности региона, его отдаленность, но и разделение гражданской и церковной властей, что закономерно привело к особенностям функционирования миссии в дальнейшем. Наткнувшись сразу на ряд проблем, Туруханская миссия продолжала решать их все годы существования. Так, проблемы со штатом оставались и в 1860-е гг., когда Иоанн Кожевников в одиночку заведовал Туруханским благочинием, был настоятелем Туруханского монастыря и единственным священником походной церкви. Туруханская миссия за все годы своего существования так и не получила походную церковь. Только в 1873 г., после ее упразднения, в каждом приходе Туруханского края были организованы небольшие тележки с церковными принадлежностями.

Открытие Туруханской миссии создало новую страницу в миссионерской деятельности РПЦ на севере Сибири, охватившую огромные территории и практически все коренное население Туруханского края. Появилась целая плеяда миссионеров в лице И. Зеленецкого, И. Новоспасского, И. Кожевниковникова, М. Сулова, которых можно поставить один ряд с архимандритом Макарием, В.И. Вербицким, И. Венеаминовым и другими. Для Туруханского края это было поистине началом культурной трансформации, традиционное общество с положительными и отрицательными последствиями. Этим во многом объясняется большое внимание исследователей к истории миссионерской деятельности РПЦ, в том числе и северных регионах Сибири во второй половине XIX в. – периода второго «завоевания» Сибири.

Литература

1. Асочакова В.Н. Христианизация хакасов в XVIII веке – 1861 г. (до образования Енисейской епархии) / под науч. ред. Г.Ф. Бькони. – Абакан: Изд-во ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2008. – 248 с.
2. Выдрин Е.В. Походные церкви на севере Сибири во второй половине XIX в. // Макарьевские чтения: мат-лы 8-й Междунар. конф. / отв. ред. В.Г. Бабин. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. – С. 19–24.
3. Выдрин Е.В. Миссионерская деятельность в Туруханском крае в 1845 – середине 1850-х гг. // Сибирь на перекрестье мировых религий: мат-лы IV межрегион. науч.-практ. конф. / Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск, 2009. – С. 288–292.
4. Государственный архив г. Тобольска. Ф. 156. Оп. 25. Д. 77.
5. Государственный архив Красноярского края (ГАКК). Ф. 397. Оп. 1. Д. 5.
6. Государственный архив Красноярского края (ГАКК). Ф. 674. Оп. 1. Д. 355.
7. Государственный архив Томской области (ГАТО). Ф. 170. Оп. 11. Д. 801.
8. Государственный архив Томской области (ГАТО). Ф. 170. Оп. 11. Д. 987.
9. Крейдун Г. Алтайская духовная миссия в 1830–1919 гг.: структура и деятельность. – М.: Православный Свято-Тихоновский гуманитарный университет, 2008. – 200 с.
10. Ляпина Т.Н. Миссионерская деятельность в Забайкалье по отчетам администрации в конце XIX – начале XX вв. // Конфессии народов Сибири в XVII – начале XX веков: развитие и взаимодействие: мат-лы Всерос. науч. конф. – Иркутск, 2005. – С. 21–24.
11. Путевые журналы миссионеров Обдорской миссии (60–70-е гг. XIX века). – Тюмень, 2002.
12. Сахаров А.Н. О новых подходах в российской исторической науке. 1990-е гг. // История и историки. Историограф. вестн. – М.: Наука, 2002. С. 2–12.





ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.1

Н.В. Антонова, Ж.Н. Шмелева

ПРОБЛЕМЫ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКА СОВРЕМЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье представлен опыт работы Института международного менеджмента и образования КрасГАУ в плане трудоустройства выпускников вуза в рамках нового Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Рассмотрены основные направления этой деятельности, такие, как работа по совершенствованию самопрезентации и формированию языковой компетенции, а также проектная работа и в команде.

Ключевые слова: трудоустройство, языковая компетенция, самопрезентация, Институт международного менеджмента и образования КрасГАУ.

N.V. Antonova, Zh.N. Shmeleva

THE EMPLOYMENT ISSUES OF THE CONTEMPORARY HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION GRADUATES

The work experience of the Institute of International Management and Education of KSAU on the employment of university graduates in the framework of the new Federal State Education Standards of Higher Professional Education is presented in the article. The main directions of this activity, such as work for the self-presentation perfection and language competence formation, as well as the project work and team work are considered.

Key words: employment, language competence, self-presentation, the Institute of International Management and Education of KSAU.

Вопросы трудоустройства выпускников учреждений высшего профессионального образования в течение ряда лет широко обсуждаются на страницах научных и практических периодических изданий. Проблема несоответствия университетской подготовки молодых специалистов требованиям рынка труда стала одной из ключевых для вузов в последнее время еще и потому, что показатель трудоустройства отнесен к числу тех, которые учитываются при оценке эффективности деятельности высшего образовательного учреждения. Данные мониторинга за 2012 год показывают, что в Сибирском федеральном округе не выполняется показатель трудоустройства в ряде высших учебных заведений сельскохозяйственного профиля. При пороговом значении трудоустройства выпускников 97,932 % фактически трудоустраиваются в Алтайском ГАУ – 95,924 % выпускников, Иркутской ГСХА – 96,124, Кемеровском ГСХИ – 95,736, Бурятской ГСХА – 92,696 %. Особое внимание в настоящее время уделяется трудоустройству выпускников-менеджеров. Как показывают опросы работодателей, спрос на выпускников-управленцев остается достаточно высоким. Продолжают пользоваться спросом менеджеры по продажам, торговые представители, менеджеры по сбыту с техническим образованием, менеджеры по маркетингу, менеджеры по набору и управлению персоналом. Это обусловлено тем, что современные предприятия, способные производить высококачественную продукцию, не всегда в состоянии успешно продвигать ее на рынке и продавать. Интересны результаты социологического опроса, проведенного в Исследовательском центре рекрутингового портала Superjob.ru в 12 городах России [4, с. 9]. Полученные данные показали, что требования и пожелания работодателей к директору по продажам даже в 1 зарплатном диапазоне, то есть без опыта работы в данной должности, включают в себя высшее образование, уверенное пользование персональным компьютером, знание основ маркетинга, совершенное владение техникой продаж, безупречные переговорные навыки [4, с. 11]. Таким образом, специалисты в области экономики и управления приходят к выводу, что для успешного развития любого региона России требуется ликвидация нехватки квалифицированных кадров в области управления. Но сегодня необходимо не только повысить количество выпускников с управленческим образованием, но и улучшить качество их подготовки. В свете этого возникает потребность приблизить

получаемые знания, умения и навыки выпускников к требованиям работодателей. В качестве недостатков, которые отмечают работодатели при найме выпускников высших учебных заведений, значатся отсутствие или незначительный опыт работы, неумение хорошо презентовать себя, недостаточные коммуникативные навыки, слабые навыки работы с профессиональными компьютерными программами, неумение работать в команде, подверженность профессиональным стрессам на этапах трудоустройства и первых месяцев работы. Более детально эту проблему рассматривают Е. Аврамова, Е. Кулагина, Ю. Верпаховская [1, с. 41–47]. По результатам их исследования, большинство работодателей при проведении интервью видят такие недостатки выпускников-кандидатов на должности, как:

- плохая само-презентация;
- отсутствие опыта работы;
- отсутствие плана профессионального роста;
- низкая профессиональная подготовка;
- неумение жить в корпоративной среде;
- отсутствие понимания, что в настоящее время компаниям требуется не столько специалист, сколько сотрудник, способный работать над проектами, работать в команде, менять направление деятельности.

Определенные проблемы возникают у выпускников при трудоустройстве в первые месяцы работы в связи с недостаточным знанием законодательства Российской Федерации. Требования ФГОС ВПО третьего поколения, разработанные в свете компетентного подхода, нацелены на устранение данных недостатков и формирование у студентов как общекультурных, так и профессиональных компетенций, то есть личных и деловых качеств выпускников. Как констатирует ФГОС ВПО 3 поколения, выпускник по направлению подготовки «Менеджмент» с квалификацией (степенью) «бакалавр» должен обладать рядом компетенций, наиболее важными из которых для будущего трудоустройства, по нашему мнению, являются [6, с. 5–11]:

а) общекультурные компетенции (ОК):

- знание базовых ценностей мировой культуры и готовность опираться на них в своем личностном и общекультурном развитии;
- знание и понимание законов развития природы, общества и мышления и умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;
- способность занимать активную гражданскую позицию;
- владение культурой мышления, способностью к восприятию, обобщению и анализу информации, постановке цели и выбору путей её достижения;
- умение логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь;
- готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе;
- способность находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность;
- умение использовать нормативные правовые документы в своей деятельности;
- стремление к личностному и профессиональному саморазвитию;
- осознание социальной значимости своей будущей профессии, обладанием высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности;
- способность анализировать социально значимые проблемы и процессы;
- владение одним из иностранных языков на уровне, обеспечивающем эффективную профессиональную деятельность и т.д.

б) профессиональные компетенции (ПК):

(организационно-управленческая деятельность)

- способность проектировать организационную структуру, осуществлять распределение полномочий и ответственности на основе их делегирования;
- готовность к разработке процедур и методов контроля;
- способность использовать основные теории мотивации, лидерства и власти для решения управленческих задач;
- способность эффективно организовать групповую работу на основе знания процессов групповой динамики и принципов формирования команды;
- владение различными способами разрешения конфликтных ситуаций;
- способность к анализу и проектированию межличностных, групповых и организационных коммуникаций;

- способность оценивать условия и последствия принимаемых организационно-управленческих решений;
- способность анализировать взаимосвязи между функциональными стратегиями компаний с целью подготовки сбалансированных управленческих решений;
- способность участвовать в разработке маркетинговой стратегии организаций, планировать и осуществлять мероприятия, направленные на ее реализацию;
- способность использовать основные методы финансового менеджмента для стоимостной оценки активов, управления оборотным капиталом, принятия решений по финансированию, формированию дивидендной политики и структуре капитала;
- способность оценивать влияние инвестиционных решений и решений по финансированию на рост ценности (стоимости) компании;
- способность участвовать в разработке стратегии управления человеческими ресурсами организаций, планировать и осуществлять мероприятия, направленные на ее реализацию.

Для удовлетворения потребностей рынка в квалифицированных кадрах требования работодателей в настоящее время учитываются при разработке учебных планов высшего учебного заведения по всем направлениям подготовки. Более того, по требованиям ФГОС ВПО третьего поколения все учебные планы учреждения высшего профессионального образования должны быть согласованы с работодателем.

Рассмотрим проблемы трудоустройства и их решения через призму деятельности Института международного менеджмента и образования Красноярского государственного аграрного университета.

1. Проведя PESTLE- и SWOT-анализы, мы разработали учебные планы для направлений «Менеджмент» и «Управление персоналом», которые соответствуют требованиям времени и запросам работодателей. Сегодня мы строим свою политику таким образом, чтобы удовлетворять запросы потребителей (родителей и работодателей) при обучении и трудоустройстве.

Согласование учебных планов работодателями, а также учет мнения самих абитуриентов и студентов при формировании рабочих учебных планов, позволяет институту успешно набирать абитуриентов и трудоустраивать своих выпускников. Как показывают опросы абитуриентов, поступающих в Институт международного менеджмента и образования, после окончания школы ими планируется получение такого образования, которое даст возможность в будущем успешно трудоустроиться по специальности, иметь стабильную работу с постоянно растущей заработной платой, которая будет приносить материальное и моральное удовлетворение.

Исходя из данного запроса, Институт международного менеджмента и образования предлагает абитуриентам за период обучения стать высококвалифицированными менеджерами со знанием английского языка с опытом работы в российских и зарубежных компаниях. Как показывают социологические опросы студентов 1–2 курса, именно это предложение позволяет ежегодно зачислять от 200 до 250 абитуриентов на управленческие специальности института, где изучение английского языка ведется в течение всего периода обучения и предусмотрено право студента защищать выпускную квалификационную работу на английском языке. Ежегодный мониторинг удовлетворенности студентов говорит о том, что 95 % студентов удовлетворены тем, что обучаются в данном институте.

2. Особо учитывается руководством института нежелание работодателя принимать выпускников без опыта работы. Для решения этой проблемы Институт международного менеджмента и образования КрасГАУ широко использует возможности производственной и преддипломной практики студентов через развитие и совершенствование договорных отношений между учреждением высшего профессионального образования и предприятиями и организациями региона.

В настоящее время институт заключил 78 долгосрочных договоров на прохождение практик студентами и 14 договоров, обновляемых на период практик по мере необходимости. Согласно существующему законодательству, если такой договор заключен, то предприятие обязано предоставить место для прохождения практики студенту данного учебного заведения, имеющего государственную аккредитацию [5]. Возникающие вопросы решаются на основе Положения о порядке проведения практики студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования [3].

Согласно данному Положению, практику условно можно разделить на два вида – ознакомительную и трудовую. Первая подразумевает, что студенты, находясь на предприятии, изучают производственные процессы, выполняют несложные рабочие функции, не вступая с работодателем в трудовые отношения (трудовой договор не заключается, зарплата не выплачивается). Если предприятие предоставляет студенту-практиканту вакантную должность, имеющуюся на предприятии, у него возникают трудовые отношения. Широко использу-

ется в институте и практика участия студентов в составе специализированных сезонных или студенческих отрядов [3]. Положительный опыт работы получают студенты, трудоустроившись на кафедрах и в дирекции института. Работа в знакомой производственной среде не только дает производственный стаж и опыт, но и снимает профессиональный стресс, который испытывает любой студент, попадая в незнакомую производственную среду. Большой вклад в будущее трудоустройство вносят стажировки студентов за рубежом.

Углубленное изучение английского языка позволяет им приобретать навыки работы в зарубежных компаниях, что является важным фактором при будущем трудоустройстве. Ежегодно от 20 до 40 студентов института выезжают за рубеж для обучения, участия в научных конференциях, прохождения стажировки или производственной практики, участия в международных олимпиадах в такие страны, как США, КНР, Великобритания, Чехия, Мальта, Таиланд, Финляндия, Словения и т.д.

3. Определенную проблему для успешного трудоустройства представляет неуверенность студентов в себе и своих знаниях. Для снятия данной проблемы нами используются возможности изучаемых дисциплин. В рабочие программы учебных дисциплин включены такие темы, как составление резюме на английском и на русском языках для конкретных работодателей, с которыми студенты намерены иметь трудовые отношения в будущем. Ежегодно в институте проводятся конференции, деловые игры на английском и русском языках, олимпиады на всех курсах и специальностях, психологические тренинги. Студенты участвуют во Всероссийских чемпионатах и деловых играх по менеджменту, организации проектных и групповых видов работы с вовлечением студентов с разным уровнем подготовки.

Особая форма работы – проведение исследований, подготовка и публикация статей на английском языке с результатами исследований – стала популярной у студентов, начиная с первого года обучения. Вызывают интерес у студентов игры-интервью с работодателем на русском и английском языках, которые проводятся как преподавателями института, так привлеченными к преподаванию руководителями различных фирм, обучающих студентов специфике своей работы.

4. Достаточно часто проблемы с трудоустройством вызваны тем, что студентов не устраивают условия предлагаемой работы. Для устранения этой проблемы нами проводятся разъяснительные беседы на старших курсах о том, что любая работа на первом этапе полезна как способ приобрести опыт работы и стаж, сравнить предложения различных компаний на рынке труда. Особое внимание нами уделяется обучению студентов умению ориентироваться на положительные стороны в любой работе. Этому мы обучаем через большинство предметов учебного плана, в том числе таких, как психология, педагогика, культура речи, иностранный язык, менеджмент, управление персоналом и др.

В заключение следует отметить, что для успешного выживания в конкурентной среде и обеспечения успешного трудоустройства своих выпускников учреждение высшего профессионального образования должно совершенствовать технологии профессиональной подготовки через формирование общекультурных и профессиональных компетенций, маркетинговую деятельность, что в свою очередь будет способствовать социально-психологической и профессиональной адаптации выпускников.

Совершенствование технологии профессиональной подготовки направлено на то, чтобы основной блок учебно-образовательного процесса формировал компетенции, предусмотренные стандартом, а выпускник имел соответствующую квалификацию и был способен к дальнейшему развитию и самосовершенствованию через гибкую систему дополнительного профессионального образования. В рамках данного направления особо подчеркивается важность совершенствования организации практической подготовки выпускников.

Мероприятия маркетинговой деятельности должны быть направлены на развитие партнерских отношений института с субъектами рынка труда, такими, как предприятия, организации, органы государственной власти, общественные и попечительские организации, которые могут способствовать:

- развитию и совершенствованию социального партнерства, обеспечению содействия профессиональной адаптации и практической подготовке студентов к условиям реального производства, начиная с младших курсов;

- осознанию студентами потребностей рынка труда и работодателей;

- переходу от краткосрочных к созданию долгосрочных отношений по схеме «вуз–производство», основанных на партнерстве и взаимном доверии с работодателями [2, с. 187–188].

Ежегодное трудоустройство выпускников Института международного менеджмента и образования на уровне 90–92 % свидетельствует о том, что выбранные здесь направления деятельности в области трудоустройства носят правильный характер и удовлетворяют требования родителей и работодателей.

Литература

1. Аврамова Е., Верпаховская Ю., Кулагина Е. Поведение молодых специалистов на рынке труда: новые тенденции // Человек и труд. – 2007. – № 9. – С. 41–47.
2. Матюшев В.В., Антонова Н.В. Подготовка выпускников Института международного менеджмента и бизнеса Красноярского ГАУ к успешному трудоустройству // Создание комплексной технологии кадрового менеджмента по всей вертикали подготовки кадров в системе «довузовское, вузовское и после-вузовское образование – работодатель»: мат-лы регион. науч.-практ. конф. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2011. – С. 184–188.
3. Положение о порядке проведения практики студентов образовательных учреждений: приказ Министерства образования РФ от 25.03.2003. №1154. – М., 2003.
4. Паничкина О. Директор по продажам: требования, зарплата // Служба кадров и персонал. – 2012. – № 6. – С. 9–11.
5. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». – М., 2012. – П. 9. – Ст.11.
6. ФГОС ВПО по направлению 080200.62 «Менеджмент»: утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 20 мая 2010 г. № 544. – М., 2010.



УДК 378.4

Е.В. Палкин, Т.С. Розанова, О.В. Верт

РАЗВИТИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПОСРЕДСТВОМ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В статье рассмотрены проблемы развития самостоятельной учебной деятельности студентов. Представлен обзор теоретических источников, исследуется курсовое проектирование как форма эффективной организации самостоятельной деятельности студентов.

Ключевые слова: самостоятельная работа, формы и методы обучения, курсовое проектирование.

E.V. Palkin, T.S. Rosanova, O.V. Vert

THE DEVELOPMENT OF THE STUDENT INDEPENDENT ACTIVITY THROUGH THE COURSE PROJECTING

The development issues of the student independent learning activity are considered in the article. The overview of the theoretical sources on the research, the course projecting is researched as a form of the effective organization of the student independent activity.

Key words: independent work, forms and methods of learning, course projecting.

На современном этапе очень большое внимание уделяется повышению качества подготовки специалистов. В условиях рыночной экономики будущие выпускники должны быстро адаптироваться к новым условиям хозяйствования и самостоятельно принимать решения по многим производственным, финансовым и коммерческим вопросам. Вырабатывать все эти навыки во многом помогает самостоятельная работа самих студентов.

В последние годы в российском образовании в соответствии с ФГОС ВПО отмечается устойчивая тенденция к снижению общего времени на чтение лекций (не более 40 % аудиторных занятий) и повышению времени на самостоятельную работу студентов, следовательно, повышение ее эффективности будет существенно влиять и на качество подготовки специалиста [4].

Самостоятельная учебная деятельность студентов активно исследуется как составная часть непрерывного и многоуровневого образования, как средство индивидуализации обучения студентов, как проблема управления учебной деятельностью.

В отечественной дидактике основоположниками исследования самостоятельной учебной деятельности учащихся являются Б.П. Есипов, М.Н. Скаткин, П.И. Пидкасистый [10]. Термин «самостоятельная работа» используется в литературе в различных дефинициях:

- специфическая форма организации учебного процесса;
- способ индивидуализации обучения (В.А. Курчатова, В.П. Ризаев, В. Глявин, В.А. Ермаков);

- форма групповой работы студентов под руководством преподавателя;
- средство и компонент творческой познавательной активности (В.П. Тарантей, В.М. Рогинский), ориентированные на формирование умений и навыков интеллектуального труда, углубление профессиональных знаний, развитие приёмов научно-исследовательской работы (А.М. Дорошкевич, С.Н. Зайцева, Э.А. Шеуджен).

Основная задача организации самостоятельной работы студентов заключается в создании психолого-дидактических условий развития интеллектуальной инициативы и мышления на занятиях любой формы. И.А. Зимняя отмечает, что «представляя собой особую, высшую форму учебной деятельности, самостоятельная работа обуславливается индивидуально-психологическими и личностными особенностями обучающегося как его субъекта» [3].

Виды самостоятельной работы классифицируются на основании ряда признаков: по месту выполнения, в зависимости от дидактической цели, согласно этапам развития познавательного процесса, основываясь на источнике знаний, по характеру и способу выполнения и т.д. Самостоятельная работа студентов подразделяется на аудиторную и внеаудиторную. Аудиторную самостоятельную работу составляют различные виды контрольных, творческих и практических заданий во время семинарских или практических занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа включает выполнение домашнего задания, подготовку доклада, выполнение реферата, курсовой работы, научно-исследовательской работы и т.п. [9].

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

1) подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, оборудования);

2) основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);

3) заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда) [1, 2].

Педагоги высшей школы выделяют пять уровней познавательной самостоятельности студентов:

1) воспроизведение хода рассуждений по «сконструированному» преподавателем образцу;

2) вариантно-реконструктивный тип;

3) самостоятельная работа эвристического (частично-поискового) типа;

4) уровень начальных навыков творческой интерпретации исходного учебного (научного) материала;

5) выполнение научно-исследовательской работы по заданной учебной или реальной теме [5, с. 103].

Мы рассматриваем курсовое проектирование как одну из активных форм и методов обучения, позволяющих формировать определенные навыки в самостоятельной учебной, научно-исследовательской деятельности студентов.

Выполнение курсовой работы является важным этапом обучения студентов в вузе и имеет целью:

- развитие навыков самостоятельной работы и овладение методикой проектирования, исследований и экспериментирования при решении разрабатываемых в курсовой работе проблем и вопросов;

- систематизацию, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности и применение этих знаний на практике;

- выяснение уровня готовности студентов к самостоятельной работе в образовательном учреждении.

Курсовые проекты, как правило, индивидуальны и направлены на выполнение конкретных тем. Общая тематика курсовых проектов формируется в соответствии с перечнем наименований тем программы дисциплины, личным опытом руководителя проекта. Задания на курсовые проекты индивидуализируются с учетом научно-технических интересов студентов и общих технических задач. В то же время можно предоставить право и самим студентам выполнить проект на интересующую их тему, если она по характеру, содержанию и возможной глубине проработки удовлетворяет целям, задачам и требованиям, предъявляемым к курсовым проектам [6].

Выполняя курсовые проекты, студенты технического вуза получают навыки конструирования, производства технических и технико-экономических расчетов, а также учатся пользоваться технической литературой, ГОСТами, едиными нормами и расценками, таблицами, номограммами, типовыми проектами и справочниками укрупненных производственных и сметных норм.

Методика организации курсового проектирования и условий выполнения курсовых работ в вузе должна базироваться на учете психологических и инженерно-технических особенностей современной деятельности специалистов. Она предусматривает:

1) разделение процесса выполнения учебного проекта на отдельные этапы и нацеленность каждого из них на формирование мотивационного, когнитивного, профессионального, эмоционально-волевого и информационного компонентов готовности к инновационно-проектной деятельности;

2) выявление дидактических условий активизации учебно-познавательной деятельности студентов в соответствии с педагогическими целями и особенностями каждого этапа проектирования;

3) определение комплекса учебно-методических и программно-технических средств, необходимых для проектной деятельности специалиста, формирование готовности к их использованию посредством организации информационной среды курсового проектирования [7, с. 36–38].

Наиболее эффективной формой развития самостоятельной деятельности студентов может стать курсовое проектирование на основе «сквозного задания».

Метод сквозного задания – это многоуровневая система действий по выполнению курсового/дипломного проекта, основанная на интеграции отдельно взятой конкретной дисциплины и профилирующих дисциплин, включающая выявление междисциплинарных связей и способов их реализации на каждом этапе обучения в техническом вузе [8].

При использовании данной формы определяются не только темы курсовых и дипломных проектов, но и тематика учебно- и научно-исследовательских работ студентов, предусматривается подготовка рефератов и выполнение индивидуальных заданий во время производственных практик.

Обеспечение плановых сроков выполнения и высокого качества курсового проекта в решающей степени зависит от того, насколько систематически и активно работает студент. Для эффективной деятельности студентов можно использовать несколько форм планирования и организации самостоятельной работы над курсовыми проектами: студентам одновременно с заданием выдают календарный график выполнения курсового проекта, в котором указываются сроки выполнения отдельных этапов проектирования, их примерная трудоемкость, даты контроля хода самостоятельной работы студента и дата защиты проекта. Самостоятельную работу студента контролирует руководитель, который не только осуществляет контрольные функции, но и дает при необходимости советы по принципиальным вопросам. Текущий (как правило, еженедельный) контроль хода курсового проектирования осуществляют ведущий преподаватель данной дисциплины и заведующий кафедрой. Самостоятельная работа над курсовым проектом или работа в аудитории (кабинете курсового проектирования) в присутствии руководителя является обязательной. Это наиболее действенное средство повышения эффективности курсового проектирования, сокращения его сроков и улучшения качества.

Дальнейшим шагом в этом направлении является тематическая связь курсового проектирования с дипломным, что обеспечивает их преемственность.

Отметим основные перспективы обучения на примере «сквозного» курсового проектирования:

- возможность планировать и осуществлять процесс обучения на высоком уровне познавательных трудностей, связанных с самостоятельным и коллективным творчеством;
- обеспечение тесной связи всей системы обучения с будущей профессиональной деятельностью студентов;
- обучение продуктивным исследовательским методам самостоятельной деятельности, навыкам научной организации труда;
- развитие потребности в постоянном совершенствовании знаний на междисциплинарной основе;
- обучение участников проекта работе в группах, что стимулирует эффективную совместную деятельность;
- возможность обучать участников проекта грамотно и профессионально вести дискуссии для выбора обоснованного решения;
- формирование профессиональных компетенций.

Таким образом, мы можем сказать, что организация курсового проектирования посредством формы «сквозного задания» позволит развивать самостоятельную деятельность студентов и обеспечить постепенное усложнение решаемых самостоятельно студентом задач, подготовить его к заключительному этапу обучения – выполнению дипломного проекта с использованием инженерных решений, принятых в процессе выполнения расчетно-графических и организационно-технических разработок курсовых заданий.

Литература

1. Алтайцев А.М., Наумов В.В. Учебно-методический комплекс как модель организации учебных материалов и средств дистанционного обучения // Университетское образование: от эффективного преподавания к эффективному учению. – Минск: Пропилеи, 2002. – С. 229–241.
2. Заворин А.С., Буваков К.В. Проектно-ориентированный подход в подготовке специалистов в области котло- и реакторостроения [Электронный ресурс]: <http://ctep.tpu.ru/Frame.html>.
3. Зимняя И.А. Педагогическая психология: учеб. для вузов. – М.: Логос, 2000.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 250400 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств (квалификация (степень) «Бакалавр»)» (в ред. приказов Минобрнауки РФ от 18.05.2011 № 1657, от 31.05.2011. № 1975). – М., 2011.

5. Сафин Р.С., Сучкова Т.В. Самостоятельная образовательная деятельность как средство развития профессиональных и личностных качеств студентов технического вуза // Изв. КГАСУ. – 2007. – № 1. – С. 103.
6. Снежко А.П., Батура Г.М. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие. – Киев: Выща шк., 1991. – 200 с.
7. Соболева В.В. Теоретические основы метода сквозного проектирования объектов профессиональной деятельности инженера-строителя при изучении курса общей физики // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3.
8. Соболева О.В. Формирование творческого мышления будущего инженера в курсовом и дипломном проектировании // Вестн. ТГПУ. – 2009. № 11. – С. 36–38.
9. Титова Г.Ю. Организация самостоятельной работы студентов на основе контекстного подхода в профессиональной подготовке социальных педагогов в педвузе: дис. ... канд. пед. наук. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2005. – 186 с.
10. Есипов Б.П. Самостоятельная работа учащихся на уроке. – М.: Учпедгиз, 1961. – 239 с.



УДК 004.78 : 378.147

**С.А. Бронов, Е.А. Степанова,
К.В. Калиновский, И.В. Соколов, Н.С. Храброва**

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ВУЗА НА ОСНОВЕ МАССИВА ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ

Рассмотрен новый подход к автоматизированному анализу и синтезу учебных планов вуза, основанный на использовании массива дидактических единиц, из которых выстраиваются образовательные цепочки, которые затем оформляются в виде учебных дисциплин. Таким образом, обеспечивается процесс "снизу вверх" от дидактических единиц через модули и учебные дисциплины к учебному плану.

Ключевые слова: учебный план, синтез, автоматизированное проектирование.

**S.A. Bronov, E.A. Stepanova,
K.V. Kalinovskiy, I.V. Sokolov, N.S. Xrabrova**

THE AUTOMATED ANALYSIS AND SYNTHESIS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION CURRICULA ON THE BASIS OF THE DIDACTIC UNIT ARRAY

The new method for the automated analysis and synthesis of higher educational institution curricula based on the use of the didactic unit array that later is formalized in the form of academic disciplines is considered. Thus, the "bottom-up" process from didactic units through modules and academic disciplines to the curriculum is provided.

Key words: curriculum, synthesis, computer-aided design.

Проблематика формирования учебных планов вуза. Учебные планы (УП) являются основой учебного процесса и содержат перечень учебных дисциплин (УД) с указанием временных границ их преподавания (семестры, их количество), видов аудиторных занятий (лекции, практические и лабораторные занятия), видов самостоятельной работы студентов (курсовые проекты и работы), выделяемых для этого часов и зачётных единиц, видов контроля (экзамен, зачёт). На основе учебных планов разрабатываются рабочие программы дисциплин (РПД), которые содержат исчерпывающий перечень дидактических единиц (ДЕ).

В настоящее время при ручном формировании УП вначале создаётся перечень УД (в ФГОС ВПО это, прежде всего, базовые УД, а также вариативные УД из примерного УП), затем на основе экспертных оценок они распределяются по семестрам, а затем уже разрабатываются соответствующие РПД, которые наполняются ДЕ. Объективно УД связаны между собой через содержащиеся в них ДЕ, но при ручном формировании УП часто оказывается, что эти связи плохо выстроены, кроме того, слабо учитывается ограниченность временных ресурсов и необходимость разделения времени между параллельно изучаемыми УД. Это связано с тем, что РПД разрабатываются отдельными преподавателями, не имеющими возможности учитывать особенности РПД других УД.

В то же время появление новых образовательных стандартов предъявляет дополнительные требования к качеству и скорости разработки УП. Во-первых, делается упор на увеличение учебных дисциплин по выбору, а также на предоставление учащимся возможности выбора индивидуальных образовательных траекторий. Во-вторых, быстрое развитие всех областей знаний предполагает частую коррекцию УП. В-третьих, академическая мобильность в сочетании со свободой введения учебных дисциплин по решению вуза приводит к тому, что учащиеся могут учиться в течение срока обучения по нескольким учебным планам различных вузов. В-четвёртых, отчисление и восстановление учащихся приводит к тому, что им приходится восполнять изученные другими учащимися УД. Всё это делает очень затруднительным ручное формирование УП.

В ряде научных работ [1–6] рассматриваются различные варианты автоматизированного синтеза УП. В простейших случаях решается задача распределения УД по семестрам с учётом ограничений, задаваемых ФГОС ВПО. В более сложных системах учитываются логические цепочки последовательно изучаемых УД с учётом их взаимосвязи.

В некоторых работах УД рассматриваются на уровне модулей, и тогда обеспечивается сравнительно детализированная структура УП. При этом разделение УП на УД осуществляется экспертно. В настоящее время автоматизированное формирование УП встречается редко [7, 8], о чём свидетельствует обилие методических материалов, представленных на сайтах вузов, которые содержат рекомендации именно по ручному формированию УП. Это означает, что проблема автоматизации синтеза УП остаётся актуальной и требует развития новых идей.

Автоматизация синтеза учебных планов на основе массива дидактических единиц. Общая тенденция научных исследований, связанных с автоматизацией синтеза УП вуза, направлена на детализацию материала: учебный план – учебная дисциплина – модуль. В некоторых случаях детализация достигает уровня ДЕ, но, как правило, лишь для конкретизации взаимосвязи модулей или учебных дисциплин.

В данной работе предлагается именно ДЕ взять за основу синтеза УП и осуществлять синтез "снизу вверх" – от частного к общему, т.е. от ДЕ к УП.

Этот подход не является простым, что, видимо и обусловило то, что многие исследователи ограничиваются детализацией на уровне модулей. Но кардинальное решение проблем формирования УП связано именно с реализацией предложенного подхода.

Предполагается, что для каждого профиля бакалавриата или специальности можно сформировать общий массив ДЕ, указав связи между ними. Дидактическая единица – элемент компетенций, неделимый в рамках рассматриваемого учебного процесса. Поскольку компетенция есть единство знаний, умений и навыков, то и дидактические единицы могут быть разного рода: дидактическая единица знаний, дидактическая единица умений, дидактическая единица навыков.

В рамках компетенций дидактические единицы знаний, умений и навыков соединяются в систему и получают свойство эмерджентности, т.е. их совместное (цельное) использование обладает дополнительными свойствами по сравнению со свойствами отдельных составляющих, что и порождает определённую компетенцию.

Примером ДЕ знаний могут служить понятия различных наук, законы природы, математические методы и т.п. Примером ДЕ умений может служить способность учащегося выбрать и применить на практике те или иные методы в соответствии с типом решаемой задачи. Примером ДЕ навыков может служить готовность выполнять те или иные заученные до автоматизма действия в рамках профессиональной деятельности. Обычно при автоматизации анализа и синтеза УП учитываются только ДЕ знаний, которые легко получают из содержания УД. ДЕ умений и навыков практически не встречаются.

Существует тесная связь между ДЕ знаний, умений и навыков: ДЕ знаний являются основой для ДЕ умений, которые в свою очередь являются базой для ДЕ навыков. Одна и та же ДЕ знаний может породить несколько ДЕ умений (например, применение одного и того же общего метода для различных объектов). Также и одна ДЕ умений может отражаться в практической области через несколько ДЕ навыков (например, навыки подготовки текста в различных версиях программы MS Word).

Основой общего массива ДЕ является массив ДЕ знаний. Он задаётся в виде орграфа, в котором ДЕ представляются вершинами. Рёбра такого орграфа не имеют информационного смысла, кроме обозначения связи одних ДЕ с другими. Такой орграф может быть представлен матрицей (наглядная, но громоздкая форма) или списком (компактная, но менее наглядная форма). При матричном представлении массива ДЕ формируется табл. 1.

Матричное представление массива ДЕ в общем виде

	→ДЕ1	→ДЕ2	...	→ДЕn
ДЕ1→	$d_{1,1}$	$d_{1,2}$...	
ДЕ2→	$d_{2,1}$	$d_{2,2}$...	$d_{2,n}$
...
ДЕn→	$d_{n,1}$	$d_{n,2}$...	$d_{n,n}$

По строкам и столбцам располагаются ДЕ с соответствующими номерами в одной и той же последовательности. В ячейках располагаются указатели на связь выходов ДЕ по строкам (в левом столбце) с ДЕ по столбцам (в верхней строке): если связь есть, то проставляется 1, если связи нет, то проставляется 0 (табл. 2).

Матрица является квадратной, поэтому имеет главную диагональ: 1 выше главной диагонали показывает, что связь между ДЕ направлена слева вверх, а 1 ниже главной диагонали, показывает, что связь между ДЕ направлена сверху влево и является обратной.

Пример матричного представления массива ДЕ

	→ДЕ1	→ДЕ2	→ДЕ3	→ДЕ4	→ДЕ5	→ДЕ6	→ДЕ7
ДЕ1→	0	1	0	0	0	1	0
ДЕ2→	0	0	1	1	0	0	0
ДЕ3→	0	0	0	1	0	0	0
ДЕ4→	0	1	0	0	0	0	1
ДЕ5→	0	0	0	0	0	0	0
ДЕ6→	0	0	0	0	0	0	0
ДЕ7→	0	1	0	0	0	0	0

В корректно построенных УП обратных связей не должно быть, так как они означают изучение ДЕ на основе ДЕ, которая сама будет изучаться позже: это соответствует контуру. Таким образом, изучение вида матрицы в табл. 2 может дать много информации о структуре отдельных УД или всего УП.

ДЕ могут быть разделены на два типа:

- 1) элементарные ДЕ, вводимые в процессе изучения;
- 2) составные ДЕ, формируемые на основе предыдущих ДЕ.

Первоначальные ДЕ учащиеся получают на предыдущем уровне обучения (например, в средней школе). Комбинация этих исходных элементарных ДЕ порождает новые ДЕ более сложной структуры – составные ДЕ. Например, ДЕ из курса элементарной физики и алгебры порождают законы электрических цепей Кирхгофа в электротехнике.

В процессе обучения преподавателями привносятся также новые элементарные ДЕ, которые не были получены в школе и не являются результатом комбинирования уже изученных ДЕ. Например, в электронике изучаются транзисторы, которые не изучались в школе.

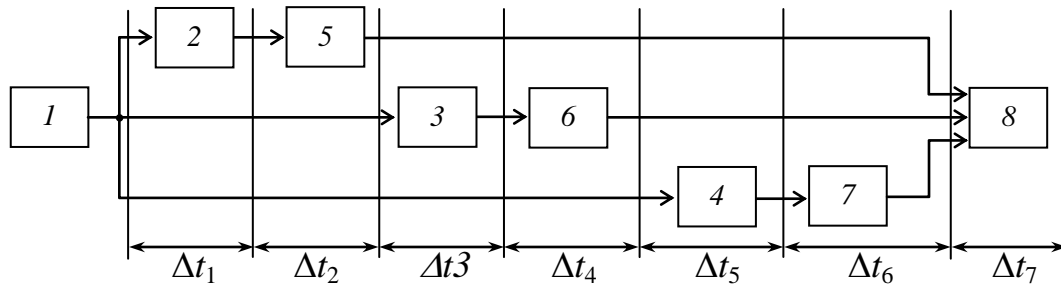
На самом деле любое новое знание формируется на основе уже полученных ранее элементов знания. Но в некоторых случаях для освоения новых ДЕ используется общая культурная подготовка учащегося, и в этом случае ДЕ считается элементарной.

При формировании составных ДЕ используются как элементарные ДЕ, так и составные, полученные на более ранних стадиях изучения. Каждой ДЕ может быть приписано время её формирования на основе других ДЕ. Элементарные ДЕ не имеют входных ДЕ, а потому время их изучения определяется самой ДЕ. Составные ДЕ имеют входные ДЕ, поэтому время на их изучение обусловлено взаимодействием всех входных ДЕ.

Основой общего массива ДЕ являются ДЕ знаний. Из них получают массив ДЕ умений, связанных с соответствующими ДЕ знаний. Каждая ДЕ умений может порождать одну или несколько ДЕ навыков. Эти ДЕ также могут быть элементарными или составными. Целесообразно делать пометки для ДЕ соответствующего вида. Тогда при автоматизированном анализе можно выявить, связаны ли получаемые знания с умениями и навыками. Комбинация этих элементов может трактоваться как определённая компетенция, что открывает

возможность автоматизированного выявления реализуемых в той или иной дисциплине компетенций. Но для этого нужно связать компетенции с определённым сочетанием знаний, умений и навыков.

На основе матрицы ДЕ формируются граф ДЕ в виде параллельных ветвей. Каждая такая ветвь может выделяться в виде учебной дисциплины. Зная время на изучение каждой ДЕ, можно определить общее время, требующееся для освоения соответствующей цепочки ДЕ. В процессе анализа можно сформулировать рекомендации, какие ДЕ следует изучать аудиторно с преподавателем, а какие в рамках самостоятельной работы студентов. Разделение ДЕ на такие группы можно делать, руководствуясь различными принципами. Например, если заранее пометить возможность изучения ДЕ самостоятельно, или, наоборот, необходимость изучения её обязательно аудиторно. При построении цепочек ДЕ может оказаться, что имеется несколько параллельных цепочек, которые нецелесообразно представлять в виде отдельных дисциплин: тогда одна из цепочек становится аудиторной, а остальные – для самостоятельного изучения (рис.).



Временная структурная схема блока дидактических единиц

Зная время изучения каждой ДЕ, можно определить время, необходимое для изучения каждой цепочки, и разместить её в том или ином семестре. Может оказаться, что после размещения УД остаётся свободное время, следовательно, можно добавить ДЕ. Если же цепочка ДЕ выходит за пределы семестра, необходимо исключить некоторые ДЕ. Если на стадии формирования массива ДЕ указать их приоритет, то можно выполнить эту операцию автоматизированно: ДЕ будут убраны, но затем проектировщик УП должен будет проверить корректность работы программы.

Формирование общего массива ДЕ в едином процессе затруднительно, так как предполагает наличие экспертов, одинаково компетентных во всех областях знаний, предлагаемых учащимся. Поэтому реально такая работа может осуществляться постепенно путём объединения частных массивов ДЕ, подготовленных для отдельных областей знаний соответствующими экспертами (как правило, преподавателями).

Анализ учебного плана выполняется "сверху вниз". Эту работу можно проделать, начав с традиционной технологии, при которой выполняется предварительное структурирование учебного процесса с выделением укрупнённых учебных дисциплин (областей знаний). Затем для каждой учебной дисциплины соответствующие эксперты (например, преподаватели) формируют локальный массив ДЕ. Правила формирования локальных массивов должны быть едиными для всех учебных дисциплин. В результате появляются локальные матрицы связей ДЕ, которые затем объединяются в общую матрицу по профилю подготовки.

Возможны два подхода к структурированию учебного материала: с его обобщением до уровня области знаний (математика в целом, электротехника в целом и др.) или с детализацией на уровне сравнительно небольших модулей (дифференциальное исчисление, преобразование Лапласа, теория цепей постоянного тока, теория цепей переменного тока и др.).

Использование того или иного подхода, вообще говоря, определяются составом экспертных групп. Для первого случая требуются эксперты с широким кругозором, а для второго – с большей степенью специализации. В случае разработки частных массивов для отдельных модулей больше вероятность попадания одинаковых ДЕ в разные модули.

Объединение частных массивов ДЕ предусматривает выявление одинаковых ДЕ и сведение их к одной ДЕ с несколькими входами и выходами. Это позволит определить наличие контуров, которые затем следует преобразовать в линейную структуру.

Коррекция учебных планов в данном случае заключается в том, чтобы заменить часть ДЕ новыми: возможно в рамках новой области знаний или с учётом изменения уже существующей в УП. После этого заново переформируется общий массив ДЕ, выстраиваются новые цепочки ДЕ и возможно меняется со-

держание отдельных УД. При этом появляется возможность автоматически получить состав ДЕ для каждой изменённой УД, что существенно упрощает переработку РПД с возможностью последующей автоматизации и этого процесса.

Предварительное структурирование должно выполняться по определённым правилам:

1) все учебные дисциплины разделяются на модули с тем, чтобы каждый модуль занимал менее одного семестра;

2) все вариативные дисциплины для начала выбираются односеместровыми с трудоёмкостью 3–5 зачётных единиц;

3) для каждого модуля формулируется цель, задачи изучения и содержание для последующего выделения ДЕ;

4) все ДЕ классифицируются:

а) по виду компетенций, отражающих:

– знания;

– умения;

– навыки;

б) степени общепринятости:

– общепринятые ДЕ на уровне законов, методов, способов и т. п. (например, второй закон Ньютона, метод численного интегрирования Рунге-Кутты);

– ДЕ, отражающие особенности изучения данной дисциплины (модуля) с точки зрения эксперта (например, правила оформления документации, методика проектирования конкретного объекта, выполнение конкретной операции в прикладной программе);

– новые результаты, не представленные ранее в учебной литературе и создаваемые впервые как ДЕ для учебного процесса;

в) степени детализации:

– максимально детализированные (например, теоремы с полным доказательством);

– средняя степень детализации (подробное объяснение без доказательств);

– общее представление (знакомство на уровне понятия);

г) автономности:

– ДЕ, используемые автономно (отдельные законы, понятия);

– ДЕ, используемые совместно с другими дидактическими единицами (в рамках методик и т. п.).

В результате создаётся база знаний по определённой тематике (программирование, моделирование, экспериментальные исследования и т. д.). Она является моделью *сознания* идеального учащегося. Можно представить себе учащегося с идеальной работоспособностью, идеальной памятью и достаточным временем для обучения (не нуждающегося, например, в дополнительном заработке и не теряющего времени на это), тогда получится идеальный вариант выпускника со 100-процентной степенью усвоения всего материала.

При этом возникают два вопроса. Какими должны быть знания идеального выпускника? Какими будут знания реального выпускника с учётом забывания, пропуска занятий, нехватки времени и т. д.?

Ответ на первый вопрос должен даваться детерминированными методами синтеза. Главное здесь обеспечить "втискивание" всего объёма ДЕ в ограниченные рамки времени, отпущенного на обучение (четыре года для бакалавриата). Результатом является учебный план с выделением учебных дисциплин, распределением их по семестрам. Каждая учебная дисциплина охватывает некоторый массив ДЕ и имеет некоторое (условное) название.

Ответ на второй вопрос даётся стохастическими методами анализа (имитационного моделирования) ранее синтезированного учебного процесса с учётом различных случайных факторов (забывчивости обучаемого, выпадения отдельных занятий, недостаточной квалификации преподавателей и т. д.). Результатом такого анализа является оценка реального усвоения ДЕ. При этом цели анализа могут быть разными:

- определить, сколько учебных дисциплин будет изучено с заданной степенью усвоения (100, 90 % и т. д.);

- определить, с какой степенью усвоения будет изучен основной корпус ДЕ (100, 90, 80, 50 % и т. д.).

Возможны и другие постановки задачи. В реальности ситуация может быть иной, и её оценку следует производить экспериментально с помощью оценочных средств. Можно использовать тестирование, классические экзамены и т. д.

Тестирование является очень эффективным способом оценки знаний, но оно даёт специфические результаты, которые нужно правильно интерпретировать. С одной стороны, с помощью тестирования можно проверить весь объём знаний (а не выборочно, как это происходит на обычном экзамене по билетам). С другой стороны, при тестировании проверяются не столько знания, сколько память обучаемого, т. е. только те

знания, которые он помнит. Очевидно, что далеко не всё необходимо помнить наизусть. Следует определиться по каждой ДЕ, какой контроль нужен для выявления того, как она усвоена. То есть появляется дополнительная задача – автоматизированное формирование контрольно-измерительных материалов с выбором их типа (тесты, творческие задания и др.). Следует их классифицировать и выбрать методику их формирования. Некоторые ДЕ могут проверяться автономно (по отдельности), а некоторые – ансамблями (совместно с другими). Автономная проверка ДЕ может быть разного рода. Их следует классифицировать с точки зрения типа контроля. Ансамблевая проверка может быть очень разнообразной в зависимости от того, какие ДЕ объединяются для совместного контроля. Например, совместное использование ДЕ по электротехнике может приводить к той или иной методике анализа цепей постоянного или переменного тока. Автономная проверка может быть сформирована автоматически, а ансамблевая – вручную.

Выводы

1. Предлагаемый подход в настоящее время реализуется в направлении детального анализа проблем, обозначенных в статье, с применением рассмотренных способов их решения.
2. Новизна предложенного подхода заключается в том, что предложено использовать в качестве основы для синтеза учебного плана массив дидактических единиц, формировать общий массив дидактических единиц из частных массивов дидактических единиц по областям знаний, формировать цепочки дидактических единиц, распределение их во времени и выделять на этой основе учебные дисциплины (возможно с нетрадиционным содержанием и названием), автоматически формировать массив дидактических единиц для контрольно-измерительных материалов.
3. Создание на данной основе алгоритмов и их программная реализация позволят автоматизировать синтез учебных планов, включая корректировку при изменении состава дидактических единиц.

Литература

1. Дамбаева С.В. Модели и методы принятия решений задачи формирования учебного плана специальности в условиях неопределённости: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Красноярск, 2004. – 24 с.
2. Демаков В.И. Математическое моделирование процесса формирования учебных планов для высших учебных заведений: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Иркутск, 2006. – 16 с.
3. Лавлинская О.Ю. Модели, методы и алгоритмы управления процессом оптимального формирования учебного плана с учётом внешних требований: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2008. – 17 с.
4. Наумова С.В. Модели и методы автоматизированного синтеза учебных планов высшего образования: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саратов, 2005. – 20 с.
5. Темралиева А.Я. Автоматизированная система формирования учебных планов с процедурой вычисления кредитов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Астрахань, 2004. – 28 с.
6. Трофимова О.К. Автоматизация процесса составления учебных планов вузов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1999. – 28 с.
7. Норенков И.П., Уваров М.Ю. База и генератор образовательных ресурсов / МГТУ им. Н.Э. Баумана // Информационные технологии. – 2005. – № 9. – С. 60–65.
8. Методологические проблемы автоматизированного формирования образовательных программ в рамках ФГОС ВПО / С.А. Бронов, Е.А. Степанова, Ю.М. Кудрявцева [и др.] // Современные информационные технологии и ИТ-образование: сб. изб. тр. VII науч.-практ. конф. – М., 2012. – С. 103–111.





УДК 556.06

О.Э. Петкун

ПРОГНОЗЫ ПРИТОКА ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ КРАСНОЯРСКОЙ ГЭС – ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ ЕНИСЕЙСКОГО ТОПЛИВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В статье рассмотрены физико-статистические зависимости для прогноза притока воды в водохранилище Красноярской ГЭС. На основе изучения гидрологического режима рек бассейна Красноярского водохранилища разработана методика и дана оценка точности прогноза.

Ключевые слова: водохранилище, гидрологический режим, прогноз, метод линейной множественной регрессии, метод построения прогностических моделей.

O.E. Petkun

FORECASTS OF THE WATER INFLOW INTO THE KRASNOYARSK HYDROPOWER ELECTRIC STATION RESERVOIR - FUNDAMENTALS OF THE HYDROPOWER RESOURCE CONTROL OF THE YENISEY FUEL AND ENERGY COMPLEX

The physical and statistical dependences for the forecast of water inflow into the reservoir of the Krasnoyarsk hydropower electric power station are considered in the article. Based on the study of the hydrological regime of the Krasnoyarsk reservoir basin rivers the methodology is developed and the forecast accuracy assessment is given.

Key words: reservoir, hydrological regime, forecast, method of linear multiple regression, method for developing forecast models.

Введение. За последние годы доля ГЭС в общей выработке электроэнергии заметно возросла. От эффективности работы гидроэнергетической отрасли зависит устойчивость развития народного хозяйства в целом. Для нормальной эксплуатации ГЭС необходимы долгосрочные прогнозы притока воды в водохранилища, на основании которых задаётся общий режим работы ГЭС на длительный период. Для расчёта притока необходимо определять практически все компоненты водного баланса водохранилища. Оптимальное регулирование стока рек выполняется в целях максимальной выработки энергии и в обеспечении интересов сторонних водопользователей. В настоящее время все крупные гидроэлектростанции связаны в единую энергосистему, зачастую работают в каскадах. Планирование их работы производится с учётом удовлетворения самых различных, порой противоречивых требований многочисленных отраслей народного хозяйства. Для минимизации холостых сбросов избытка воды через плотину необходимо на основе гидрологических прогнозов притока воды разработать соответствующий график оптимального режима работы ГЭС.

Рассмотрим гидрологический режим [4] рек бассейна Красноярского водохранилища. Приток воды в водохранилище осуществляется в основном за счет Енисея – 54,5 %, Абакана – 14, Тубы – 26,5 % и небольших притоков, впадающих в водохранилище, – 5 %. Общий приток воды к створу ГЭС составляет около 88 км³ с отклонением в многоводные годы до 120 км³, в маловодные 60–70 км³. За период весеннего половодья (апрель-июнь) в водохранилище поступает около 50 % годового стока, в летний период (июль-август) – 27, осенью (сентябрь-октябрь) – 17, за зиму (ноябрь-март) – 6 %.

Большинство рек, впадающих в водохранилище, берет начало в горах Саян, питание их осуществляется преимущественно за счет таяния снега и дождевых паводков. Значительные уклоны и подстилающие скальные породы способствуют быстрому стеканию поступившей влаги, а глубокий врез русел горных рек обеспечивает полный перехват просочившейся в грунт влаги. В связи с этим модули стока в горных районах большие. Так, в верховьях рек Абакана они составляют 20–25 л/с·км², в бассейне Тубы – 35–40, в районах Верхнего Енисея – 10–15 л/с·км² [2].

По характеру половодья и режиму стока в течение года горные реки бассейна Енисея (Туба, Абакан, Оя, Сыда, Сисим) можно отнести по классификации Б.Д. Зайкова к алтайскому типу. Большинство рек пита-

ется за счет весенне-летнего таяния снегов, летне-осенних дождей и подземных вод. Большая часть рек отличается невысоким и растянутым, имеющим гребенчатый вид, половодьем, вызванным одновременным таянием на разных высотах и летними осадками, повышенным летне-осенним стоком и низким стоком зимой.

Вскрытие рек происходит обычно в середине апреля, причем подъем воды начинается подо льдом. В ряде лет при вскрытии образуются заторы, вызывающие большие подъемы уровня. Половодье на Абакане и Тубе проходит обычно с апреля по июнь в виде нескольких волн. Наивысший уровень половодья наблюдается в конце мая – начале июня. В течение летне-осеннего периода проходит ряд дождевых паводков.

В осенний период, перед ледоставом, на многих реках наблюдается шугоход в течение 15–30 дней. Во второй половине октября начинается ледоход, к концу которого уровни достигают низшего в году положения. Ледостав наступает обычно в середине ноября, в начале ледостава происходит резкий подъем уровней, который сменяется плавным понижением его до весны. После установления ледостава русла этих рек подо льдом остаются значительно зашугованными, что понижает точность измеренных расходов воды осенью и в первые месяцы зимы.

Внутригодовое распределение стока на реках крайне неравномерное. Наибольший сток наблюдается в мае-июне, когда проходит половодье. В последующие месяцы сток постепенно уменьшается, достигая наименьших величин в зимние месяцы.

На территории, примыкающей к Красноярскому водохранилищу (Минусинская котловина, степная и лесостепная часть Хакасии по левобережью), протекают малые реки Тесь, Биря, Ерба и другие. Режим этих рек отличен от режима вышеприведенных горных рек. Степные и лесостепные районы сложены легкопроницаемыми породами и имеют малые уклоны, что способствует задержанию влаги и уменьшению стока.

Половодье на этих реках проходит в апреле, когда происходит таяние снега на самых низких зонах. Формирование половодья идет в виде одной дружной волны с относительно высоким максимумом, резким подъемом и спадом, после чего устанавливаются очень малые расходы (0,1–0,01 м³/с).

Влияние дождей в летний период на малых реках очень незначительное. Благодаря малым уклонам, распаханности земель по большой территории, хорошей фильтрации песчаных и супесчаных почв, большинство дождевой влаги идет на фильтрацию и испарение, почти не формируя дождевого стока [4].

Цель исследований. Разработать методику долгосрочного прогноза притока воды в Красноярское водохранилище на второй квартал.

Методы и результаты исследований. Рассмотрим два подхода к прогнозу поступления речного стока в Красноярское водохранилище. Первый подход – метод линейной множественной регрессии с выбором аргументов и оценкой весовых коэффициентов с использованием t-статистик, что позволяет количественно оценить вклад основных стокоформирующих факторов [5]. В результате получено уравнение для прогноза притока воды в Красноярское водохранилище за второй квартал, включающее данные наблюдений наиболее информативных станций и постов сети Росгидромета за снежным покровом, весенними осадками, средней декадной температурой, определяющими особенности развития половодья. Уравнения прогноза имеют вид:

- для выпуска прогноза в конце марта:

$$Q_{пр} = S_{общ} \cdot 7.014 + X_{III} \cdot 10.33 - T_{III} \cdot 11.4 + 875.11, \quad (R=0,89); \quad (1)$$

- для уточнения прогноза 20 апреля:

$$Q_{пр} = S_{общ} \cdot 8.84 + X_{общ} \cdot 29.97 + T_{общ} \cdot (-1.78) + 802.62, \quad (R=0,92), \quad (2)$$

где $S_{общ}$ – запас воды в снежном покрове на 20 марта по 6 пунктам снегомерных съемок (для формулы (1) – станции Оленья речка, Усинский тракт 12-18, Неожиданный прииск, для формулы (2) – Усинский тракт 2-14; Артемовск, Курагино); $X_{общ}$ – весенние осадки за соответствующий период по 4 информационным пунктам наблюдений (для формулы (1) – сумма температур за март в пункте Артемовск; для формулы (2) – сумма осадков за апрель в пункте Сосновка; за 3 декаду марта в пункте Сосновка; за апрель в пункте Туран); $T_{общ}$ – средняя температура воздуха, рассчитанная по данным наблюдений в 3 пунктах за соответствующие периоды (для формулы (1) – сумма температур за март в пункте Артемовск; для формулы (2) – сумма температур за 2 декаду марта в пункте Оленья речка, за 2 декаду апреля в пункте Туран). Расчеты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Прогноз притока воды в водохранилище Красноярской ГЭС за II квартал

Допустимая ошибка $\rho_x = 446 \text{ м}^3/\text{с}$							
Формула (1)				Формула (2)			
Прогноз, $\text{м}^3/\text{с}$	Факт, $\text{м}^3/\text{с}$	Ошибка, $\text{м}^3/\text{с}$	Ошибка, %	Прогноз, $\text{м}^3/\text{с}$	Факт, $\text{м}^3/\text{с}$	Ошибка, $\text{м}^3/\text{с}$	Ошибка, %
3641	3570	71	2	3650	3570	80	2,5

Таким образом, метод линейной множественной регрессии [5] в 2013 г. дал прогнозируемое значение притока в Красноярское водохранилище 3641 (формула (1)) и 3650 $\text{м}^3/\text{с}$ (формула (2)). Фактический приток составил 3570 $\text{м}^3/\text{с}$. Фактические ошибки прогноза притока по формулам (1) и (2) соответственно равны 71 и 80 $\text{м}^3/\text{с}$ (допустимая ошибка 446 $\text{м}^3/\text{с}$), т.е. прогноз оправдался по обеим формулам.

Второй подход – это метод построения прогностических моделей, разработанный А.В. Игнатовым (Институт географии СО РАН). Метод моделирования, заложенный в программу, опирается на математический аппарат теории вероятностей и математической статистики [3]. Результаты прогноза с помощью данного метода приведены в табл. 2.

Таблица 2

Прогноз притока воды в водохранилище Красноярской ГЭС за II квартал по методу А.В. Игнатова

Допустимая ошибка $\rho_x = 446 \text{ м}^3/\text{с}$							
Вариант 1				Вариант 2			
Прогноз, $\text{м}^3/\text{с}$	Факт, $\text{м}^3/\text{с}$	Ошибка, $\text{м}^3/\text{с}$	Ошибка, %	Прогноз, $\text{м}^3/\text{с}$	Факт, $\text{м}^3/\text{с}$	Ошибка, $\text{м}^3/\text{с}$	Ошибка, %
3649	3570	79	2	3607	3570	37	1

Данные табл. 2 показывают, что метод А.В. Игнатова [3] дал в 2013 г. прогнозируемое значение притока в Красноярское водохранилище 3649 (вариант 1) и 3607 $\text{м}^3/\text{с}$ (вариант 2). Фактический приток составил 3570 $\text{м}^3/\text{с}$. Фактические ошибки прогноза притока по вариантам 1 и 2 равны соответственно 79 и 37 $\text{м}^3/\text{с}$ (допустимая ошибка 446 $\text{м}^3/\text{с}$), т.е. прогноз оправдался по двум вариантам.

Заключение. Прогнозы притока воды в Красноярское водохранилище во втором квартале 2013 г. на основе разработанных методик оправдались на независимом материале. Авторские расчеты, выполненные на зависимом материале (45 лет) [1], показали достаточно высокие показатели качества методики прогноза.

Литература

1. Гидрологические ежегодники. Бассейн Енисея. – Обнинск, 1965–2012. – 360 с.
2. Бураков Д.А., Гордеев И.Н. Оценка предвесенних снегозапасов в бассейнах Красноярского и Саяно-Шушенского водохранилищ // География и природные ресурсы. – 2013. – № 1. – С. 72–78.
3. Игнатов А.В. Учебное пособие по программе «Modelling». – М., 2010. – 234 с.
4. Годовые отчеты ОАО «Красноярская ГЭС» за 2004–2010 гг. – Красноярск, 2004–2010.
5. Попов Е.Г. Гидрологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 256 с.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Антонова Н.В.* – доц. каф. делового иностранного языка, дир. Института международного менеджмента и образования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Бадмаева О.Б.* – канд. вет. наук, доц. каф. инноваций и бизнеса Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ
670024, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8
Тел.: (83012) 44-26-11
- Базаров С.М.* – д-р техн. наук, проф. каф. технологии лесозаготовительных производств Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Тел.: (8812) 670-92-46
- Байкалова Л.П.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Баянжаргал Б.* – асп. каф. микробиологии, вирусологии и ветсанэкспертизы Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ
670024, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8
Тел.: (83012) 44-26-11
- Бенькова А.В.* – канд. биол. наук, мл. науч. сотр. лаборатории структуры древесных колец Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50
Тел.: (8391) 249-50-53
- Боярская Н.П.* – канд. техн. наук, доц. каф. теоретических основ электротехники Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Бронов С.А.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. информационных систем и технологий в экономике Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Валяжонков В.Д.* – канд. техн. наук, доц. каф. лесных гусеничных машин Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Тел.: (8812) 670-92-46
- Васильева Л.С.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. гистологии, цитологии и эмбриологии Иркутского государственного медицинского университета, г. Иркутск
664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1
Тел.: (83952) 24-72-07
- Ватулич Д.С.* – асп. каф. лесоводства Приморской государственной сельскохозяйственной академии, г. Уссурийск
692510, г. Уссурийск, просп. Блюхера, 44
Тел.: (84234) 26-54-60
- Верт О.В.* – зам. дир. по информационно-методической работе Красноярской краевой станции юннатов, г. Красноярск
660100, г. Красноярск, ул. Киренского, 23
Тел.: (8391) 223-68-35
- Верхолат В.П.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории геоботаники Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159
Тел.: (8423) 231-01-93

- Волокитина А.В.* – д-р с.-х. наук, ведущий науч. сотр. лаборатории лесной пирологии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28
Тел.: (8391) 249-44-47
- Воронкова Н.М.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории биотехнологии Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159
Тел.: (8423) 231-01-93
- Ву Хай Куан* – асп. каф. лесных гусеничных машин Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Тел.: (8812) 670-92-46
- Вьдрин Е.В.* – ст. преп. каф. музееведения Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 89
Тел.: (8391) 263-95-30
- Гармаева Д.В.* – канд. биол. наук, доц., зав. каф. инновационных технологий в земледелии, животноводстве и ветеринарной медицине Иркутской государственной сельскохозяйственной академии, г. Иркутск
664038, г. Иркутск, пос. Молодежный, 1/1
Тел.: (3952) 23-70-52
- Герасимова Л.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. инженерной экологии Сибирского государственного аэрокосмического университета им. акад. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск
660014, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31
Тел.: (8391) 291-92-76
- Гончарова Я.С.* – канд. пед. наук, доц. каф. технологии конструкционных материалов и машиностроения Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, ул. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-87-81
- Горбунова Л.Н.* – канд. техн. наук, доц. каф. инженерной экологии и безопасности жизнедеятельности Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26б
Тел.: (8391) 291-22-37
- Демиденко Г.А.* – д-р биол. наук, проф. каф. агроэкологии и природопользования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-49-06
- Довгун В.П.* – д-р техн. наук, проф. каф. систем автоматики, автоматизированного управления и проектирования Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26б
Тел.: (8391) 291-22-37
- Довжик В.Л.* – канд. техн. наук, дир. ООО «Лесопромышленные машины, г. Санкт-Петербург
194291, г. Санкт-Петербург, Иркутский пер., 5
Тел.: (8812) 324-75-27
- Долматов С.Н.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологии и оборудования лесозаготовок Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-38-42
- Евтихова А.Н.* – гл. специалист Дирекции по особо охраняемым природным территориям Красноярского края, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, ул. Ленина, 41
Тел.: (9391) 265-25-94

- Еськова Е.Н.* – канд. биол. наук, доц. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Зайцева Н.Е.* – асп. каф. мирового сельского хозяйства и внешнеэкономических связей Российского государственного аграрного университета-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
Тел.: (8499) 976-34-90
- Зеленов К.В.* – студ. 6 курса заочного отделения Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Калиновский К.В.* – асп. каф. информационных систем и технологий в экономике Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Калягина Л.В.* – канд. техн. наук, доц. каф. бухгалтерского учета и статистики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Кириенко Н.Н.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Климук В.В.* – асп. каф. финансов, денежного обращения и кредита Балтийского федерального университета им. И. Канта, г. Калининград
225417, г. Калининград, ул. Невского, 14
Тел.: (84012) 53-62-60
- Климук Е.В.* – асп. каф. менеджмента Балтийского федерального университета им. И. Канта, г. Калининград
225417, г. Калининград, ул. Невского, 14
Тел.: (84012) 53-62-60
- Кожухова Е.В.* – асп. каф. растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Колесников А.С.* – асп. каф. агрохимии и агропочвоведения Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Колесняк И.А.* – асп. каф. государственного и муниципального управления Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 246-49-31
- Коротченко И.С.* – канд. биол. наук, доц. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Котенева Е.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. ландшафтной архитектуры и агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Краснобровкин П.С.* – асп. каф. системного анализа, управления и обработки данных Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 206-21-65

- Кривов Д.А.* – асп. каф. высшей и прикладной математики Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Крючкова О.Е.* – канд. биол. наук, доц. каф. экологии и природопользования Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 206-21-65
- Кунников Ф.А.* – асп. каф. экологии и защиты леса Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск
163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17
Тел.: (8182) 21-61-58
- Кушеев Ч.Б.* – д-р вет. наук, проф., проректор по научной работе Иркутской государственной сельскохозяйственной академии, г. Иркутск
664038, г. Иркутск, пос. Молодежный, 1/1
Тел.: (83952) 23-70-52
- Майоров И.С.* – канд. геогр. наук, доц. каф. экологии Школы естественных наук Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток
690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8
Тел.: (8423) 243-32-80
- Матвеев А.Д.* – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Института вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50
Тел.: (8391) 243-27-56
- Машуков Д.А.* – асп. лаборатории структуры древесных колец Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50
Тел.: (8391) 249-44-47
- Михайлов О.А.* – канд. техн. наук, доц. каф. проектирования специальных лесных машин Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Тел.: (8812) 670-92-46
- Мищенко Д.Д.* – асп. каф. информационных систем и технологий в экономике Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Нгуен Ван Лок* – асп. каф. экономической теории Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Тел.: (8812) 670-92-46
- Нестеров Е.Е.* – асп. каф. машин и аппаратов промышленных технологий Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-38-42
- Нечаев В.А.* – д-р биол. наук, ведущий науч. сотр. лаборатории орнитологии Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159
Тел.: (84232) 31-11-80
- Орловский С.Н.* – канд. техн. наук, доц. каф. безопасности жизнедеятельности Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09

- Острошенко В.В.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. лесоводства Приморской государственной сельскохозяйственной академии, г. Уссурийск
692510, г. Уссурийск, просп. Блюхера, 44
Тел.: (84234) 26-54-60
- Палкин Е.В.* – ст. преп. каф. технологии и оборудования лесозаготовок Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-52-34
- Петкун О.Э.* – асп. каф. природообустройства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Петровский Н.В.* – канд. техн. наук, доц., дир. Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства Россельхозакадемии, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, просп. Свободный, 66
Тел.: (8391) 244-95-56
- Попова Н.М.* – асп. каф. ботаники, физиологии и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Пуртова Л.Н.* – д-р биол. наук, зав. сектором органического вещества почвы Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159
Тел.: (8423) 231-01-93
- Разумов П.Е.* – асп. каф. международного менеджмента Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Розанова Т.С.* – канд. физ.-мат. наук, доц. каф. физики Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-52-34
- Романов В.Н.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Савченко А.П.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. прикладной экологии и ресурсоведения Института экономики, управления и природопользования Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 206-22-22
- Садовникова С.Г.* – вед. спец. Енисейского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 72
Тел.: (8391) 244-47-10
- Саловаров В.О.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. биологии зверей и охраны природы Иркутской государственной сельскохозяйственной академии, г. Иркутск
664038, г. Иркутск, пос. Молодежный, 1/1
Тел.: (83952) 23-70-52
- 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

- Силин В.Е.* – науч. сотр. НИИ аналитического мониторинга и моделирования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Соколов И.В.* – асп. каф. информационных систем и технологий в экономике Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Соловьев А.Н.* – канд. техн. наук, доц., зав. каф. геодезии и строительного дела Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург
194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
Тел.: (8812) 670-92-46
- Софронова А.В.* – асп. лаборатории лесной пирологии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28
Тел.: (8391) 249-44-47
- Степанова Е.А.* – доц. каф. делового иностранного языка Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: (8391) 206-22-22
- Терехова В.Ф.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. ботаники, физиологии и защиты растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: (8391) 227-36-09
- Трифонов Т.М.* – асп. Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства Россельхозакадемии, с. Восточное
680521, Хабаровский край, Хабаровский район, с. Восточное, ул. Клубная, 13
Тел.: (84212) 49-71-66
- Тюкавина О.Н.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. экологии и защиты леса Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск
163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17
Тел.: (8182) 21-61-58
- Федорченко И.С.* – асп. каф. автомобилей, тракторов и лесных машин Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, ул. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-87-81
- Феклистов П.А.* – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. экологии и защиты леса Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск
163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17
Тел.: (8182) 21-61-58
- Хабарова Е.П.* – асп. каф. экологии и защиты леса Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск
163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17
Тел.: (8182) 21-61-58
- Харченко В.А.* – мл. науч. сотр. заповедника «Уссурийский» ДВО РАН, г. Уссурийск
692519, г. Уссурийск, ул. Некрасова, 1
Тел.: (84234) 32-01-07
- Храброва Н.С.* – магистрант каф. систем искусственного интеллекта Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26б
Тел.: (8391) 291-22-37

Цыдыпов В.Ц.

– д-р вет. наук, проф., зав. каф. микробиологии, вирусологии и ветсанэкспертизы
Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ

670024, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8

Тел.: (83012) 44-26-11

Шмелева Ж.Н.

– канд. филос. наук, доц. каф. делового иностранного языка Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск

660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90

Тел.: (8391) 227-36-09

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА

<i>Калягина Л.В., Разумов П.Е.</i> Выявление показателей устойчивого развития сельских территорий Красноярского края методом факторного анализа.....	3
<i>Климук Е.В.</i> Сравнительная оценка межрегиональной торговли (на примере Калининградской и Брестской областей).....	10
<i>Климук В.В.</i> Материалоёмкость как важный фактор управления региональной экономикой (на примере предприятий Калининградской и Брестской областей).....	16
<i>Нгуен Ван Лок.</i> Экономика Вьетнама: её место и роль в международном разделении труда.....	20
<i>Зайцева Н.Е.</i> Транснациональные компании по производству сельскохозяйственной техники, их роль и развитие на российском рынке.....	24
<i>Колесняк И.А.</i> Особенности природных условий региона, определяющие объёмы, структуру производства и потребность в продуктах питания.....	29

ИНФОРМАТИКА

<i>Мищенко Д.Д.</i> Моделирование сложных динамических объектов.....	35
<i>Краснобровкин П.С., Мищенко Д.Д.</i> Распределённая система идентификации статических моделей стохастических объектов.....	40
<i>Матвеев А.Д.</i> Расчет тонких пластин и оболочек с применением многосеточных конечных элементов со свободными границами.....	44

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

<i>Пуртова Л.Н.</i> Использование оптических показателей в диагностике изменения экологического состояния агроземов Приморья.....	48
---	----

РАСТЕНИЕВОДСТВО

<i>Байкалова Л.П., Кожухова Е.В.</i> Оценка многолетних злаково-бобовых травосмесей при сенокосном использовании в Красноярской лесостепи.....	53
<i>Воронкова Н.М., Верхолат В.П.</i> Влияние глубокого замораживания на прорастание семян и рост растений <i>Kummerowia stipulacea</i> (Maxim.) Makino.....	58
<i>Романов В.Н., Петровский Н.В., Колесников А.С.</i> Продуктивность культур в зависимости от основной обработки почвы в условиях Красноярской лесостепи.....	63
<i>Терехова В.Ф., Попова Н.М.</i> Микрофлора и посевные качества семян полбы.....	66
<i>Демиденко Г.А.</i> Влияние препарата «Бункер» на рост и развитие семян пшеницы Тулунская 12.....	69
<i>Трифоновна Т.М.</i> Фитосанитарный мониторинг посадок смородины черной в Приамурье.....	77

ЭКОЛОГИЯ

<i>Майоров И.С.</i> Проблемы дифференциации стратегии и тактики природоохранной деятельности в разных экологических зонах на морских побережьях Дальнего Востока России.....	82
<i>Крючкова О.Е., Садовникова С.Г.</i> Видовое разнообразие и эколого-трофические особенности биоты макромицетов припоселковых лесов Красноярского края.....	88
<i>Евтихова А.Н., Савченко А.П.</i> Диагностические признаки береговой <i>Riparia riparia</i> L., 1758 и бледной <i>Riparia diluta</i> Sharpe et Wyatt, 1893 ласточек.....	93
<i>Еськова Е.Н., Коротченко И.С.</i> Влияние гумата натрия на морфометрические показатели тест-культуры в условиях загрязнения почв тяжелыми металлами.....	98
<i>Коротченко И.С., Кириенко Н.Н.</i> Ферментативная активность чернозема выщелоченного, загрязненного медью.....	103
<i>Нечаев В.А., Харченко В.А.</i> История орнитологических исследований в Уссурийском заповеднике Приморского края.....	109
<i>Софронова А.В., Волокитина А.В.</i> Разработка метода пирологической экспертизы на примере Юрубчено-Тохомского нефтегазового месторождения.....	117
<i>Демиденко Г.А., Котенева Е.В.</i> Эволюция экосистем лесостепной и степной зон Приенисейской Сибири в голоцене (по данным палеопедологического анализа).....	123
<i>Машуков Д.А., Бенькова А.В.</i> Различия в динамике роста листовенницы Гмелина на склонах северной и южной экспозиции северной тайги Центральной Эвенкии.....	127

АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Хабарова Е.П., Феклистов П.А., Кунников Ф.А.</i> Чистая продуктивность фотосинтеза в сосняке кустарничково-сфагновом осушенном.....	134
--	-----

<i>Тюкавина О.Н.</i> Состояние и рост сосны в лесопарке Ягры.....	138
<i>Острошенко В.В., Ватулич Д.С.</i> Применение стимулятора роста Альбит при выращивании сеянцев кедра корейского.....	144
ВЕТЕРИНАРИЯ И ЖИВОТНОВОДСТВО	
<i>Гармаева Д.В., Васильева Л.С., Кушеев Ч.Б., Саловаров В.О.</i> Состояние агранулоцитов в периферической крови и агранулоцитопоз у стрессированных животных с гипотиреозом.....	148
<i>Орловский С.Н., Зеленов К.В.</i> Работа таксы по кровяному следу.....	153
<i>Баянжаргал Б., Бадмаева О.Б., Цыдыпов В.Ц.</i> Эпизоотологические аспекты инфекционных болезней лошадей в Монголии.....	156
<i>Герасимова Л.А.</i> Иммуногенетические показатели базового генофонда скота популяции ОАО «Племзавод «Бородинский».....	160
ТЕХНИКА	
<i>Федорченко И.С., Гончарова Я.С., Нестеров Е.Е.</i> Методика определения дальности полета частиц грунта при работе грунтомета.....	165
<i>Горбунова Л.Н.</i> О законе распределения времени торможения ленточных конвейеров.....	169
<i>Долматов С.Н., Палкин Е.В.</i> Исследование параметров фрикционного взаимодействия при трении коры сосны и лиственницы по стали и резине.....	172
<i>Селиванов Н.И.</i> Эксплуатационные параметры колесных тракторов высокой мощности.....	176
<i>Бу Хай Куан, Валяжонков В.Д., Довжик В.Л., Михайлов О.А.</i> Исследование влияния передаточных чисел гидромеханических трансмиссий на технико-экономические показатели трелевочного трактора.....	184
<i>Базаров С.М., Соловьев А.Н.</i> Системный анализ технологической скорости процесса производства хлыстов комплексом лесных машин и механизмов	189
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ	
<i>Боярская Н.П., Довгун В.П.</i> Влияние светодиодных источников света на спектры токов и напряжений питающей сети.....	195
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ	
<i>Кривов Д.А.</i> Производство кедрового йогурта из семян сосны сибирской кедровой.....	200
<i>Силин В.Е.</i> Производство красящего концентрата из скорлупы семян кедровой сосны сибирской.....	203
КУЛЬТУРОЛОГИЯ	
<i>Выдрин Е.В.</i> Проблемы основания Туруханской миссии.....	206
ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	
<i>Антонова Н.В., Шмелева Ж.Н.</i> Проблемы трудоустройства выпускника современного учреждения высшего профессионального образования.....	209
<i>Палкин Е.В., Розанова Т.С., Верт О.В.</i> Развитие самостоятельной деятельности студентов посредством курсового проектирования.....	213
<i>Бронов С.А., Степанова Е.А., Калиновский К.В., Соколов И.В., Храброва Н.С.</i> Автоматизированный анализ и синтез учебных планов вуза на основе массива дидактических единиц.....	216
Трибуна молодых ученых	
<i>Петкун О.Э.</i> Прогнозы притока воды в водохранилище Красноярской ГЭС – основы управления гидроэнергетическими ресурсами Енисейского топливно-энергетического комплекса.....	222
Сведения об авторах	225