

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВПО “Иркутская государственная сельскохозяйственная  
академия”**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**  
**“ВЕСТНИК ИрГСХА”**

**Выпуск 51  
август**

**Иркутск  
2012**

Научно-практический журнал "Вестник ИрГСХА", 2012, выпуск 51, август.  
Scientific-Practical journal "Vestnik IrGSCHA", 2012, 51<sup>st</sup> edition, August.

Издается по решению Ученого совета Иркутской государственной сельскохозяйственной академии с ноября 1996 года.

It is edited under the decision of the Scientific Council of Irkutsk State Academy of Agriculture since November, 1996.

**Главный редактор:** Я.М. Иванов, проректор по учебной работе, д.т.н.

**Зам. главного редактора:** Н.А. Никулина, д.б.н.

**Ответственный секретарь:** Ч.Б. Кушеев, проректор по научной работе, д.в.н.

**Члены редакционной коллегии:** В.Н. Хабардин, д.т.н.; Л.А. Калинина, д.э.н.; В.О. Саловаров, д.б.н.; В.И. Солодун, д.с.-х.н.; Кудряшев Г.С., д.т.н.; проф. Ли Юнькван (Внутримонгольский сельскохозяйственный университет, г. Хух-Хот (КНР)); А. Бакей, д.э.н., проф. Монгольского государственного сельскохозяйственного университета (г. Улан-Батор, МНР); Дж. Йарсоо, доцент Стокгольмского университета (Швеция); К. Кузмова, доктор по растениеводству и агрометеорологии аграрного университета (г. Пловдив, Болгария); Г. Скшыпчак, проф., ректор Познаньского университета жизненных наук (Польша); Р. Горнович, д.б.н., проф. Познаньского университета жизненных наук (Польша); К. Гутковска, проф., ректор Варшавского университета жизненных наук (Польша); С.Н. Степаненко, д.ф.-м.н., ректор Одесского государственного экологического университета; Арынова Р.А., д.б.н. Семипалатинского государственного аграрного университета (Казахстан).

В журнале опубликованы работы авторов по разным тематикам: агрономии, мелиорации, биологии, охране природы, ветеринарной медицине, зоотехнии, механизации, электрификации, экономики и организации производства, учебному процессу, юбилею и памятным датам.

In the journal there are articles on different topics, such as: agronomy, land reclamation, biology, nature protection, veterinary medicine, zoo-technology, mechanization, electrification, economics and management, educational process, anniversaries, and memory dates.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-30938.

The journal is registered in the Federal Service for Supervision of Law Observance in the sphere of mass communications and Conservation of Cultural Heritage. Certificate of registration of a mass medium PI № FS77-30938.

Подписной индекс 82302 в каталоге агентства ООО "Роспечать" "Газеты. Журналы"

Subscription index 82302 in the catalogue of the Agency "Limited Liability Company "Rospechat", "Newspapers. Journals".

Рукописи, присланные в журнал, не возвращаются.

Авторы несут полную ответственность за подбор и изложение фактов, содержащихся в статьях; высказываемые ими взгляды могут не отражать точку зрения редакции.

Любые нарушения авторских прав преследуются по закону.

Перепечатка материалов журнала допускается только по согласованию с редакцией.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

The journal is included to the Russian index of scientific quoting of electronic library eLIBRARY.RU.

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий согласно решению Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России.

The journal is included to the leading reviewed journals and editions in accordance with the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Russian Ministry.

**ISSN 1999-3765**

© ФГБОУ ВПО "Иркутская государственная сельскохозяйственная академия", 2012, август

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Иваньо Я.М., Такаландзе Г.О.</i> Об интеграции образования, науки и производства в Иркутской государственной сельскохозяйственной академии.....	7
<b>АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ</b>	
<i>Лифантьева Н.А., Хуснидинов Ш.К.</i> Особенности роста и развития расторопши пятнистой в связи с ее интродукцией в условиях Предбайкалья.....	12
<i>Шеметова И.С., Шеметов И.И.</i> Использование мавританских газонов в озеленении селитебных территорий.....	18
<i>Tanko Kolev, Zhivko Todorov, Lyubka Koleva, Mariya Mangova</i> Testing italian varieties of durum wheat (Tr. durum Desf.) in the ecological conditions of Plovdiv region.....	24
<b>БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ</b>	
<i>Стом А.Д., Балаян А.Э.</i> Влияние ряда факторов на фототаксис личинок <i>Triholoptera</i> .....	30
<i>Волчатова И.В., Медведева С.А.</i> Ликвидация накопленных отходов углей с использованием агроэкологической биотехнологии.....	37
<i>Куприянова Н.Ю., Тимошенко Т.М.</i> Эпидемиологические особенности биогельминтозов в Иркутской области.....	46
<i>Лещук С.И., Очиржапова Д.Ц.</i> Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на здоровье населения.....	52
<i>Раченко М.А., Раченко Е.И.</i> Связь зимостойкости с размером и вкусом плодов яблони.....	61
<i>Таран Д.О., Саксонов М.Н., Бархатова О.А., Плеханов С.Е.</i> Изменение токсичности почв, загрязненных ароматическими соединениями, в присутствии вермикультуры и гуминовых веществ.....	66
<i>Худоногова Е.Г.</i> Обеззараживание лекарственного растительного сырья горца птичьего методом инфракрасного излучения.....	75
<i>M. Moore, K. Bego, C. Brown, R. Coogan, A. Fuiks, Y. Hernandez, K. Jordan, E. Mironciuc, A. Mutschlecner, M. Ruhl, R. Ruhl, N. Uhrain, K. Shchapov, V. Shchupruto, L. Titova, T. Hodge, N. Rodenhouse</i> Coupling of the littoral and pelagic food webs of lake Baikal.....	80

## **ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА. ЗООТЕХНИЯ**

*Лозовская Е.А., Силкин И.И.*

Мониторинг онкологических заболеваний мелких домашних животных в условиях города Иркутска..... 89

*Чхенкели В.А., Тихонов В.Л., Глушенкова Т.В., Мельцов И.В.*

Роль вирусных агентов в этиологическом многообразии желудочно-кишечных заболеваний телят в Иркутской области..... 94

## **МЕХАНИЗАЦИЯ. ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ**

104

*Бондаренко С.И., Лукина Г.В., Самаркина Е.В.*

Использования отходов слюды для очистки воды на объектах теплоэнергетики.....

*Бородин С.Г., Хабардин С.В., Хабардин В.Н., Чубарева М.В.*

111

Результаты анализа методов испытаний тракторных двигателей при определении их мощности.....

117

*Кузьмин А.Е., Пальвинский В.В.*

Показатели, характеризующие рабочий процесс гидравлического двигателя-насоса.....

124

*Немцев А.Е., Коротких В.В., Субочев С.В.*

Обоснование рационального уровня надёжности машин.....

## **ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

130

*Винокуров Г.М., Одинокова Е.О.*

Производство и реализация продукции пчеловодства в Иркутской области.....

135

*Дерунова Е.А.*

Формирование инновационной инфраструктуры в сельском хозяйстве.....

143

*Тяпкина М.Ф., Ильина Е.А.*

Современное состояние производства молока в Иркутской области.....

## **УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС**

149

*Агафонов В.С.*

Исторические аспекты возникновения тестов, их история и недостатки.....

## CONTENTS

<i>Ivan'o Ya.M., Takalandze G.O.</i> On integration of education, science and production in Irkutsk state academy of agriculture.....	7
<b>AGRONOMY. LAND-RECLAMATION</b>	
<i>Lifanteva N.A., Khusnidinov Sh.K.</i> Features of growth and development of silybum marianum in connection to its introduction under conditions of Pre-Baikal region.....	12
<i>Shemetova I.S., Shemetov I.I.</i> Use of moorish lawn for beautification of farmsteads.....	18
<i>Танко Колев, Живко Тодоров, Любка Колева, Мария Мънгова</i> Испытание итальянских сортов твердой пшеницы ( <i>Tr. durum Desf.</i> ) для экологических условий Пловдивского региона.....	24
<b>BIOLOGY. NATURE CONSERVANCY</b>	
<i>Stom A.D., Balayan A.E.</i> Influence of the row of factors on the phototaxis of larva <i>Trioptera</i> .....	30
<i>Volchatova I.V., Medvedeva S.A.</i> Liquidation of accumulated wastes of coal within the agroecological biotechnologies.....	37
<i>Kupriyanova N.Yu., Timoshenko T.M.</i> Epidemiological characteristics of biohelminthoses in Irkutsk area.....	46
<i>Leschuk S.I., Ochirzhapova D.Ts.</i> Anthropogenic contamination of atmosphere air and its influence on population's health.....	52
<i>Rachenko M.A., Rachenko E.I.</i> Connection between winter-hardiness and size and taste of apple fruits.....	61
<i>Taran D.O., Saksonov M.N., Barkhatova O.A., Plekhanov S.E.</i> Change in soil toxicity polluted by aromatic compounds in vermicultures and humic substances.....	66
<i>Khudonogova E.G.</i> Disinfection of medicinal vegetative raw material knot grass within the method of infrared radiation.....	75
<i>Мур М., Бего К., Браун К., Кугэн Р., Фойкс А., Эрнандез Ю., Джордан К., Мирончук Е., Мучлекнер А., Руль М., Руль Р., Урэн Н., Щапов К., Шунрото В., Титова Л., Ходж Т., Роденхауз Н.</i> Связь литоральной и пелагической пищевых сетей озера Байкал.....	80

## **VETERINARY MEDICINE. ZOOTECHNOLOGY**

*Lozovskaya E.A., Silkin I.I.*  
Monitoring of oncological diseases of small domestic animals in the city of Irkutsk..... 89

*Chkhenkeli V.A., Tikhonov V.L., Glushenkova T.V., Meltsov I.V.*  
Role of virus agents in etiological variety of gastro-intestinal diseases of young calves in Irkutsk region..... 94

## **MECHANIZATION. ELECTRIFICATION**

*Bondarenko S.I., Lukina G.V., Samarkina E.V.*  
Use of mica wastes for water cleaning at the objects of thermal engineering..... 104

*Borodin S.G., Khabardin S.V., Khabardin V.N., Chubareva M.V.*  
Analysis results of the methods of tractor engine testing by their power estimation..... 111

*Kuzmin A.E., Palvinsky V.V.*  
Parametres characterizing the working process of hydraulic engine-pump..... 117

*Nemtsev A.E., Korotkikh V.V., Subochev S.V.*  
Rationale for the level of reliability of machines..... 124

## **ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION**

*Vinokurov G.M., Odinokova E.O.*  
Production and realization of bee farming in Irkutsk region..... 130

*Derunova E.A.*  
Formation of innovative infrastructure in agriculture..... 135

*Tyapkina M.F., Ilina E.A.*  
Modern state of milk production in Irkutsk oblast..... 143

## **EDUCATIONAL PROCESS**

*Agafonov V.S.*  
Historical aspects of occurrence of tests, its history and disadvantages..... 149

**ББК 74.58**

**ОБ ИНТЕГРАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА В  
ИРКУТСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
АКАДЕМИИ**

<sup>1</sup>Я.М. Иваньо, <sup>2</sup>Г.О. Такаландзе

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия

<sup>1</sup>Экономический факультет

<sup>2</sup>Агрономический факультет

В статье рассматриваются некоторые направления развития аграрного высшего учебного заведения в сфере образования, науки и производства. Показана необходимость создания инновационной системы в академии на базе кафедр с развивающимися научными школами. Затрагиваются вопросы взаимодействия академии, товаропроизводителей и министерства сельского хозяйства региона. Анализируется опыт международных отношений с университетами стран Европы и Азии. Приведены примеры эффективной работы академии по каждому направлению интеграции.

*Ключевые слова:* наука, образование, сельскохозяйственное производство, законодательство, высшее учебное заведение.

**LBC 74.58**

**ON INTEGRATION OF EDUCATION, SCIENCE AND PRODUCTION IN IRKUTSK  
STATE ACADEMY OF AGRICULTURE**

<sup>1</sup>Ivan'о Ya.M., <sup>2</sup>Takalandze G.O.

Irkutsk State Academy of Agriculture, Irkutsk, Russia

<sup>1</sup>Economics faculty

<sup>2</sup>Agronomy Faculty

The paper considers the directions of the development of agrarian higher education institution in the sphere of education, science and production and its integration for the preparation of qualified workers for agriculture according to the new legislative documents and experience of the activity of the universities of other countries.

*Key words:* science, education, agricultural production, legislation, higher institution.

Согласно закону “О высшем и послевузовском профессиональном образовании” определены следующие принципы государственной политики:

- непрерывность и преемственность процесса образования;
- интеграция системы высшего и послевузовского профессионального образования Российской Федерации при сохранении и развитии достижений и традиций российской высшей школы в мировую систему высшего образования;
- конкурсность и гласность при определении приоритетных направлений развития науки, техники, технологий, а также подготовки специалистов, переподготовки и повышения квалификации работников;
- государственная поддержка подготовки специалистов, приоритетных направлений научных исследований в области высшего и послевузовского профессионального образования.

Исходя из этих принципов, новых тенденций развития образования и особенностей ВУЗа, учредителем которого является Министерство сельского хозяйства России, определяются приоритеты решения текущих и

перспективных задач в Иркутской государственной сельскохозяйственной академии.

В приведенных принципах закона, по сути, реализована идея интеграции образования, науки и производства, приобретающая особую актуальность в эпоху инновационного развития экономики страны согласно проекту “Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года”. Поскольку в этом документе определены приоритеты и инструменты государственной инновационной политики и задаются долгосрочные ориентиры субъектам инновационной деятельности, включая органы государственной власти всех уровней, науку и предпринимательский сектор, а также ориентиры финансирования сектора фундаментальной и прикладной науки, поддержки коммерциализации разработок, то очевидна направленность образовательной деятельности на тесную кооперацию с наукой для решения задач повышения эффективности производства и обеспечения кадрами с квалификацией, соответствующей требованиям инновационной политики государства. В стратегии подчеркивается, что она опирается на результаты всесторонней оценки инновационного потенциала, долгосрочный научно-технологический прогноз и должна стать ориентиром для разработки концепций и программ социально-экономического развития России, отдельных секторов и регионов.

Отсюда следует, что для соответствия направлений деятельности академии вектору инновационной политики государства необходимо внесение дополнений и корректировок в концепцию развития ВУЗа и документ “Положения о структурных подразделениях, отделах, службах и организации деятельности в Иркутской государственной сельскохозяйственной академии”. Понятно, что первоочередной задачей является продолжение направления деятельности по созданию условий для непрерывности и преемственности процесса образования “среднее профессиональное образование – бакалавриат – магистратура – аспирантура”. При этом необходимо расширение и углубление связей с сельскими школами, придавая новый импульс работе агроклассов как образовательных, научных и практических центров формирования будущих студентов ВУЗа. Очевидно, что решение этой задачи связано с постоянным повышением качественного состава преподавателей и обслуживающего персонала и интенсивным развитием материально-технической базы.

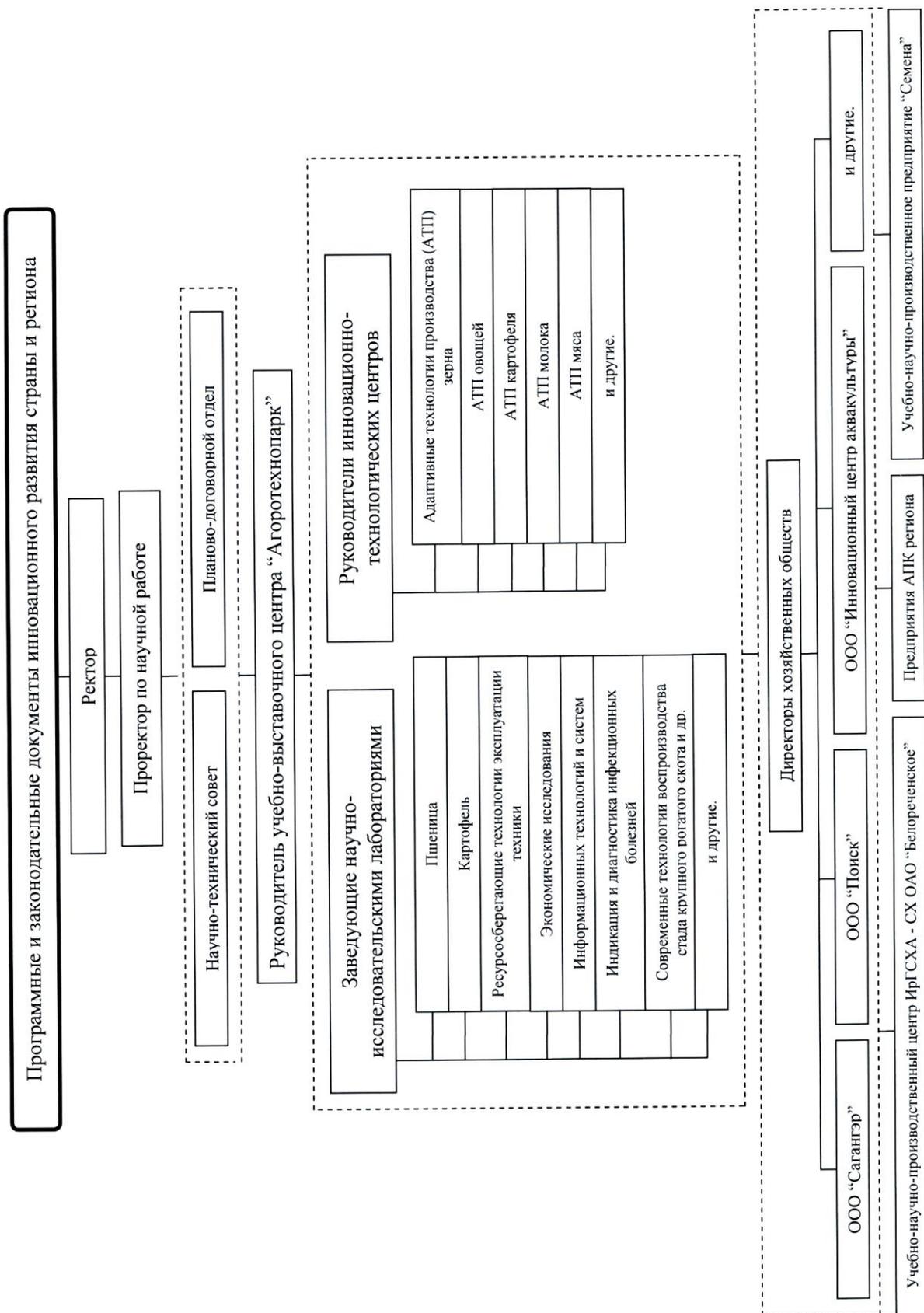
В академии осуществляется подготовка по 19 специальностям, 14 направлениям бакалавриата и 11 направлениям магистратуры. Система образования в ВУЗе позволяет готовить кадры по всем звеньям технологии получения продовольственной продукции – “производство-переработка-рынок”. Согласно анализу направлений и специальностей наиболее весомое место в структуре подготовки кадров занимает “Сельское и рыбное хозяйство” (58.1%) и “Экономика и управление” (20.3%). На укрупненные группы “Естественные науки”, “Геодезия и землеустройство”, “Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника”, “Образование и педагогика”, “Воспроизводство и переработка лесных ресурсов” приходится 21.6% учащихся. К этому следует добавить 15 специальностей аспирантуры, в которой обучается

более 130 аспирантов. При этом в структуре академии работают четыре учебно-опытных хозяйства, учебная ферма, учебные мастерские, ветеринарная клиника, ветеринарно-клинический комплекс, два профильных класса и др.

Для ускоренного развития непрерывности процесса образования следует кооперировать интеллектуальный труд и техническое оснащение различных кафедр для комплексного решения задач подготовки кадров и научного обеспечения студентов, аспирантов и производственников. На рисунке показана схема управления инновационной системой ВУЗа. Здесь систематизирован научный потенциал академии и структуры, позволяющие внедрять результаты интеллектуального труда в производство.

Очевидно, что созданные научно-технологические центры и лаборатории могли сформироваться только на основе многолетнего труда коллективов ученых академии, создавших девять научных школ. К традиционным научным направлениям можно отнести: 1) создание сортов яровой пшеницы и ранних и среднеранних сортов картофеля в условиях Восточной Сибири; 3) агро-экологические основы создания высокопродуктивных, устойчивых агроэкосистем; 4) применение природных метаболитов и их производных для повышения продуктивных качеств хозяйственно-полезных животных; 5) разработку ветеринарно-санитарных мероприятий для повышения воспроизводства стада животных, сохранность и продуктивность молодняка; 6) рациональные приемы и методы эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка; 7) технологии повышения уровня функциональной надежности систем электроснабжения и качества электрической энергии; 8) энерго- и ресурсосберегающие технологии механизации сельскохозяйственных процессов; 9) экономический механизм агропромышленного комплекса и устойчивое развитие сельских территорий; 10) экономико-математическое моделирование сельскохозяйственного производства в условиях неполной информации.

Тем не менее, основой образовательной и научной деятельности является кафедра. На ее базе формируются научно-исследовательские лаборатории и инновационно-технологические центры, а также хозяйственные общества. Кафедра – своеобразный исток, который постоянно подпитывает научно-производственные структуры. Поэтому от перспектив ее развития зависит качество процесса образования и научных исследований как двух составляющих, позволяющих обогащать друг друга. Конечным результатом такой деятельности является связь с производством в плане квалификации подготовленных кадров и внедрения инновационных технологий в различные сферы деятельности агропромышленного комплекса. Примером долгосрочного эффективного сотрудничества академии с производственным предприятием является учебно-научный производственный центр ИрГСХА - СХОАО “Белореченское”. На его базе ежегодно осуществляется реализация планов по образовательной, научной и внедренческой деятельности. Взаимное обогащение производственников и преподавателей знаниями углубляет взаимопонимание, ставит новые задачи и определяет способы их решения. Подобный опыт сотрудничества образовательного и производственного учреждения требует распространения.



**Рисунок - Схема управления инновационной системой ФГБОУ ВПО "Иркутская государственная сельскохозяйственная академия"**

В дополнение к этому необходимо постоянное взаимодействие академии с товаропроизводителями и министерством сельского хозяйства Иркутской области для эффективного управления образовательным процессом и внедренческой деятельностью.

В последние годы развивается сотрудничество с аграрными университетами европейских и азиатских стран. Заключено 28 соглашений с зарубежными партнерами. Международные связи осуществляются по следующим направлениям: 1) совместная разработка и участие в научных и образовательных грантах; 2) обучение иностранных студентов; 3) обучение студентов и аспирантов академии в зарубежных университетах; 4) стажировки студентов и аспирантов академии в других странах; 5) стажировки иностранных студентов и аспирантов в академии; 6) прохождения производственных практик по договоренности между ВУЗами; 7) проведение занятий профессорско-преподавательским составом академии и стран-партнеров; 8) повышение квалификации иностранных специалистов; 9) участие в международных конференциях; 10) публикация в зарубежных изданиях. Особо следует выделить всесторонние отношения с университетами Казахстана, Монголии и Польши, которые дополнительно способствуют оценке состояния ВУЗа и определению перспектив его развития для интеграции в процесс качественного и эффективного производства продовольствия в традиционно аграрной Иркутской области.

#### **Сведения об авторах:**

**Иваньо Ярослав Михайлович** – доктор технических наук, профессор кафедры информатики и математического моделирования экономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89148947219, e-mail: iasa\_econ@rambler.ru).

**Такаландзе Геннадий Орденович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8(3952)237330, e-mail: rector@igsha.ru).

#### **Information about the authors:**

**Ivan’o Yaroslav M.** - doctor of technical sciences, professor, department of informatics and mathematical modeling, economics faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk district, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89148947219, e-mail: iasa\_econ@rambler.ru).

**Takalandze Gennady O.** – candidate of agricultural sciences, assistant professor, department of agriculture and crop production, agronomy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk district, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 8(3952)237330, e-mail: rector@igsha.ru).

**АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ**

УДК 582.998.1: 581.522.68

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ  
В СВЯЗИ С ЕЕ ИНТРОДУКЦИЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ**

**Н.А. Лифантьева, Ш.К. Хуснидинов**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия  
Агрономический факультет

Расторопша пятнистая – ценное лекарственное растение с большим спектром действия. Зрелые плоды расторопши – семечки - служат основным сырьем при производстве лекарств для профилактики и лечения заболеваний печени различной этиологии. Препараты из расторопши являются гепатопротекторами, мембраностабилизаторами, антиоксидантами, оказывают общеукрепляющее и иммуномодулирующее действие. В статье приведены результаты изучения особенностей роста и развития расторопши пятнистой в связи с ее интродукцией в условиях Предбайкалья. Представлены основные этапы ее развития и биологические особенности, определена продолжительность вегетационного периода.

*Ключевые слова:* расторопша пятнистая, гепатопротектор, интродукция, онтогенез, фенологические фазы, вегетационный период.

UDC 582.998.1: 581.522.68

**FEATURES OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF SILYBUM MARIANUM IN  
CONNECTION TO ITS INTRODUCTION UNDER CONDITIONS OF PRE-BAIKAL  
REGION**

**Lifanteva N.A., Khusnidinov Sh.K.**

Irkutsk State Academy of Agriculture, Irkutsk, Russia  
Agronomy faculty

*Silybum Marianum* is a valuable herb with the big spectrum of action. The ripe fruits of *Silybum Marianum* serve as a raw material in production of medicine for prophylaxis and treatment of liver diseases of different etymology. The drugs with *Silybum Marianum* are hepatoprotectors, membrane stabilizers, anti-oxidizing agents which have the health-promoting and immunomodulatory effect. The article presents the results of the studies on the growth and development of *Silybum Marianum* in connection to its introduction under conditions of Pre-Baikal region. The basic stages of its development and biological features are presented; the duration of the vegetative period is defined.

*Key words:* *Silybum Marianum*, hepatoprotector, introduction, ontogenesis, phenological phases, vegetative period.

**Расторо́пша пятни́стая** (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) – ценное лекарственное растение с большим спектром действия. Зрелые плоды расторопши пятнистой – семечки - служат основным сырьем при производстве лекарств для профилактики и лечения заболеваний печени различной этиологии. Препараты из расторопши являются гепатопротекторами, мембраностабилизаторами, антиоксидантами, оказывают общеукрепляющее и иммуномодулирующее действие. В народной фитотерапии с лечебной целью используются сок из травы и корень расторопши. Расторопша пятнистая

известна и как пищевое растение, имеет кормовое значение, прекрасный медонос. Трава расторопши используется как зеленое удобрение и для закладки компостов [3].

Родина этого растения – Средиземноморье, откуда расторопша широко распространилась по всему земному шару. Произрастает в южных районах европейской части России, на юге Западной Сибири, на Кавказе и в Средней Азии. Растет обычно вдоль дорог, на заброшенных полях, пустырях и мусорных свалках, разводится в садах, огородах. Пригодных зарослей не образует, поэтому заготовка дикорастущих растений не проводится. Промышленные заготовки возможны только при культивировании [2].

В связи с интродукцией расторопши пятнистой в условиях Предбайкалья возникает необходимость изучения ее биологических особенностей как теоретической основы разработки зональной технологии возделывания. Поскольку в настоящее время биологические особенности расторопши пятнистой изучены недостаточно, это обстоятельство сдерживает ее интродукцию в регионе.

**Цель исследований** - изучение эколого-биологических особенностей и онтогенеза расторопши пятнистой.

**Методика проведения исследований.** В задачу исследований были включены вопросы, связанные с изучением особенностей роста, развития и продолжительности вегетационного периода. Исследования проводились на опытном поле кафедры сельскохозяйственной экологии Иркутской ГСХА. Полевые опыты закладывались по общепринятой методике [1]. Площадь опытных делянок 2м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Почвы опытного участка светло-серые лесные с низким естественным плодородием, предшественники – чистый пар и многолетние травы. Семена расторопши пятнистой были получены из ЦБС АН СССР в 1990г. Агротехнические условия при проведении полевых работ общеприняты. Минеральные удобрения в опытах не использовались. Норма высева с учетом лабораторной всхожести (57%) и массы 1000 семян (29 г) составила 22.9 кг/га. Уход заключался в прополке опытных посевов и рыхлении междурядий.

В годы проведения исследований климатические условия по своим характеристикам были близки к средним многолетним показателям. В 2011г. отмечена продолжительная весенне-летняя засуха с низкой температурой воздуха в начале вегетации расторопши пятнистой (май-июнь). Июль и август характеризовались теплой погодой с обильными осадками.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Интродукция теплолюбивых растений, к числу которых относится расторопша пятнистая [2], предполагает изучение комплекса биологических и технологических вопросов. Предбайкалье – регион с ограниченными агроклиматическими ресурсами, поэтому проблема интродукции представляла определенную сложность в осуществлении. Климат региона резко континентальный. Продолжительность безморозного периода в основных сельскохозяйственных районах колеблется от 73 до 116 дней. Сумма положительных температур составляет 1528-1576<sup>0</sup>С. Среднегодовая температура воздуха отрицательная –

1-2°C. Средняя температура самого теплого месяца – июля – составляет +17+18°C. Среднее многолетнее количество осадков на территории области - 350-450 мм. Характерной особенностью увлажнения территории региона является большая неравномерность выпадения осадков за период активной вегетации: 70-75% приходится на июль и август. Увлажнение первой половины вегетационного периода недостаточное [4].

В результате интродукционных испытаний было установлено, что в условиях Иркутской области расторопша пятнистая развивается как однолетняя культура.

Проведенные исследования показали, что при посеве 20 мая и глубине заделки семян 3см, появление всходов наблюдалось на 14-21 день (рис. 1). Было отмечено, что для расторопши пятнистой характерна неравномерность всходов (рис. 2). Появление новых всходов продолжалось до 1 июля. Средние показатели полевой всхожести составили 80%.



Рисунок 1 – Появление всходов.



Рисунок 2 – Неравномерность всходов.

Наблюдения показали, что расторопша пятнистая страдает от засоренности травостоя. В начале вегетации сорные растения угнетали ее посеvy. Однако во взрослом состоянии расторопша пятнистая ведет себя как виолентное растение. Обладая высокой конкурентной способностью, она подавляет все виды растений.

Для расторопши пятнистой характерна устойчивость всходов к заморозкам. Ее всходы переносят понижение температуры до -2-4°C.

Нами отмечена важная биологическая особенность расторопши пятнистой – ее засухоустойчивость. Несмотря на отсутствие атмосферных осадков в июне, отмечалось формирование розетки настоящих листьев и начало стеблевания растений.

Появление второй пары листьев – настоящих, с характерной для вида пятнистостью и формой (рис. 3), отмечалось на 22-28 день после сева, формирование розетки из 7-8 листьев – на 30-34 день (рис. 4).



Рисунок 3 – Фаза формирования настоящих листьев.

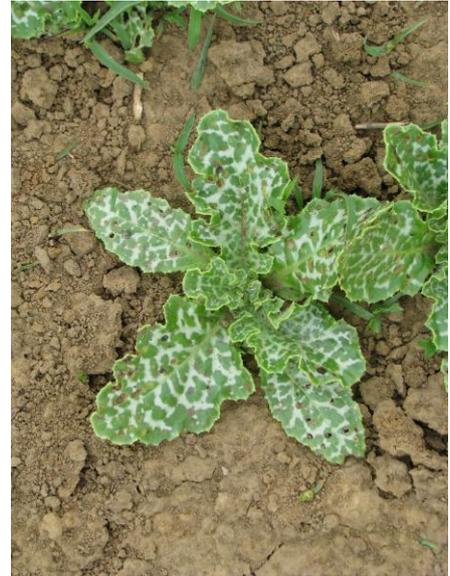


Рисунок 4 – Фаза розетки.

Интенсивное формирование стебля отмечалось в конце июля - начале августа. В ходе дальнейшего роста растения стебель разветвлялся на 3-7 и более боковых побегов первого порядка и от 3 до 18 побегов второго порядка с корзинками. Корзинки одиночные, размещались на верхушке главного и боковых побегов, диаметром 3-6 см. Фаза цветения начиналась с цветения центральной корзинки (с 10 по 20 августа), а затем с интервалом 7-10 дней зацветали корзинки на боковых побегах (рис. 5). Отмечена положительная реакция расторопши пятнистой на увлажнение второй половины лета. Наблюдалось интенсивное формирование стеблей первого и второго порядков, интенсивный линейный рост (рис. 6), ускорение процессов бутонизации и цветения.



Рисунок 5 – Фаза цветения.



Рисунок 6 – Линейный рост.

Созревание плодов начиналось с центральной корзинки (середина

сентября). Весьма важной биологической особенностью расторопши пятнистой является специфика формирования репродуктивных органов с высокой семенной продуктивностью. Количество созревших корзинок в расчете на одно растение колебалось от 1 до 5, семян в корзинке – от 120 до 240 шт.

Онтогенез расторопши пятнистой, календарные сроки наступления фаз развития, продолжительность межфазных периодов представлены в таблице.

**Таблица – Онтогенез расторопши пятнистой**

Фазы развития расторопши пятнистой	Календарные сроки наступления фаз (средний срок)	Средняя продолжительность межфазных периодов (дн.)
Посев	20.05	
Всходы (появление семядольных листьев)	3.06 – 10.06 (7.06)	17
Появление 2-х настоящих листьев (перекрещивание)	11.06 – 17.06 (14.06)	9
Формирование розетки (7-8 настоящих листьев)	21.06 – 1.07 (25.06)	11
Стеблевание	30.07 – 10.08 (5.08)	30
Формирование корзинок	5.08 – 10.08 (7.08)	5
Цветение	10.08 – 20.08 (15.08)	8
Формирование боковых побегов 1 порядка	10.08 – 15.08 (12.08)	7
Формирование боковых побегов 2 порядка	20.08 – 30.08 (25.08)	13
Созревание	12.09 – 20.09 (16.09)	31
Уборка	20.09	

Обращают на себя внимание некоторые очень важные особенности онтогенеза расторопши пятнистой. Во-первых, продолжительные периоды от посева до появления всходов и формирования общей архитектоники растения. Всходы расторопши пятнистой появляются только через 17 дней после посева, а на формирование стебля и листьев растение затрачивает до 50 дней. Во-вторых, для расторопши пятнистой характерен очень продолжительный период формирования репродуктивных органов. Созревание корзинок продолжалось 31 день. Фаза созревания отмечалась, за некоторым исключением, только на главном стебле и заканчивалась к концу второй декады сентября. На боковых побегах первого и второго порядков отмечалась лишь фаза бутонизации и цветения.

Расторопша пятнистая отнесена нами к растениям с продолжительным периодом вегетации. Ее вегетационный период составил 120-130 дней.

**Выводы.** 1. Проведенные учеты и измерения показали, что расторопша пятнистая – высокорослое растение. Средняя высота ее к концу вегетации составила 130-180 см, отдельные растения достигали 200 см и выше.

2. Отмечены важные биологические особенности расторопши пятнистой:

неравномерность всходов, слабая устойчивость к засорению в начале вегетации и высокая виолентность в последующие фазы роста и развития, засухоустойчивость, морозостойкость.

3. По продолжительности вегетационного периода расторопша пятнистая является позднеспелой яровой культурой и проходит полный цикл развития за 120-130 дней.

#### Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 5-е изд., доп. и перераб. – 351 с.

2. Задорожный А.М. Справочник по лекарственным растениям / А.М. Задорожный, А.Г. Кошкин, С.Я. Соколов, А.И. Шретер. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 415 с.

3. Пастушенков Л.В. Лекарственные растения: Использование в народной медицине и быту / Л.В. Пастушенков, А.Л. Пастушенков, В.Л. Пастушенков. – Л.: Лениздат, 1990. – 384 с.

4. Хуснидинов Ш.К. Растениеводство Предбайкалья / Ш.К. Хуснидинов, А.А. Долгополов. – Иркутск: ИрГСХА, 2000. – 462 с.

#### References

1. Dospheov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of the field experiment (with the bases of research results proceed-ing)]. Moscow, 1985, 351 p.

2. Zadorozhnyj A.M. *Spravochnik po lekarstvennym rastenijam* [Handbook of Medicinal Plants]. Moscow, 1988, 415 p.

3. Pastushenkov L.V., *Lekarstvennye rastenija: Ispol'zovanie v narodnoj medicine i v bytu* [Herbs: Use in traditional medicine and life]. Leningrad, 1990, 384 p.

4. Husnidinov Sh.K., *Rastenievodstvo Predbaikal'ja* [Crop Prebaikalia]. Irkutsk, 2000, 462 p.

#### Сведения об авторах:

**Лифантьева Наталья Александровна** – аспирант кафедры агроэкологии и агрохимии агрономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8(3952)237486, e-mail: agro12a@yandex.ru).

**Хуснидинов Шарифзян Кадирович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агроэкологии и агрохимии агрономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89501321919, e-mail: rector@igsha.ru).

#### Information about the authors:

**Lifantieva Natalia A.** – PhD student, department of agroecology and agrochemistry, agronomy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 8(3952)237486, e-mail: agro12a@yandex.ru).

**Khusnidinov Sharifzyan K.** – doctor of agricultural sciences, professor, department of agroecology and agrochemistry, agronomy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89501321919, e-mail: rector@igsha.ru).

УДК 635.9:712.42

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАВРИТАНСКИХ ГАЗОНОВ В ОЗЕЛЕНЕНИИ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

И.С. Шеметова, И.И. Шеметов

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия  
Агрономический факультет

Изучена общая декоративность мавританских газонов и эффективность применения цветущих растений в конструировании природно-ландшафтных композиций для озеленения селитебных территорий. Подобран оптимальный видовой состав цветущих растений как по эколого-биологическим свойствам, периоду цветения, так и по цветовой гамме для газонных травосмесей. Мавританские газоны из однолетних цветочных культур в дальнейшем могут использоваться как луговые газоны.

Цветущие газоны своей декоративностью оживляют любые ландшафтные композиции, могут использоваться там, где не удастся создать высокодекоративные газоны другого назначения. Цветущие газоны привлекают своим продолжительным, пышным цветением и богатством красок.

*Ключевые слова:* мавританский газон, декоративность, побегообразование, плотность, селитебные территории.

UDC 635.9:712.42

## USE OF MOORISH LAWN FOR BEAUTIFICATION OF FARMSTEADS

Shemetova I.S., Shemetov I.I.

Irkutsk State Academy of Agriculture, Irkutsk, Russia  
Agronomy Faculty

There have been studied the general Moorish decorative lawns, and the effectiveness of application of flowering plants in the construction of the natural landscape compositions for the beautification of farmsteads. The optimal flowering plant species composition for both ecological and biological properties, the period of flowering and for color of the lawn grass mixtures has been identified. Moorish lawns of the annual flower crops may be used as a meadow grass in the future.

Flowering lawns enliven all the landscape compositions by their decorative and they may be used where it is impossible to create high decorative lawn of other applications. Flowering lawns attract their long-terming, lush blooming and rich colors.

*Keywords:* Moorish lawn decoration, shoot formation, density, residential area.

Человеку всегда было свойственно любоваться красотой растительных форм - будь то силуэт дерева, очертания листа или нежная окраска цветка.

В озеленении городов и поселков, а также и на садовых участках необходимым декоративным элементом является газон. Велико значение газона для обогащения и украшения городского и сельского пейзажа, очищения городского воздуха. Газон оказывает благотворное успокаивающее действие на человека.

Гармоничная цветовая гамма декоративного газона, придавая эстетическую привлекательность селитебным территориям, обладает уникальной способностью увлекать своей контрастностью, влиять на эмоциональное состояние человека.

Основные недостатки создаваемых газонов – сильная изреженность

травостоя, его неоднородность, большая засоренность сорняками, использование преимущественно широколистных газонных трав.

Повышение культуры газонов – одна из главных сегодня задач современного озеленения городов и населенных пунктов [3].

С весны до поздней осени можно наслаждаться красотой цветущих газонов, шелковистой травой и яркими красочными цветами.

Однако вопросы конструирования газонных покрытий изучены слабо.

Не изученными остаются так называемые мавританские газоны, эффективность участия цветочных растений различных ботанических семейств, оценка их декоративности.

**Цель исследований** – подобрать оптимальный видовой состав для мавританских газонов, дать комплексную оценку созданным ландшафтными композициям.

**Методика проведения опытов.** В программу наших исследований были включены вопросы конструирования природно-ландшафтных композиций, с целью изучения их плотности побегообразования и декоративности. На опытном участке кафедры сельскохозяйственной экологии Иркутской ГСХА были проведены агроэкологические исследования цветущих (мавританских) газонов с целью выявления их устойчивости, продолжительности цветения в течение вегетационного периода и долголетия.

В задачи исследований входило: выявление и подбор растений, имеющих декоративное значение, чтобы цветение одних растений сменялось цветением других в течение всего вегетационного периода.

Посев семян был произведен на светло-серой лесной глинистой почве, способ посева рядовой, площадь делянки составляет 4 м<sup>2</sup>.

За 15 дней до посева семян газонных трав было проведено фрезерование почвы на глубину 15 см с последующим боронованием и прикатыванием.

Посев газонных травосмесей произвели с заделкой семян на глубину 1.5-2 см.

На экспериментальном участке были высеяны 5 видов цветочных газонов: “Оранжевое настроение”, “Розовый закат”, “Сиреневый туман”, “Невеста”, “Цветочная поляна”. В соответствии с названием данных травосмесей в состав входили семена цветочных культур подобранные по цветовой гамме к каждому газону.

Посев был произведен двумя способами с различным распределением семян по площади делянок.

Первый способ заключался в смешивании семян злаков и цветочных культур, высевались семена одновременно в смеси.

Вторым способом семена цветочных культур засеивались нами сразу после злаков. Глубина заделки семян цветочных культур была на 0.5 см меньше, чем злаков.

**Таблица 1 – Экспериментальные газонные покрытия**

Название газона	Цветовая гамма газона	Видовой состав газона
“Оранжевое настроение”	Оранжево-желтая	Эшшольция оранжевая, гроссгеймия желтая, календула махровая, венидиум, диморфотека выемчатая, гайлардия, тагетес. Овсяница красная, райграс пастбищный, мятлик луговой.
“Розовый Закат”	Розово-малиновая	Гипсофила ползучая розовая, василек луговой розовый, сальвия хорминовая, смолевка, нигелла, лаватера, конвольвулюс розовый, гипсофила изящная, клевер розовый, гелихризум. Овсяница красная, райграс пастбищный, мятлик луговой.
“Сиреневый туман”	Синяя, сиреневая, фиолетовая	Немофила, конвольвулюс, нигелла, лен многолетний, эхиум гибридный, василек синий, анхуза конская, нолана, незабудка, гиля головчатая, колокольчик средний. Овсяница красная, райграс пастбищный, мятлик луговой.
“Невеста”	Белая	Василек белый, гипсофила ползучая, эшшольция белая, конвольвулюс белый, клевер белый, иберис, лаватера, космея белая. Овсяница красная, райграс пастбищный, мятлик луговой.
“Цветочная поляна”	Пестроцветная	Василек голубой, василек белый, эшшольция оранжевая, белая, розовая, гесперис, гипсофила изящная розовая, гипсофила изящная белая, мак восточный, мак многолетний сеянка, мак махровый бордовый, гиля головчатая, космея белая, космея розовая, лаватера, нигелла розовая, нигелла белая, нигелла голубая, лунария, нолана, клевер розовый. Овсяница красная, райграс пастбищный, мятлик луговой.

**Таблица 2 – Видовой состав растений мавританских газонов**

Название газона	Видовой состав растений	Норма высева семян, г/м <sup>2</sup>	Удельный вес растений в смеси, %	Цветовая гамма газона
“Оранжевое настроение”	Злаковые	30	75	Оранжево-желтая
	Цветочные	10	25	
“Розовый закат”	Злаковые	30	75	Розово-малиновая
	Цветочные	10	25	
“Сиреневый туман”	Злаковые	30	75	Синяя, сиреневая, фиолетовая
	Цветочные	10	25	
“Невеста”	Злаковые	30	75	Белая
	Цветочные	10	25	
“Альпийский луг”	Злаковые	30	75	Пестроцветная
	Цветочные	10	25	
“Ковер падишаха”	Злаковые	30	75	Красно-желтая
	Цветочные	10	25	
“Северное сияние”	Злаковые	30	75	Бело-розово-голубая
	Цветочные	10	25	

**Результаты исследований.** Проведенные в течение вегетационного периода 2011 года наблюдения свидетельствуют о том, что для создания красивого и долговечного газона необходима основательная подготовка, с привлечением видов трав, наиболее перспективных для культурных газонов: мятлика лугового, овсяницы красной.

По мнению Тельпуховской А.А., это наиболее перспективные травы для создания высоко декоративных газонов в условиях Предбайкалья [3].

Первые всходы появились через семь дней после посева. Через месяц отмечали цветение первых растений – эшшольции различной окраски, диморфотеки. Пика декоративности цветущий газон достиг в июле-августе, когда разнотравье полностью закрыло собой почвенный покров. Наиболее декоративными оказались цветущие газоны “Оранжевое настроение”, “Невеста”, “Цветущая поляна”.

При характеристике цветущих (мавританских) газонов оценивают не только цветовую гамму, но и распределение цветущих растений по площади.

В.А. Тюльдюков отмечает, что при совместном произрастании злаковые травы зачастую мешают нормальному росту и цветению растений [2].

Плотность побегообразования цветущих газонов играет меньшую роль при оценке качества данных газонов, чем декоративность. Злаковые растения служат зеленым фоном для красивоцветущих декоративных растений. В отличие от других видов газонов удельный вес злаковых формирующих для цветов “зеленый ковер” составил 75%. Цветущие газоны превосходят другие виды по технологичности.

Нами использовались виды декоративных растений, различных биологических семейств. Оценку качества мавританских газонов проводили по количеству растений на 1 м<sup>2</sup> и декоративности.

Исходя из полученных результатов, представленных в таблице 3, следует, что способ высева семян оказывает влияние на густоту травостоев цветущих газонов. Раздельный высев семян злаковых и цветочных культур создает условия для стартового роста цветущих растений, ослабляя конкурентоспособность злаковых трав. Норма высева для цветущих газонов составила 40 г/м<sup>2</sup>, доля цветов – 25% от общей массы семян.

Цветочный газон “Оранжевое настроение” с солнечной окраской цветов на протяжении двух месяцев с июля по сентябрь отличался высокой декоративностью. В его состав вошли цветочные культуры, не превышающие высоту 40 см, которые органично смотрелись на фоне сочной зелени покрова злаков.

“Сиреневый туман” выглядел эффектно на протяжении трех недель с 15 июля по 8 августа, основную привлекательность данному газону придавала анхуза конская с сиреневыми соцветиями на высоком стебле, сквозь которые просматривались нежные голубые цветы льна многолетнего и колокольчика среднего. По окончании цветения анхузы конской, данный газон утратил свою декоративность и во второй половине августа потребовалось скашивание растений.

Цветочный газон “Невеста” на протяжении всего июля и первой недели

августа белоснежный, как фата невесты, радовал взор. Воздушность и легкость данному газону придавала гипсофила изящная, белые васильки и эшшольция, на смену которым расцвел клевер белый. С началом августа данный газон несколько утратил эстетическую привлекательность, в виду того, что из всех входящих в состав смеси цветочных культур продолжал цвести только клевер белый. Недостатком данной смеси является непродолжительный период цветения высоко декоративных растений.

С наиболее продолжительным и декоративным цветением нами отмечен мавританский газон “Цветущая поляна”, в состав которого входит более 16 разновидностей цветочных культур, которые посменно сменяли друг друга цветением растений различной окраски, что придавало данному газону особую привлекательность. Цветущие растения органично сменяли клевер и злаки. Цветы различной окраски образовали пестрый ковер с абстрактным рисунком. Цветочные культуры с различной высотой растений и одновременным цветением придавали газону динамичность.

Наиболее декоративный эффект всех видов цветочных газонов был достигнут вторым способом посева семян. На делянках, где семена цветочных культур были высеяны после злаков, нами отмечено более равномерное распределение цветов на засеянной площади. Цветение отмечалось нами до поздних заморозков. Скашивание газонов провели во второй декаде сентября после осеменения растений (табл. 3).

**Таблица 3 – Количественная оценка травостоя мавританских газонов**

Название газона	Продолжительность цветения, дней	Количество растений на 1м <sup>2</sup>			
		злаковый компонент	цветущие растения	злаковый компонент	цветущие растения
		1 способ		2 способ	
“Оранжевое настроение”	96	10032	48	10464	65
“Розовый закат”	76	8256	52	9072	73
“Сиреневый туман”	38	8208	41	7776	89
“Невеста”	82	8412	63	9888	95
“Цветочная поляна”	107	11616	76	10904	131

Для комплексной оценки газонных покрытий А.А. Лаптевым [2] предложена оценочная шкала. Качество газонов оценивается как произведение продуктивности, или плотности сложения травостоя и общей декоративности по 20-ти балльной шкале.

При комплексной оценке мавританских газонов (табл. 4) выявлено, что сконструированные газонные покрытия соответствуют предъявляемым требованиям. Отличную оценку получили мавританские газоны “Оранжевое настроение” и “Цветочная поляна”. Качество газона “Невеста” оценено нами как хорошее, “Розовый закат” и “Сиреневый туман” - удовлетворительное.

Таблица 4 – Комплексная оценка мавританских газонов

Название газона	Плотность травостоя, (баллы) (А)	Общая Декоративность, (Б)	Общая максимальная оценка качества, (баллы), (C=A*B)	Качество газона
“Оранжевое Настроение”	5	5	25	Отличный
“Розовый закат”	4	4	16	Удовлетв.
“Сиреневый туман”	4	4	16	Удовлетв.
“Невеста”	4	5	20	Хороший
“Цветочная поляна”	5	5	25	Отличный

Изящная красота цветущих газонов постепенно становится неотъемлемой частью пейзажа.

Визуальная оценка общей декоративности газонных покрытий позволили высоко оценить их качество, поэтому показателю все газонные покрытия были оценены на “отлично”, за исключением газона “Сиреневый туман”.

При этом конечно нужно исходить из того, что нельзя разрушать уже сложившееся биологическое равновесие и органичный вид цветущего газона.

Пейзажный или природно-ландшафтный стиль гармонично вписывается при озеленении парков, жилых массивов, на приусадебных участках и характеризуется свободным расположением растений в сочетании с простыми абстрактными рисунками.

Экспериментальные газонные покрытия, оцененные нами на “отлично”, соответствуют предъявляемым требованиям и могут применяться при благоустройстве населенных пунктов, придавая эстетическую привлекательность на протяжении всего вегетационного периода.

Наиболее декоративный эффект всех видов цветочных газонов был достигнут вторым способом посева семян. На делянках, где семена цветочных культур были высеяны после злаков, нами отмечено более равномерное распределение цветов на засеянной площади. Цветение отмечалось нами до поздних заморозков. Скашивание газонов провели в третьей декаде сентября после обсеменения растений. Во второй и последующие годы, для увеличения декоративности цветочных газонов необходимо производить подсев однолетних цветущих культур.

#### Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для вузов, 5-е изд., перераб. и доп./ Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
2. Лантев А.А. Справочник работника зеленого строительства / А.А. Лантев, Б.А. Глазачев, А.С. Маяк. – К.: Будівельник, 1983. – 152 с
3. Тельпуховская А.Г. Цветы нашего сада / А.Г. Тельпуховская. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1991. – 228 с.

4. Тюльдюков В.А. Газоноведение и озеленение населенных территорий / В.А. Тюльдюков, И.В. Кобозов, Н.В. Парахин; Под ред. В.А. Тюльдюкова. – М.: Колос, 2002. – 264 с.

#### References

1. Dospheov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [The technique of field experience (with the fundamentals of statistical analysis of research results)]. Moscow, 1985, 351 p.
2. Laptev A.A., Glazachev B.A., Majak A.S. *Spravochnik rabotnika zelenogo stroitel'stva* [Directory of employee and other green building]. Kiev, 1983, 152 p.
3. Tel'puhovskaja A.G. *Cvety nashego sada* [Flowers of our garden]. Irkutsk, 1991, 228 p.
4. Tjul'djukov V.A., Kobozov I.V., Parahin N.V. *Gazonovedenie i ozelenenie naseleennyh territoriy* [Gazonovedenie populated areas, and landscaping]. Moscow, 2002, 264 p.

#### Сведения об авторах:

**Шеметова Инна Сергеевна** – кандидат биологических наук, ассистент кафедры агроэкологии и агрохимии агрономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89246350073, e-mail: inna198410@mail.ru).

**Шеметов Игорь Иванович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агроэкологии и агрохимии агрономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89246091799, e-mail: igor197709@mail.ru).

#### Information about the authors:

**Shemetova Inna S.** – candidate of biological sciences, assistant, department of agroecology and agrochemistry, agronomy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89246350073, e-mail: inna198410@mail.ru).

**Shemetov Igor I.** – candidate of agricultural sciences, assistant professor, department of agroecology and agrochemistry, agronomy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89246091799, e-mail: igor197709@mail.ru).

UDC УДК 633.112.1:631.526.32(497.2)

### TESTING ITALIAN VARIETIES OF DURUM WHEAT (TR. DURUM DESF.) IN THE ECOLOGICAL CONDITIONS OF PLOVDIV REGION

<sup>1</sup>Tanko Kolev, <sup>1</sup>Zhivko Todorov, <sup>1</sup>Lyubka Koleva, <sup>2</sup>Mariya Mangova

<sup>1</sup> Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria

<sup>2</sup> Institute for plant and genetic resources, Sadovo, Bulgaria

During the period 2006-2009 we tested the following Italian varieties of Durum wheat: “Saragola”, “Latinur”, “Meridiano” and “Svevo” in a field experiment performed in the region of the Study and Experimental field of the Department of ‘Plant growing’ at the Agricultural University of Plovdiv.

The experiment was performed in compliance with the block method; it was repeated four times, whereas the size of the crop field was 15 m<sup>2</sup>. We compared the tested varieties with the Bulgarian standard for productivity Progress. The purpose of this experiment was to find out the productivity of some Italian varieties of Durum wheat in the ecological conditions of Plovdiv

region.

It was found out that the highest yield of grain was achieved by the Italian variety of Durum wheat “Meridiano” – 3.36 t/ha with 290 kg/ha (9.4 %), next followed the variety “Svevo” – 3.25 t/ha with 180 kg/ha (5.9%) more than the standard. With regards to productivity, the variety “Saragola” was equal to Progress, while variety “Latinur” achieved lower yield quantities.

*Key words:* Italian varieties of Durum wheat, ecological conditions, productivity.

УДК 633.112.1:631.526.32(497.2)

**ИСПЫТАНИЕ ИТАЛЬЯНСКИХ СОРТОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (Tr. durum Desf.)  
ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЛОВДИВСКОГО РЕГИОНА**

<sup>1</sup>Танко Колев, <sup>1</sup>Живко Тодоров, <sup>1</sup>Любка Колева, <sup>2</sup>Мария Мънгова

<sup>1</sup>Аграрный университет, г. Пловдив, Болгария

<sup>2</sup>Институт растительных генетических ресурсов, г. Садово, Болгария

В 2006-2009 гг. в полевом опыте в районе учебно-экспериментального поля кафедры растениеводства Аграрного университета Пловдива были испытаны итальянские сорта твердой пшеницы: “Saragola”, “Latinur”, “Meridiano” и “Svevo”.

Эксперимент был проведен блочным методом в четырех повторениях с размером урожайной парцелли в 15 м<sup>2</sup>. Испытанные сорта сравнивали со стандартом Болгарии на продуктивность Progress. Целью исследования было изучение продуктивности некоторых сортов твердой пшеницы для экологических условий Пловдивского региона

Было установлено, что самый высокий урожай зерна был у итальянского сорта твердой пшеницы “Meridiano” – 3.36 т/га с 290 кг/га (9.4%) выше стандарта, затем следует сорт “Svevo” – 3.25 т/га - с 180 кг/га (5.9%) выше стандарта. Продуктивность сорта “Saragola” приравнивается к стандарту, в то время как продуктивность сорта “Latinur” оказалась ниже стандарта.

*Ключевые слова:* итальянские сорта твердой пшеницы, экологические условия, производительность.

**INTRODUCTION.** A variety with its genetically determined capacity is an effective means for the increase of productivity [3, 4] and the quality of the crop production [2, 6, 9].

During the last several years we observed considerable success in the selection of Durum wheat abroad [1] and in Bulgaria too. As a result of the combination of the classic selection methods with the contemporary methods, a number of new varieties of Durum wheat were created [10]. While growing the most suitable varieties for a certain region of the country under the combined influence of the respective soil and climate conditions [5], and optimal technology [7], the negative impact of the ecological conditions can be reduced [12].

During the performance of our experiment we set ourselves the goal to test the productivity of some Italian varieties of Durum wheat in the ecological conditions of Plovdiv region.

**MATERIAL AND METHODS.** The experiment was performed for a period of three years (2006-2009) in the Study and Experimental field of the Department of “Plant growing” at the Agricultural University of Plovdiv. The field experiment was performed in compliance with the block method, it was repeated four times, whereas the size of the crop field was 15 м<sup>2</sup>, on alluvial-meadow soil (Molic Fluvisols according to FAO – Food and Agriculture Organization), which is characterized by

average sandy and clay mechanic content, content of humus 1-2%, pH 7.7, presence of carbonates up to 7.4%, and lack of salts. In the soil layer of 0-20 cm the content of the main nutritional elements was as follows: N – 15.6 mg/1000 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 32 mg/100 g, K<sub>2</sub>O – 47 mg/100 g [8].

The following Italian varieties of Durum wheat were tested (*Triticum durum* Desf.) – “Saragola”, “Latinur”, “Meridiano” and “Svevo”. As a standard of productivity we took the Bulgarian variety Progress. The Durum wheat was grown in compliance with the traditionally approved technology [11] on a field where previously was grown sunflower. The sowing was made within the optimal term (20.X - 5.XI). The experiment was fertilized by N<sub>12</sub> P<sub>8</sub>, as the whole quantity of phosphorous fertilizer was imported before the main cultivation, while the nitrogen – 1/3 before sowing, and 2/3 early in the spring as a means of nutrition.

We reported the structural elements of the yield like length of the wheat spike (cm), number of grains in the spike, mass of the grains in the spike (g) and height of the plants (cm), while physical indicators which we reported were – mass of 1000 grains (g) and hectoliter mass (kg). The Yield of grain (t/ha) has reported for each variety.

The obtained values of the tested indicators were processed in accordance with the method of the dispersion analysis.

**RESULTS AND DISCUSSION.** During the tree years of the experiment there were no substantial deviations from the temperature conditions in comparison to the long-year period (1965-1995). The amount of rainfalls during the vegetation period of the Durum wheat in the years was as follows: 2006-2007 – 485.9 mm; 2007-2008 – 491.7 mm and 2008/2009 – 369.7 mm, while for the thirty-year period this value is 410.0 mm. In relation to the quantity of rainfalls during the vegetation of the crop, the years during which the experiment was performed can be characterized shortly as follows: the first one – dry; the second one – normal, and the third one – averagely dry. The period of the experiment comprises years, which to considerable extent; reflect the rainfall diversity in the Plovdiv region. The distribution of the rainfall quantities during the vegetation period was most beneficial for the development of the Durum wheat during the second year, while least beneficial – during the third year of the experiment. The drought which occurred during the first year in the month of April and the first two decades of May, when the rainfalls were just 31.2 mm which was extremely insufficient, and in combination with the higher temperatures, they hindered the blooming and the normal fertilization and grain formation. These conditions of the climate during the harvested year 2007 influenced in a negative way the productivity of the tested varieties of hard wheat.

The productivity of the Durum wheat depends mainly on the variety and its genetic capacity, but the ecological conditions of the region where it is grown, influence it considerably too (table 1).

Table 1 – Grain yield, t/ha

Variety	2006-2007	2007-2008	2008-2009	Average	
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	%
Progress	2.51	3.69	3.01	3.07	100.0
Saragola	2.35	3.90	3.11	3.12	101.6
Latinur	2.10	3.28	2.73	2.70	87.9
Meridiano	2.79	4.04	3.25	3.36	109.4
Svevo	2.65	3.96	3.15	3.25	105.9
GD 5 %	0.26	0.31	0.24		

The obtained yield of grain from all the tested Italian varieties of Durum wheat was highest during the harvest year 2008, which was most beneficial for the development of the plants, while the lowest yield was recorded during the non-beneficial year of 2007. From the tested varieties, these which demonstrated higher productivity compared to the standard “Progress” were – “Meridiano” and “Svevo”. Averagely, for the experimental period 2006-2009 in the conditions of Plovdiv region, the variety “Meridiano” gave the highest yield of grain – 3.36 t/ha, as the harvested quantity exceeded that of the standard with 290 kg/ha (9.4%), while variety “Svevo” – 3.25 t/ha, which was with 180 kg/ha (5.9%) more grains than Progress. Variety “Saragola”, without explicit mathematical evidence exceeded the yield of the standard by 50 kg/ha (1.6%), as during the first year of the experiment its yield was with 160 kg/ha lesser than the standard, while during the second and the third year it produced with 210 kg/h and 100 kg/ha more grain than Progress. During the three years of the experiment the productivity of variety “Latinur” was lower compared to the standard with quantities from 280 kg/ha to 410 kg/ha.

The harvested grain yield of the variety “Meridiano” was proved to be higher than the standard with 280 kg/ha in 2007, with 350 kg/ha in 2008, and with 240 kg/ha in 2009. Variety “Svevo”, without explicit mathematical evidence exceeded the yield of the standard by 140 kg/ha to 270 kg/ha during the years of the experiment.

Table 2 shows the average data from the biometrical measurements of the varieties.

Table 2 – Biometrics data (mean of the period 2006-2009)

Indices	Variety				
	“Progress”	“Saragola”	“Latinur”	“Meridiano”	“Svevo”
Height of the plants, cm	93.7	86.4	68.7	83.5	85.6
Lenght of the spike, cm	7.93	8.01	6.42	7.82	7.95
Number of the spikelets per spike	21.2	22.7	19.1	23.5	23.1
Number of the grains per spike	42.4	44.1	37.4	47.8	45.2
Mass of the grains per spike, g	2.45	2.05	1.46	2.48	2.19
Mass of 1000 grains, g	50.3	44.3	42.7	45.2	44.7
Mass hl., kg	79.6	78.1	75.1	77.5	76.8

The height of the plants of the tested varieties was within the range from 68,7 cm for variety “Latinur” to 93.7 cm for the standard “Progress”. Middle values were

shown by the varieties “Saragola” with 86.4 cm, “Svevo” with 85.6 cm and “Meridiano” with 83,5 cm. During the tree-year experiment, it was found out that variety Saragola had the longest spikes – 8.01 cm, variety “Svevo” was next with 7.95 cm, and the standard “Progress” - with 7.93 cm. The other tested varieties had shorter spikes compared to the standard: “Meridiano” – 7.82 cm and “Latinur” with 6.42 cm. The largest number of small spikes in the spike was found out in the varieties “Meridiano” – 23.5 pcs., “Svevo” – 23.1 pcs., the next were “Saragola” – 22.7 pcs., “Progress” – 21.2 pcs. and “Latinur” – 19.1 pcs.

The number of grains in the spikes of the tested varieties vary from 37.4 for “Latinur” to 47.8 for “Meridiano”, which was with 12.7% more than the standard. Larger number of grains in the spike was registered also in variety “Svevo” 45.2 pcs. and “Saragola” 44.1 pcs., while for variety “Latinur” they were lesser than the standard – 37.4 pcs.

The variety “Progress” was characterized by largest grain mass – 2.52 gr. The tested Italian varieties showed lower grain mass compared to that of the standard. The Bulgarian variety “Progress” was also characterized by higher mass of 1000 grains and hectoliter mass.

**CONCLUSIONS.** Two of the tested Italian varieties of Durum wheat, namely, “Meridiano” and “Svevo” exceeded the grain yield of the standard variety “Progress” in the conditions of Plovdiv region during the three years of the experiment.

The Durum wheat of variety “Meridiano” averagely for the experimental period gave the highest yield – 3.36 t/ha, as the harvested quantity which exceeded the standard was 290 kg/ha (9.4%), variety “Svevo” was the next with 3.25 t/ha exceeding the standard with 180 kg/ha (5.9%). The variety “Saragola” gave a yield of 3.12 t/ha (1.6%), without explicit mathematical evidence, exceeding the standard with 50 kg/ha averagely for the three years of the experiment.

The productivity of variety “Latinur” was lower (from 280 kg/ha to 410 kg/ha), compared to variety “Progress”.

The higher yield given by the varieties “Meridiano” and “Svevo” was due to the larger number of grains in the spike.

The standard “Progress” was characterized by higher values of the physical quantities of the grains compared to the tested Italian varieties of Durum wheat.

#### Bibliography

1. Al-Ajloum M.M., Jaradat A.A. Diversity in durum wheat landraces collected from Jordan. I.Quantitative traits // Cereal Res.Commum1997, no. 2,pp. 169-175.
2. Dekov D., et. al. Improving grain quality of wheat, barley and maize. Publishing house “Zemizdat”. Sofia. 1989, pp.135-138.
3. Kolev T., Terziev Zh., Yanchev I. Productivity of new selected varieties Durum wheat. Plant Science. 2000, no.37:7, pp.436-439.
4. Kolev, T., Terziev Zh., Ianchev I. Comparative testing of some Durum Wheat varieties (Triticum durum Desf.). Plant Science. 2000, no. 37:9, pp.762-764.
5. Kolev, T., Terziev Zh., Yanev Sh. Testing of some Durum wheat varieties on soil and climatic conditions in Plovdiv region. Plant science. 2004, no.41:3, pp.244-247.
6. Kolev T., Ivanov K., Tahsin N., Dzhugalov H., Asparuhova D., Yanev Sh., Mangova M. Chemical composition and thechnological property of grain on foreign Durum wheat varieties.

Plant science. 2008, no.45:5, pp.398-402.

7. *Lalev Ts., Dechev D., Panajotova G., Nikolov G., Saljiev I., Yanev Sh., Deneva M.* Achievements of the scientific research on the hard wheat's agrotechnology and technology of growing. Plant Science. 2000, no.37:9, pp.682-687.

8. *Popova, R., Sevov A.* Soil characteristic of experimental field of crop production department as a result of the cultivation of grain, technical and forage crops. Agricultural University – Plovdiv, Scientific works, 2010, vol. LV, book 1, pp.151-156.

9. *Szwed-Urbas Kr., Grundas St., Segit Zb.* Waztosc wazniejszych cechtechnologicznych ziarna pszenicy twardej. Ogolonopol. Symp. "Genet. ilosciowa rosl. Upr." Polonica Zdroj, // Biul. Inst. hod. I aklim. rosl. 1996, no. 200, pp.. 299-305.

10. *Yanev, Sh., Dechev D., Lalev Ts., Bojanova V., Deneva M.* Development, achievements and prospects of the hard wheat's breeding. Plant Science. 2000, no.37:9, pp.667-676.

11. *Yanev, Sh., Dechev D., Lalev Ts., Saldzhiev I., Panajotova G., Delchev G., Kolev T., Rashev S.* Technology for the cultivation of Durum wheat. Publishing house "Temko", St. Zagora, 2008, p. 67.

12. *Yanev, Sh., Kolev T.* Comparative investigations on productivity and quality of Bulgarian and Foreign Durum wheat varieties. .Plant Science. 2008, no.45:6, pp.495-498.

#### Сведения об авторах:

**Танко Пеев Колев** – доцент. Аграрный университет (4400, Болгария, г. Пловдив, бул. "Менделеев" 12, тел: ++35932654/375, e-mail: tanko.kolev@abv.bg).

**Живко Михайлов Тодоров** – главный специалист, доктор. Аграрный университет (4400, Болгария, г. Пловдив, бул. "Менделеев" 12, тел: ++35932654/375, e-mail: jivkojivko99@abv.bg.).

**Любка Христова Колева-Вълкова** – главный специалист, доктор. Аграрный университет (4400, Болгария, г. Пловдив, бул. "Менделеев" 12, тел: ++35932654400, e-mail: l\_koleva2001@yahoo.com).

**Мария Мънгова** – доцент, доктор. Институт генетических ресурсов растений (4400, Болгария, Садово, тел: ++ 35931182251189, e-mail: m.mangova@mail.bg).

#### Information about the authors:

**Tanko Peev Kolev** – assistant professor. Agrarian University (4400, Bulgaria, Plovdiv, "Mendelev" str., 12, tel.: ++35932654/375, e-mail: tanko.kolev@abv.bg).

**Zhivko Mikhailov Todorov** – head specialist, doctor. Agrarian University (4400, Bulgaria, Plovdiv, "Mendelev" str., 12, tel.: ++35932654/375, e-mail: jivkojivko99@abv.bg.).

**Lyubka Khristova koleva-Vlkova** – head specialist, dpctor. Agrarian University (4400, Bulgaria, Plovdiv, "Mendelev" str., 12, tel.: ++35932654400, e-mail: l\_koleva2001@yahoo.com).

**Maria Mngova** – assistant professor, doctor. Institute of Genetic Resources of Plants (4400, Bulgaria, Sadovo, tel.: ++ 35931182251189, e-mail: m.mangova@mail.bg).

**БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ**

УДК 574.21; 574.24

**ВЛИЯНИЕ РЯДА ФАКТОРОВ НА ФОТОТАКСИС ЛИЧИНОК  
*TRIHOPTERA***

**А.Д. Стом, А.Э. Балаян**

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия  
Научно-исследовательский институт биологии

При анализе причин несмешиваемости байкальских эндемичных и общесибирских видов одним из главных факторов служит отношение животных к свету. Ручейники разделены на две группы с положительным и отрицательным фототаксисом. Экспериментально в лабораторных условиях изучен фототаксис *Trioptera* и его изменение при различной интенсивности освещенности, температуре и в присутствии пищи. Полученные материалы позволяют предположить, что личинки ручейников, населяющие более глубокие зоны оз. Байкал, острее реагировали на изменение освещенности. У более глубоководных личинок был ниже порог интенсивности света, который вызывал у них выраженный отрицательный фототаксис. С другой стороны - для них были характерны меньшие значения верхней границы, после которых личинки не проявляли двигательной активности.

*Ключевые слова:* фототаксис, ручейники, температура, освещенность, скорость движения, треки.

UDC 574.21; 574.24

**INFLUENCE OF THE ROW OF FACTORS ON THE PHOTOTAXIS OF LARVA  
*TRIHOPTERA***

**Stom A.D., Balayan A.E.**

Irkutsk State University, *Irkutsk, Russia*  
Scientific and Research Institute of Biology

While analyzing the reasons of the incompatibility of the Baikal endemic and Siberian species, one of the main factors is the attitude of the animals towards the light. The caddis flies are divided into two groups with positive and negative phototaxis. Experimentally in the laboratory conditions the phototaxis *Trioptera* and its change in different intensity of illumination and in the presence of food have been studied. The obtained materials allow to propose that larva of caddis flies inhabited the deepest zones of lake Baikal have the acute reaction towards the changes in illumination. The deep-water larva had the low level of the intensity of illumination which caused the negative phototaxis. On the other hand, less values of the higher border, after which the larva did not have motive activity, were typical of them.

*Keywords:* phototaxis, caddis flies, temperature, illumination, speed of movement, tracks.

Как и для большинства других организмов, для ручейников, находящихся в личиночной фазе, свет играет в их жизни большую роль. Особенно это характерно для личинок ручейников фитофильных видов. Многие из них обнаруживают положительный фототаксис, особенно на первой стадии жизни. Но, по мере взросления, личинки некоторых видов начинают избегать интенсивного света. Отрицательный фототаксис у некоторых личинок ручейников так ярко выражен, что многие реофильные виды заходят в

пещерные водоемы [4].

В качестве объектов исследования были выбраны эндемичные личинки ручейников: *Baicalina thamastoides* Mart., *Baicalina bellicosa* Mart., *Protobaicalina spinosa* Mart., а также *Thamastes dipterous* Hag.

Неэндемичные: *Hydatophylax nigrovittatus* Mel., *Oligoplectrodes potanini* Mart, *Glossosoma altaicum* Mart., *Nemotaulius punctatolineatus* Retz., *Dasystegia obsoleta* Hagen.

Исследовали отношения личинок *Trichoptera* к освещенности. Было поставлено более 150 экспериментов, в которых использовано более 1200 особей.

Анализ данных, полученных при исследовании способности *larva Trichoptera* к фототаксису, выявил значительные различия отношения личинок к свету и позволил разделить все использованные виды условно на две группы. Первую группу составили личинки ручейников с положительным фототаксисом: *G. altaicum*, *O. potanini*. Вторую группу представляли виды, проявившие отрицательный фототаксис: *B. bellicose*, *P. spinosa*, *B. foliate*, *B. thamastoides*, *T. dipterous*, *H. nigrovittatus*.

Как видно из рисунка 1, личинки ручейников первой группы *G. altaicum* проявляли положительный фототаксис в диапазоне температур от 5 до 20 °С и при освещенности от 50-50 000 лк. Максимальные абсолютные значения интенсивности реакции наблюдали при освещенности выше 30 тыс. лк, а минимальные – при освещенности ниже 150 лк. Подобным же образом вели себя и личинки другого неэндемичного вида – *O. potanini*. Различные температуры в диапазоне от 5 до 15 °С существенно не влияли на реакцию фототаксиса.

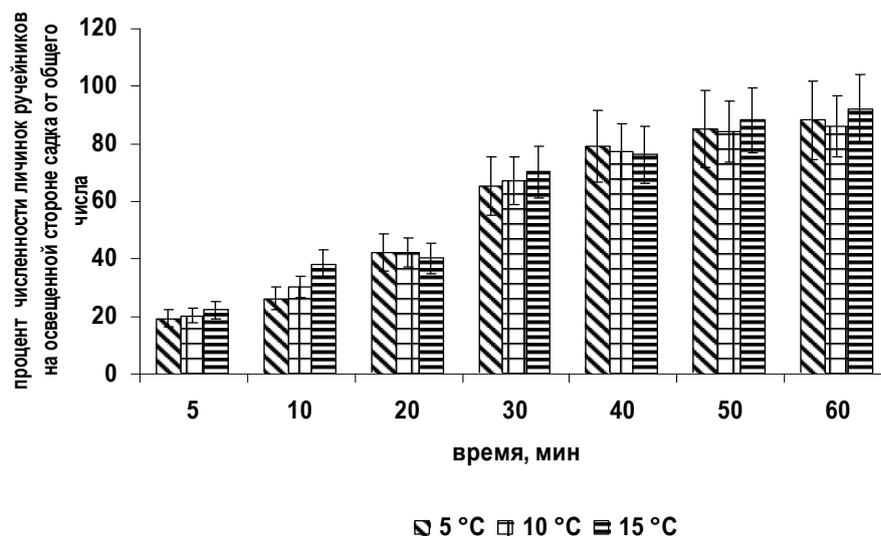


Рисунок 1 – Распределение личинок *G. altaicum* на освещенной части садка при 10000 лк и при различных температурах.

Личинки второй группы (эндемики – *P. spinosa*, *T. dipterus*, *B. thamastoides*, *B. bellicose* и неэндемики – *H. nigrovittatus*, *D. obsoleta*, *O. potanini*) уходили от света при любых испытанных значениях лк. В диапазоне

освещенности от 5 до 50000 лк, по мере повышения интенсивности света, снижение численности личинок в освещенной части садка шло практически линейно (с 82 до 28% в освещенной зоне) (рис. 2). Для эндемичных *P. spinosa.*, *B. bellicose* реакция фототаксиса четко реализовывалась при интенсивностях света 5-30 000 лк, для менее глубоководного байкальского *B. thamastoides* при 50-50 000 лк. При этом варьирование температур от 5 до 15 °С не оказывало существенного влияния на реакцию фототаксиса (рис. 2-3).

Реакции фототаксиса у *B. bellicose*, обитающих на глубинах от 4 до 6 м, проявлялись несколько слабее, чем у *B. thamastoides*, предпочитающих занимать экологическую нишу ближе к берегу.

Неэндемичный *H. nigrovittatus*, личинки которого обитают в реках и ручьях на очень малых глубинах, меньших, чем байкальские эндемичные виды, проявлял реакцию отрицательного фототаксиса, соответственно, только начиная с 300 лк. При 50 000 лк и выше *H. nigrovittatus* уже не реагировал на свет. Полученные материалы можно предположительно объяснить тем, что личинки ручейников, населяющие более глубокие зоны оз. Байкал, куда, соответственно, проникает меньше света, острее реагировали на изменение освещенности. У более глубоководных личинок был ниже порог интенсивности света, который вызывал у них выраженный отрицательный фототаксис. С другой стороны – для них были характерны меньшие значения верхней границы, после которых личинки не проявляли двигательной активности.

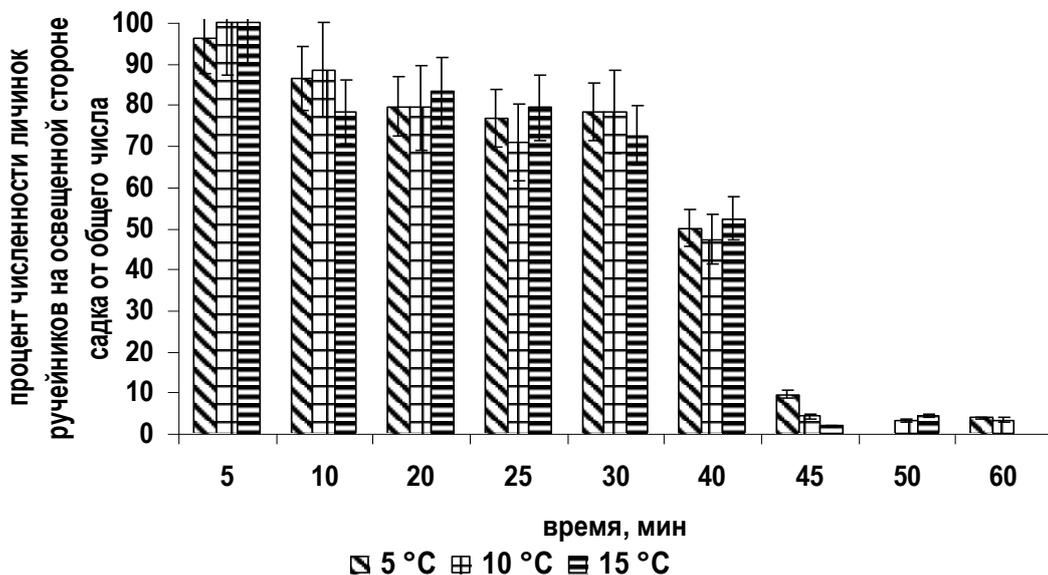


Рисунок 2 – Распределение личинок *B. thamastoides* на освещенной части садка при 10 000 лк и при различных температурах.

Материалы опытов, проведенных с представителем сибирской фауны (стоячее озеро, падь Большая Кадыльная) *D. obsoleta*, выявили у него резко отрицательный фототаксис; как при 100 лк, так и при 50000 лк более 90% личинок этого вида предпочитали перемещаться в затемненную часть кюветы в течение 10 мин.

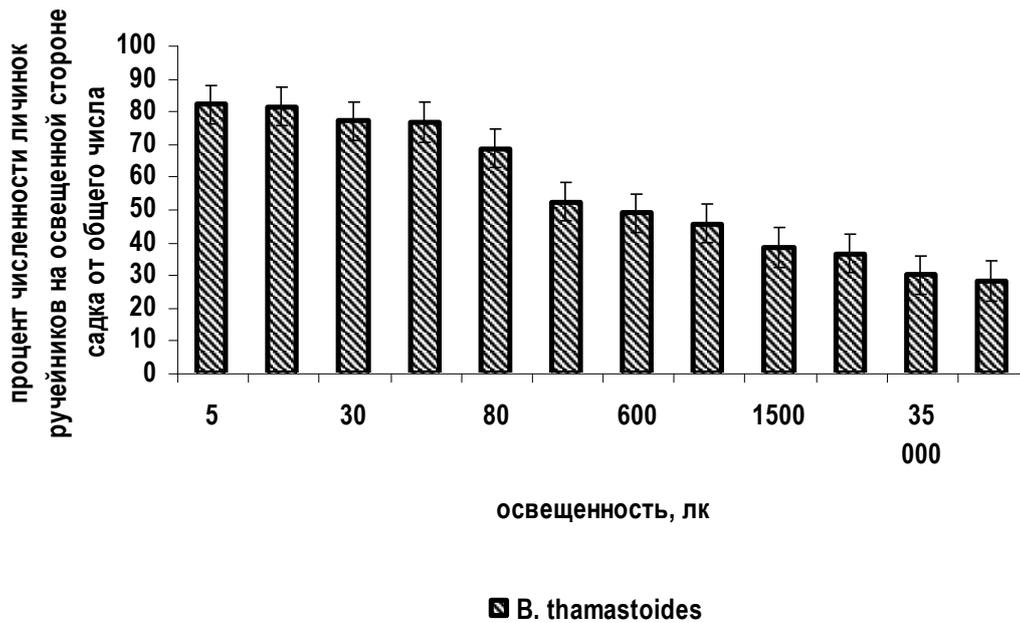


Рисунок 3 – Распределение личинок *B. thamastoides* на освещенной части садка в зависимости от интенсивности света.

Личинки эндемичных ручейников *B. bellicose* 1-ой стадии жизни (около месяца с момента выхода из кладки) проявляли положительный фототаксис до 600 лк. При повышении освещенности более чем на 600 лк резко падала численность молоди *B. bellicose* на освещенной стороне садка: с 85 до 15%. Возможно, это защитная реакция “молоди личинок”, с помощью которой они не уходят глубоко, но не выползают на очень мелкие участки литорали, где им угрожают волны, способные выкинуть их на берег (рис. 4).

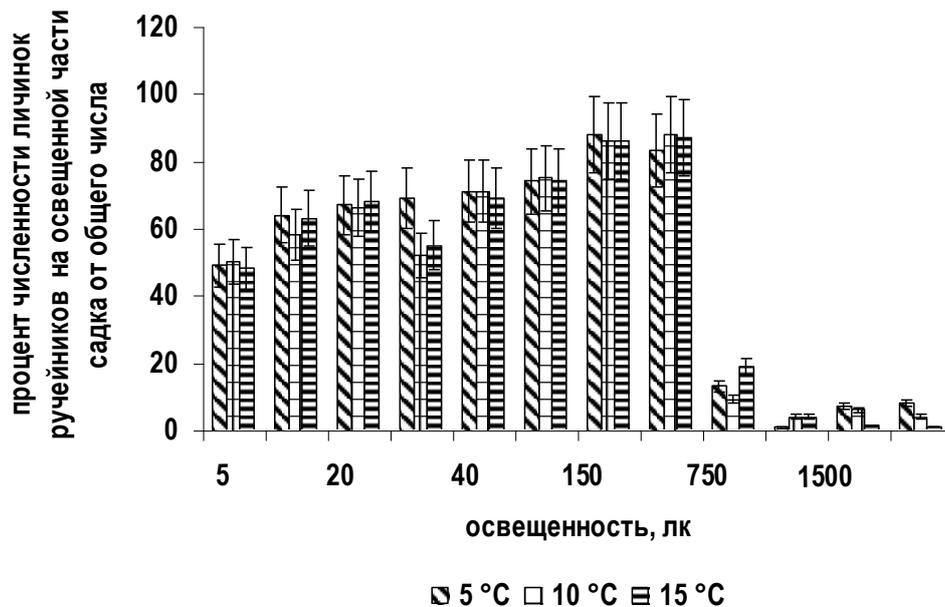


Рисунок 4 – Численность молоди личинок *B. bellicose* на освещенной части садка в зависимости от интенсивности света и температуры.

Влияния температуры в диапазоне от 5 до 15 °C на реакцию фототаксиса

молоди личинок *B. bellicose*, как и у более взрослых личинок, отмечено не было.

Мы неоднократно наблюдали в природных условиях, что личинки *B. thamastoides* при выбрасывании волнами на песок береговой линии возвращались в оз. Байкал, возможно, что это обеспечено отрицательным фототаксисом. Лабораторные эксперименты по выживаемости взрослых личинок *B. bellicose* и *B. thamastoides* показали, что личинки обоих видов способны длительное время (в течение 15 суток) жить на увлажненном песке при температуре 9 °С.

В естественных условиях в речке Б. Котинка с июня по август личинки *H. nigrovittatus* обнаруживали отрицательный фототаксис, хотя он проявлялся менее четко, чем в условиях лаборатории. Так в пасмурный день при освещенности 800 лк на открытых местах на 1 м<sup>2</sup> могло находиться до 25 личинок. Вскрытие показало, что личинки *H. nigrovittatus* были сыты – у большинства из них кишечники были наполнены. В солнечный же день (освещенность около 5000 лк) личинок этого вида можно было насчитать не более 7 шт/м<sup>2</sup>.

Температура воды в Б. Котинка составляла в момент наблюдения около 9 – 11 °С. При слабой освещенности до 800 лк 23±3.38% личинок находились в тени камней и коры, 77±11.26% – на открытых местах. При 5000 лк - в тени находилось до 83±12.12% особей, на открытых местах – 17±2.72%. Если личинок тревожили осторожными прикосновениями прутика, то они изменяли свое поведение: так в тени при 800 лках находилось до 90±13.38% личинок, на свету до 10%; в тени, при освещенности до 5000 лк, до 95±4.04%. Если *larva Trichoptera* в природных условиях не тревожить, то они способны долго сохранять неподвижность.

Проведенные эксперименты выявили, что направленное движение к пище у голодных личинок эндемиков (*B. thamastoides*, *B. bellicose*), а также такого неэндемика, как *H. nigrovittatus* преобладало над реакцией ориентации на свет. Личинки эндемиков и неэндемиков концентрировались на водорослях (*Nitella* sp., *Tetraspora* sp. и *Ulotrix*), независимо от того были ли они затенены непрозрачной темной материей или освещены. Для сытых личинок эндемиков и неэндемиков в большинстве случаев определяющим был уровень освещенности: *H. nigrovittatus* уходили от света только в темноту, *B. thamastoides*, *B. bellicose* шли на свет (при низком уровне освещенности до 50 лк), или от него (до 10000 лк).

При подводных исследованиях эндемичных ручейников чаще всего можно было встретить на *Nitella* sp.. Наблюдали случаи окукливания прямо на “веточках” *Nitella* sp. В лабораторных экспериментах личинки распределялись равномерно на всех исследуемых типах растительности (рис. 5).

Большинство личинок изученных видов ручейников обнаруживали отрицательный фототаксис, что серьезно осложняло исследование их подвижности в темноте. Для выявления экологических характеристик личинок ручейников представлялась важной разработка способов оценки двигательной активности *larva Trichoptera* в темноте, в условиях, максимально

приближенных к естественным. При проведении подводных исследований по перемещению эндемичных личинок ручейников обнаружили треки – их следы, оставленные на илстом дне (рис. 6).

На основании этих наблюдений нами была предложена простая методика регистрации подвижности личинок ручейников. В ней двигательную активность и пути перемещения оценивали по количеству и протяженности следовых бороздок, оставляемых личинками ручейников на дне чашек Петри, покрытых равномерным слоем ила. При использовании данного метода получили, в частности, что суммарная длина пути при передвижении larva Trichoptera ручейников *B. thamastoides* и *H. nigrovittatus* при освещении в 10 000 люкс и 10° С была на 55.0±1.8% и на 60.2±2.4% больше, чем в темноте при этой же температуре. Прямые отрезки, проходимые на свету до изменения направления, были в 2-2.5 раза длиннее, чем в темноте (рис. 7).

Скорости перемещения larva Trichoptera как эндемичных (*B. thamastoides*), так и неэндемичных (*H. nigrovittatus*) ручейников при температуре 10°С были более высокими в 3 часа ночи. В это время суток и плотность треков на единицу площади была больше на 35±5.3 и 45±6.6%, а так же длина пути, проходимая до изменения направления, увеличивалась в 1.5 раза. Наименьшая плотность и протяженность треков отмечена с 11 до 14 часов.

По отношению к свету личинки исследованных ручейников разделялись на две группы: с положительным фототаксисом – (*G. altaicum*, *O. potanini*); с отрицательным фототаксисом (*B. bellicose*, *P. spinosa*, *B. thamastoides*, *T. dipterous*, *H. nigrovittatus*). Движение к пище у голодных личинок эндемиков (*B. thamastoides*, *B. bellicose*, *P. spinosa*), а также такого неэндемика, как *H. nigrovittatus* преобладало над реакцией ориентации на свет.



Рисунок 5 – Личинки байкальских эндемичных ручейников на *Nitella sp.*

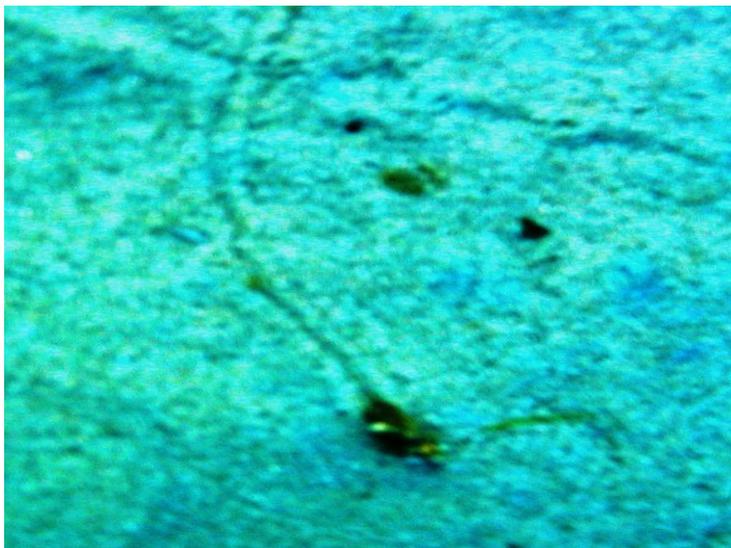


Рисунок 6 – Треки, проходимые на свету *B. thamastoides* в чашке Петри в лабораторных условиях.



Рисунок 7 – Треки, проходимые в темноте *B. thamastoides* в чашке Петри в лабораторных условиях.

*Материалы статьи доложены на конференции, посвященной памяти профессора Ольги Михайловны Кожовой (1931-2000 гг.) г. Иркутск - Б.Коты (13-24 сентября 2011 г.).*

#### Список литературы

1. Андреевкова Е.Р. Влияние абиотических факторов / Е.Р. Андреевкова // Научные чтения памяти профессора В.В. Стачинского, Смоленск, 2004. – вып. 4 – Смоленск, 2004. – С. 637-641.
2. Мартынов А.В. Trichoptera Сибири и прилежащих местностей / А.В. Мартынов // Ежегодн. зоол. музея / Императ. Акад. Наук СПб. - 1910. – Т. 15. – Ч". II. - С. 351-429.
3. MacNeil C. The replacement of a native freshwater amphipod by an invader: Roles for

environmental degradation and intraguild predation / C. MacNeil, J. Prenter, M. Briffa et. al. // Can J. Fish and Aquatic Sci., 2004. – 61. – № 9. – P. 1627-1635.

4. Richoux P. Les Insectes indicateurs de L'evolution des milieux aquatiques le long de L'axe Ligerien. Symbioses, 2004, no.11, P. 33-34.

#### References

1. Andreenkova E.R. *Vlijanie abioticheskikh faktorov* [Influence of abiotic factors]. Smolensk, 2004, no. 4, pp. 637-641.

2. Martynov A.V. *Trichoptere Sibiri i prilozhnykh mestnostej* [Trichoptera of Siberia and adjacent territories]. Ezhegodn. zoolog. muzeja Imperat. Akad. Nauk [Annals of zool. museum of imperator academic sciences]. Sankt-Peterburg, 1910, vol. 15, no. II, pp. 351-429.

3. MacNeil C., Prenter J., Briffa M. et. al. *The replacement of a native freshwater amphipod by an invader: Roles for environmental degradation and intraguild predation*. Can J. Fish and Aquatic Sci., 2004, vol. 61, no. 9, pp. 1627-1635.

4. Richoux P. *Les Insectes indicateurs de L'evolution des milieux aquatiques le long de L'axe Ligerien*. Symbioses, 2004, no.11, pp. 33-34.

#### Сведения об авторах:

**Стом Алина Дэвардовна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории водной токсикологии научно-исследовательского института биологии. Иркутский государственный университет (664003, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина 3, тел. 89501416914, e-mail: apatania@yandex.ru).

**Балаян Алла Эдуардовна** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории водной токсикологии научно-исследовательского института биологии. Иркутский государственный университет (664003, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина 3, тел. 89501250082, e-mail: 7balla@mail.ru).

#### Information about the authors:

**Stom Alina D.** – candidate of biological sciences, senior researcher scientist, laboratory of water toxicology, Scientific and Research Institute of Biology. Irkutsk State University (3, Lenin Street, Irkutsk, Russia, 664003, tel. 89501416914, e-mail: apatania@yandex.ru).

**Balayan Alla E.** – candidate of biological sciences, chief researcher, laboratory of water toxicology, Scientific and Research Institute of Biology. Irkutsk State University (3, Lenin Street, Irkutsk, Russia, 664003, tel. 89501250082, e-mail: 7balla@mail.ru).

УДК 631.878

## ЛИКВИДАЦИЯ НАКОПЛЕННЫХ ОТХОДОВ УГЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

И.В. Волчатова, С.А. Медведева

Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия  
Институт недропользования

Проанализированы возможности биотрансформации углей с целью получения органических удобрений. Приведены примеры микробиологической солюбилизации, способной обеспечивать трансформацию труднорастворимых органических и минеральных компонентов угля в легкорастворимые формы, которые могут усваиваться высшими растениями и активизировать почвенные биохимические процессы. Показано, что внесение комплексных органо-минеральных удобрений, основным компонентом которых является уголь, дает значимую прибавку к урожаю зерновых и пропашных культур и повышает

содержание питательных веществ в продукции.

*Ключевые слова:* уголь, микробиологическая солюбилизация, компост, органо-минеральное удобрение, урожайность, полевые опыты.

**UDC 631.878**

**LIQUIDATION OF ACCUMULATED WASTES OF COAL WITHIN THE  
AGROECOLOGICAL BIOTECHNOLOGIES**

**Volchatova I.V., Medvedeva S.A.**

*Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia*

*Institute of Subsoil Use*

There have been analyzed the possibilities of the coal biotransformation in order to obtain organic fertilizers. The examples of microbial solubilization which is able to provide the transformation of difficult soluble organic and mineral components of coal into freely soluble forms which can be assimilated by higher plants and activate biochemical processes. It has been shown that the application of complex organic and mineral fertilizers, the main components of which is coal, significantly increases the harvest of cereal and tilled crops and the content of nutrients in production.

*Key words:* coal, microbial solubilization, compost, organo-mineral fertilizer, productivity, field experiments.

В Иркутской области почвы в основном серые лесные и дерново-карбонатные, хорошо обеспеченные подвижными формами фосфора и калия, но с низким содержанием гумуса и азота. Это объясняется ранним замерзанием почв и поздним их оттаиванием, что отрицательно сказывается на их биологической активности [9].

Реальное, а не декларативное воплощение в жизнь принципа комплексного использования природных ресурсов как нельзя более актуально для угольной промышленности. Комплексная переработка углей в полной мере реализована пока только в ЮАР, и практически все страны, обладающие угольными запасами, стремятся решить эту задачу [7]. Особенно большие потери сырья происходят при проведении горнодобывающих работ открытым способом. Окисленные угли из верхних частей разреза, которые плохо или совсем не горят, вместе с пустыми вскрышными породами складировать в “опережающей канаве” глубиной 30-40 м и протяженностью несколько километров. Туда же попадают и нормальные горючие угли, которые зачастую трудно отделить от окисленных. После подобного захоронения уголь может самовозгораться, отравляя окружающую территорию дымом и продуктами неполного сгорания. В отвалах угольных разрезов накоплены миллионы тонн окисленных углей, пригодных в качестве сырья для производства различных полезных продуктов.

В Иркутской области запасы выветренного и непригодного в качестве энергетического топлива каменного и бурого углей (отходов угледобычи) составляют примерно 100 млн. т при стоимости всего около 50 рублей за тонну. Окисленные угли содержат до 70% органического вещества, являются хорошим сорбентом. Использование таких углей – резерв для повышения эффективности сельского хозяйства.

Внесение угля снижает плотность почвы, повышает ее влагоемкость и

содержание питательных веществ, что обусловлено двумя причинами. Уголь, содержащий химические структуры, похожие на структуры почвенного гумуса, является природным сорбентом, который в системе почва – удобрение может связывать минеральные элементы, тем самым существенно тормозить процесс выщелачивания из почвы питательных компонентов, в частности, катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{K}^+$ . Кроме того, органическая составляющая углей, представленная гуминовыми и поликарбоновыми кислотами, считается эффективным стимулятором роста растений и может во многом определять плодородие почв. Известны попытки использования угля в качестве мелиоранта. Одним из главных требований, предъявляемых к мелиоранту, является максимальная обменная емкость, определяемая количеством функциональных групп, способных к ионному обмену ( $-\text{COOH}$  и  $-\text{OH}_{\text{фен}}$ ), содержание которых в некоторых углях мало [1]. Увеличить количество кислых групп, способных к ионному обмену, можно за счет окисления. В качестве окислителей часто используют хлор, озон, озонированный воздух, концентрированную азотную кислоту, оксиды азота [10]. Эти способы позволяют получать биологически активные препараты со сравнительно высоким выходом. Однако в связи с техническими сложностями они пока не нашли широкой практической реализации. Одним из наиболее актуальных и прогрессивных способов является микробиологическая переработка (окисление) углей и горючих сланцев, т.к. она представляет собой экологически чистое производство ценных химических продуктов [13]. В литературе освещаются такие проблемы, как десульфуризация угля [22], конверсия его в метан [15], а также микробиологическая солюбилизация, описывается способ выращивания культур *Paecilomyces* sp. TLi и *Candida* sp. M 113, выделенных из углей, в глубинных условиях на минимальных средах, в которые был добавлен раздробленный (размер частиц 1-3 мм) суббитуминозный уголь в количестве 0.5 г/ 30 мл [19], изучено влияние типа угля и предварительной обработки (окисления) на растворение угля культурами *Trametes versicolor*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Candida* sp., *Penicillium* sp. и *Cunninghamella* sp. [26], интересен метод обогащения культуры на среде с 2 г/л растворимого алабамского лигнитового угля из почвы выделен штамм *Pseudomonas cepacia* DLC-07, способный использовать лигнит в качестве единственного источника углерода и энергии [21]. На основании данных хроматографии, спектроскопии ИК, УФ и ЯМР  $^1\text{H}$  оценен процесс деполимеризации порошкообразного тяжелого угля и его органических экстрактов в водной среде селективными микроорганизмами *Piptoporus betulinus*, *Nocardia rubra*, *Pseudomonas aureofaciens* и в работе [23].

Показано, что низкосортный уголь может служить субстратом для жизнедеятельности гриба *Penicillium simplicissimum* при условии его предобработки  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  или щелочью [14]. Выявлено, что максимальная степень деградации угля достигалась при обработке последнего  $\text{HNO}_3$ . Простейшая эмпирическая формула продукта солюбилизации, выведенная путем анализа долей химических элементов, выглядит как  $\text{CH}_{0,941}\text{O}_{0,865}\text{N}_{0,645}\text{S}_{0,0033}$ . По сравнению с первоначальным составом угля, продукты биodeградации отличались большим содержанием неорганических O

и N, а также низкими концентрациями C, H и S. Изучена также деструкция китайского лигнита штаммом *Penicillium* sp. P6, выделенным из почвы угольной шахты Цяньтунского месторождения [31]. Анализ экстрактов выявил изменения в молекулярном распределении гуминовых кислот и увеличение количества фульвокислот вследствие деполимеризации. Без предварительной обработки кислотой способны растворять лигниты и возбудители белой гнили *Ganoderma applanatum*, *Fomes lividus*, *Pleurotus ostreatus*, *Rychnoporus cinnaberinus*, *Rhigidoporus ulmarius*, *Xylaria hypoxylon* [16].

Ранее считалось, что такие активные комплексы представлены ферментами. Однако дальнейшие исследования опровергли это предположение. Из геотермальных вод Йеллоустонского национального парка выделен ряд термофильных микроорганизмов, способных растворять уголь леонардит [25]. Зависимость степени солюбилизации угля от pH среды отмечена и в работе Quigley [24]. Авторы изучали способность 9 видов микроорганизмов (бактерий, грибов и дрожжей) растворять 17 типов углей. Идея о выделении специфических щелочных катализаторов микробного происхождения при биорастворении угля представлена также в статье Faison и др. [18]. Некоторые исследователи [20] представили доказательства, что солюбилизация низкосортного угля леонардита базидиомицетом *Trametes versicolor* осуществляется внеклеточными низкомолекулярными термостабильными соединениями, сходными по свойствам с сидерофорами. Молекулярная масса активного комплекса <1000. Ионы Fe<sup>3+</sup> подавляли активность в отношении углей. Десфераль – сидерофор гидроксаматного типа, образуемый актиномицетами, и хелатные соединения типа 8-оксихинолина и ЭДТА растворяли леонардит в такой же степени, как *T. versicolor* и низкомолекулярные фракции из культуральной жидкости, причем ионы Fe<sup>3+</sup> также подавляли их активность. Частично очищенный активный комплекс, образуемый грибом, имел адсорбционные спектры, сходные со спектрами десферала. Идентификация углерастворяющего агента (УГА), продуцируемого той же культурой, проведена и другими авторами [17]. Ферментативная деполимеризация имеет место лишь в случае водорастворимых угольных полимеров [28].

Проблеме микробиологической солюбилизации угля посвящены не только научные работы. Имеется, например, патент США, описывающий способ биорастворения угля, основанный на использовании микроорганизмов рода *Streptomyces* [27]. Запатентован способ конвертирования угля в низкомолекулярные соединения, включающий в себя обработку водорастворимого полимера из угля лигнинпероксидазой, кислородом и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> [29]. Интересный способ безотходной технологии переработки угля, позволяющий получать концентрированный раствор гуматов натрия и/или калия и органическое гумусосодержащее удобрение, представлен в [6]. Рекомендации по использованию сажистых углей и углегуминовых препаратов из них под различные сельскохозяйственные культуры в качестве стимуляторов роста и развития растений появились в связи с наблюдаемой тенденцией уменьшения объемов применяемых минеральных удобрений [12]. Так, внесение

комплексных органо-минеральных удобрений, основным компонентом которых является уголь, дало прибавку к урожаю зерновых культур 36-75% и значительно повысило общее содержание органического углерода и рН в гумусовом слое почвы, удерживаемое в течение трех лет [8]. В то же время при использовании навоза и соломы содержание органического углерода практически лишь поддерживалось на неизменном, начальном уровне.

Доза внесения угля и удобрений, полученных из него, зависит от физико-химических свойств и степени истощенности почвы, вида сельскохозяйственной культуры. На черноземах выщелоченных наиболее оптимальными для зерновых культур и картофеля являются дозы 0.8-1.0 т/га [11], а на подзолистой песчаной почве – 80 т/га [8]. Для серых лесных почв при выращивании зерновых культур оптимальной оказалась доза 20 т/га окисленного каменного угля [3]; существенной прибавки зеленой массы кукурузы с повышенным содержанием протеина, клетчатки и сахаров удалось добиться при использовании того же удобрения в дозе 5 т/га на фоне  $N_{90}P_{60}K_{60}$  [4].

Изучение химического состава свежееизвлеченного бурого угля и образцов, подвергавшихся воздействию атмосферных влияний в течение четырех лет, показало, что по мере пребывания на поверхности в угле снижается общее содержание углерода и соотношение C/N [30].

**Цель работы** – оценить предлагаемый способ получения органо-минерального удобрения из углей основан на их компостировании под воздействием специально отобранных штаммов микроорганизмов (грибов).

**Материал, методика, результаты и обсуждение.** В качестве закваски для компостирования нами выбраны 8 культур совместимых друг с другом микроорганизмов. Были заложены два полупроизводственных эксперимента:

1. Окисленный каменный уголь из отвалов Харанутского угольного разреза (Иркутская область) в количестве 400 кг (исходная влажность 10.3%, рН 5.1) смешали с 11 кг диаммофоса и 1.8 кг сульфоаммофоса, растворенными в 210 л воды.

2. Бурый уголь Харанорского разреза (Читинская область) в количестве 500 кг (исходная влажность 16.3%, рН 6,4) смешали с 2 кг KCl, 3.5 кг  $(NH_4)_2SO_4$  и 2.5 кг аммофоса, растворенными в 120 л воды (до получения грязеобразной консистенции).

В оба опыта была внесена ассоциация выбранных микроорганизмов, выращенных на синтетической среде (3 л) и на смеси угля с опилками. Культивирование осуществляли в летне-осенний период при температуре окружающего воздуха (под навесом) с периодическим перемешиванием в течение 2.5 (окисленный каменный уголь) и 4 (бурый уголь) месяцев.

Химический анализ образцов показал, что в процессе компостирования изменения элементного состава угля практически не происходит. В то же время наблюдалось повышение выхода гуминовых кислот на 4-19%.

Считается, что для получения на серых лесных почвах урожайности картофеля свыше 200 ц/га минимальная доза минеральных удобрений составляет  $N_{60}P_{60}K_{60}$  с дополнительным внесением 40-50 т/га навоза [5].

Проведенные нами полевые опыты показали, что высоких результатов можно добиться при внесении в почву 10 т/га компоста, приготовленного из окисленного угля. Прибавка урожая в этом варианте составила 80 ц/га (29%), приведя к урожайности 353 ц/га [2].

Полевые опыты с компостом на основе бурого угля ставили на полях Читинского ГСУ. Почва – чернозем малогумусный, маломощный. Содержание гумуса в почве 5.3%, содержание фосфора и калия – среднее. Опыты по выращиванию кукурузы были заложены в 4-х-кратной повторности. Учетная площадь делянки – 25 м<sup>2</sup>. В схему опыта входил контроль, аммофос в дозе 50 кг/га, уголь и компост на его основе в дозе 40 т/га.

Прибавка зеленой массы кукурузы в варианте с компостом составила 17.6% (табл.). При этом наблюдалось увеличение содержания общего азота и белка в продукции по сравнению со всеми остальными опытами, особенно с вариантом, где использовали минеральное удобрение. В последнем случае отмечено ухудшение качества зеленой массы кукурузы за счет снижения доли азота и азотсодержащих составляющих. Фосфор и калий по всем вариантам опыта колебаний не имели.

**Таблица - Урожай и качество зеленой массы кукурузы**

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая		Содержание питательных веществ, %	
		ц/га	%	азот	протеин
Контроль	125.8	-	-	1.68	10.5
Аммофос	164.3	38.5	30.6	1.50	9.4
Уголь	126.6	0.8	0.6	1.62	10.1
Компост	147.9	22.1	17.6	1.85	10.6
НСР <sub>05</sub>		18.1			

**Выводы.** 1. Усиление процесса обеднения почв гумусом и питательными компонентами требует применения удобрений, содержащих комплекс элементов питания и прочное, медленно минерализующееся органическое вещество.

2. Для получения удобрений можно использовать некондиционные угли, которые характеризуются низкой теплотой сгорания и поэтому не применяются в качестве энергетического топлива. Такие технологии позволят более рационально использовать углеродсодержащее природное сырье.

3. Достоинство применения угля в качестве органического вещества заключается в его медленной минерализации, что, в конечном счете, позволяет рассчитывать на довольно длительное улучшение свойств почвы.

4. Наилучшим вариантом получения органо-минеральных удобрений из углей является их компостирование, воспроизводящее природный процесс биотрансформации органического вещества. Прогрессивность микробиологической переработки углей состоит еще и в том, что она представляет собой экологически безопасное производство ценного природного продукта в нужное для роста растений время и в необходимом количестве.

**Список литературы**

1. Александров И.В. Гуминовые вещества бурых углей как мелиоранты солончаковых почв / И.В. Александров, И.И. Коссов, П.А. Бурков, Д. Жигмид, Д. Отгонбаяр // Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука, 1993. – С. 174-177.
2. Волчатова И.В. Влияние окисленного каменного угля и продукта его биоконверсии на урожайность зерновых культур и картофеля на серых лесных почвах / И.В. Волчатова, С.А. Медведева, Г.С. Плюснин // Агрохимия, 2006. – № 12. – С. 23-26.
3. Волчатова И.В. Отходы угледобычи – перспективное удобрение/ И.В. Волчатова, С.А. Медведева // Агрохимический вестник, 2008. – № 3.- С. 26-28.
4. Волчатова И.В. Внесение окисленных каменных углей под кукурузу / И.В. Волчатова, С.А. Медведева, М.В. Бутырин // Аграрная наука. – 2009. – № 5. – С. 17-18.
5. Карманов С.Н. Урожай и качество картофеля/ С.Н. Карманов, В.П. Кирюхин, А.В. Коршунов – М.: Россельхозиздат, 1988. – 167 с.
6. Левинский Б.В. Способ переработки угля / Б.В. Левинский, С.М. Курченко // Патент РФ № 2193547, 2002.
7. Мазикин В.П. Перспективы развития угольной промышленности Кузбасса до 2020 года / В.П. Мазикин // Тр. IV Всеросс. научно-практ. конф. “Региональные проблемы устойчивого развития природоресурсных регионов и пути их решения”. – Кемерово: Ин-т угля и углехимии СО РАН, 2003. – Т. 1. – С. 4-14.
8. Мацевска А. Влияние органо-минерального удобрения на основе бурого угля на физические и физико-химические свойства песчаной почвы / А. Мацевска // Агрохимия, 1996. – № 1. – С. 64-73.
9. Минеев В.Г. Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы / В.Г. Минеев, А.Н. Павлов – М.: Колос, 1981. – 288 с.
10. Наумова Г.В. Гуминовые препараты и технологические приемы их получения / Г.В. Наумова, Р.В. Кособокова, Л.В. Косоногова, Г.И. Райцина, Н.А. Жмакова, Т.Ф. Овчинникова // Гуминовые вещества в биосфере. – М.: Наука, 1993. – С. 178-188.
11. Просяников В.И. Эффективность применения окисленных углей в качестве удобрения сельскохозяйственных культур в лесостепной зоне Кемеровской области / В.И. Просяников: Дисс. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2007. – 125 с.
12. Уланов Н.Н. Возможности использования окисленных углей и гуминовых веществ в сельском хозяйстве // Гуминовые вещества в биосфере / Н.Н. Уланов – М.: Наука, 1993. – С. 157-161.
13. Хрусталева Г.К. Направления и способы биологической переработки углей и горючих сланцев/ Г.К. Хрусталева, Л.А. Воробьева // Обз. инф. Геол., методы поисков, разведки и оценки месторожд. топлив.-энерг. Сырья, 1993. – № 5. – С. 1-32.
14. Achi O.K. Characterization of the intermediate product of coal solubilization by *Penicillium simplicissimum* / O.K. Achi // J. Chem. Technol. and Biotechnol. – 1994. – Vol. 61. – № 4. – P. 325-330.
15. Australia reports advances in microbial mining // Biotechnol. Business News, 1995. – Vol. 5. – № 105-106. – P. 15.
16. Catcheside D.E.A. Solubilization of Australian lignites by fungi and other microorganisms / D.E.A. Catcheside, K.J. Mallett // Energy and Fuels, 1991. – Vol.5. – № 1. – P. 141-145.
17. Cohen M.S. Isolation and identification of the coal-solubilizing agent produced by *Trametes versicolor* / M.S. Cohen, K.A. Feldman, C.S. Brown, E.T.J. Gray // Appl. and Environ. Microbiol, 1990. – Vol. 56. – № 1. – P. 3285-3291.
18. Faison B.D. Production of coal-solubilizing activity by *Paecilomyces* sp. during submerged growth in defined liquid media / B.D. Faison, S.N. Lewis // Appl. Biochem. and Biotechnol, 1989. – Vol. 20-21, COMPLETE. – P. 743-752.
19. Faison B.D. Microbial solubilization of a preoxidized subbituminous coal. Product characterization / B.D. Faison, C.A. Woodward, R.M. Bean // Appl. Biochem. and Biotechnol, 1990. – Vol. 24-25, SPRING-SUMMER. – P. 831-841.

20. *Fredrickson J.K.* Biosolubilization of low-rank coal by *Trametes versicolor* siderophore-like product and other complexing agents / *J.K. Fredrickson, D.L. Stewart, J.A. Campbell, M.A. Powell, M.Mc. Mulloch, J.W. Pyne, R.M. Bean* // *J. Ind. Microbiol.*, 1990. – Vol. 5. – № 6. – P. 401-406.
21. *Gupta R.K.* Depolymerization and chemical modification of lignite coal by *Pseudomonas cepacia* strain DLC-07 / *R.K. Gupta, L.A. Deobald, D.L. Crawford* // *Appl. Biochem. and Biotechnol.*, 1990. – Vol. 24-25, SPRING-SUMMER. – P. 899-911.
22. *Juszczak A.* Microbial desulphurization of coal with *Thiobacillus ferrooxidans* bacteria / *A. Juszczak, F. Domka, M. Kozłowski, H. Wachowska* // *Fuel*, 1995. – Vol. 74. – № 5. – P. 725-728.
23. *Osipowicz B.* Biodegradation of hard coal and its organic extract by selected microorganisms / *B. Osipowicz, L. Jablonski, A. Siewinski, S. Jasienko, A. Rumkiewicz* // *Fuel*, 1994. – Vol. 73. – № 12. – P. 1853-1862.
24. *Quigley D.R.* Microbially produced alkaline materials are involved in coal biosolubilization / *D.R. Quigley, B. Ward, D.L. Crawford, H.J. Hatcher, P.R. Dugan* // *Appl. Biochem. and Biotechnol.*, 1989. – Vol. 20-21, COMPLETE. – P. 753-763.
25. *Runnion K.* Thermophilic microorganisms for coal biosolubilization / *K. Runnion, J.D. Combie* // *Appl. Biochem. and Biotechnol.*, 1990. – Vol. 24-25, SPRING-SUMMER. – P. 817-829.
26. *Stewart D.L.* Colonization and degradation of oxidized bituminous and lignite coals by fungi / *D.L. Stewart, B.L. Thomas, R.M. Bean, J.K. Fredrickson* // *J. Ind. Microbiol.*, 1990. – Vol. 6. – № 1. – P. 53-59.
27. *Strandberg G.W.* Microbial solubilization of coal / *G.W. Strandberg, S.N. Lewis* // *Pat. USA № 4914024.*
28. *Wondrack L.* Depolymerization of water-soluble coal polymer from subbituminous coal and lignite by lignin peroxidase / *L. Wondrack L., M. Szanto, W.A. Wood* // *Appl. Biochem. and Biotechnol.*, 1989. – Vol. 20-21, COMPLETE. – P. 765-780.
29. *Wood W.A.* Enzymatic depolymerization of coal / *W.A. Wood, L.M. Wondrack* // *Pat. USA № 4960699.*
30. *Yuan Hong-Li* Changes of chemical properties and microbiological succession of lignites with weathering / *Yuan Hong-Li, Toyota Koki, Watanabe Akira, Kimura Makoto* // *Bull. Jap. Soc. Microb. Ecol.*, 1994. – Vol. 9. – № 2. – P. 45-53.
31. *Yuan H.L.* Degradation/solubilization of Chinese lignite by *Penicillium* sp. P6 / *H.L. Yuan, J.S. Yang, F.Q. Wang, W.X. Chen* // *Прикл. биохимия и микробиология*, 2006. – Т. 42. – № 1. – P. 59-62.

### References

1. Aleksandrov I.V., Kossov I.I., Burkov P.A., Zhigmid D., Otgonbojar D. *Guminovye vewestva buryh uglej kak melioranty solonchakovyh pochv* [Humic substances of brown coal as ameliorants of salt-marsh soils]. Moscow, 1993, pp. 174-177.
2. Volchatova I.V., Medvedeva S.A., Pljusnin G.S. *Vlijanie okislennoho kamennogo uglja i produkta ego biokonversii na urozhajnost' zernovyh kul'tur i kartofelja na seryh lesnyh pochvah* [Influence of oxidized stone coal and product of its bioconversion on the yield of cereal crops and potato of grey forest soils]. *Agrohimija* [Agrochemistry]. 2006, no. 12, pp. 23-26.
3. Volchatova I.V., Medvedeva S.A. *Othody ugledobychi – perspektivnoe udobrenie* [Wastes of coal extraction – prospect fertilizer]. *Agrohimicheskij vestnik* [Agrochemical vestnik]. 2008, no. 3, pp. 26-28.
4. Volchatova I.V., Medvedeva S.A., Butyrin M.V. *Vnesenie okislennyh kamennyh uglej pod kukuruzu* [Application of oxidized stone coal for corn]. *Agrarnaja nauka* [Agrarian science]. 2009, no 5, pp. 17-18.
5. Karmanov S.N., Kirjuhin V.P., Korshunov A.V. *Urozhaj i kachestvo kartofelja* [Yield and quality of potato]. Moscow, 1988, 167 p.
6. Levinskij B.V., Kurchenko S.M. *Sposob pererabotki uglja* [Way of coal processing]. Patent RF № 2193547, 2002.
7. Mazikin V.P. *Perspektivy razvitija ugol'noj promyshlennosti Kuzbassa do 2020 goda* [Prospects of coal industry development of Kuzbass till 2010]. Kemerovo, 2003, vol. 1, pp. 4-14.

8. Maceevska A. *Vlijanie organo-mineral'nogo udobrenija na osnove burogo uglja na fizicheskie i fiziko-himicheskie svojstva peschanoj pochvy* [Effect of organic and mineral fertilizers based on brown coal on physical and physically chemical properties of sandy soil]. *Agrohimiya* [Agrochemistry]. 1996, no. 1, pp. 64-73.
9. Mineev V.G., Pavlov A.N. *Agrohimicheskie osnovy povyshenija kachestva zerna pshenic* [Agrochemical bases for improvement of the quality of wheat corn]. Moscow, 1981, 288 p.
10. Naumova G.V., Kosobokova R.V., Kosonogova L.V., Rajcina G.I., Zhmakova N.A., T.F.Ovchinnikova *Guminovye preparaty i tehnologicheskie priemy ih poluchenija* [Humic preparations and technologic ways of its obtaining]. Moscow, 1993, pp. 178-188.
11. Prosjannikov V.I. *Jeffektivnost' primenenija okislennyh uglej v kachestve udob-renija sel'skhozjajstvennyh kul'tur v lesostepnoj zone Kemerovskoj oblasti* [Efficiency of oxidized coal application in the quality of fertilizers of rural crops in the forest-steppe zone of Kemerovo region]. Cand. Diss. Barnaul, 2007, 125 p.
12. Ulanov N.N. *Vozmozhnosti ispol'zovanija okislennyh uglej i guminovyh vewestv v sel'skom hozjajstve* [Possibilities of the use of oxidized coals and humic substances in agriculture]. Moscow, 1993, pp. 157-161.
13. Hrustaleva G.K., Vorob'eva L.A. *Napravlenija i sposoby biologicheskoj pererabotki uglej i go-rjuchih slancev* [Directions and ways of biological processing of coals and combustible schists]. *Obz. inf. Geol., metody poiskov, razved-ki i ocenki mestorozhd. topliv.-jenerg. syr'ja* [Review of data on geol. methods of search, intelligence service and assessment of fule and energy raw material minefield]. – 1993, no. 5, pp. 1-32.
14. Achi O.K. *Characterization of the intermediate product of coal solubilization by Penicillium simplicissimum*. *J. Chem. Technol. and Biotechnol.* 1994, vol. 61, no. 4, pp. 325-330.
15. *Australia reports advances in microbial mining*. *Biotechnol. Business News.* 1995, vol. 5, no. 105-106, p. 15.
16. Catcheside D.E.A., Mallett K.J. *Solubilization of Australian lignites by fungi and other microorganisms*. *Energy and Fuels.* 1991, vol.5, no. 1, pp. 141-145.
17. Cohen M.S. Isolation and identification of the coal-solubilizing agent produced by *Trametes versicolor* / M.S.Cohen, K.A.Feldman, C.S.Brown, E.T.J. Gray // *Appl. and Environ. Microbiol.* – 1990. – Vol. 56. – № 1. – pp. 3285-3291.
18. Faison B.D., Lewis S.N. *Production of coal-solubilizing activity by Paecilomyces sp. during submerged growth in defined liquid media*. *Appl. Biochem. and Biotechnol.* 1989, vol. 20-21, COMPLETE, pp. 743-752.
19. Faison B.D., Woodward C.A., Bean R.M. *Microbial solubilization of a preoxidized subbituminous coal. Product characterization*. *Appl. Biochem. and Biotechnol.* 1990, vol. 24-25, SPRING-SUMMER, pp. 831-841.
20. Fredrickson J.K., Stewart D.L., Campbell J.A., Powell M.A., McMulloch M., Pyne J.W., Bean R.M. *Biosolubilization of low-rank coal by Trametes versicolor siderophore-like product and other complexing agents*. *J. Ind. Microbiol.* 1990, vol. 5, no. 6, pp. 401-406.
21. Gupta R.K., Deobald L.A., Crawford D.L. *Depolymerization and chemical modification of lignite coal by Pseudomonas cepacia strain DLC-07*. *Appl. Biochem. and Biotechnol.* 1990, vol. 24-25, SPRING-SUMMER, pp. 899-911.
22. Juszczak A., Domka F., Kozlowski M., Wachowska H. *Microbial desulphurization of coal with Thiobacillus ferrooxidans bacteria*. *Fuel.* 1995, vol. 74, no. 5, pp. 725-728.
23. Osipowicz B., Jablonski L., Siewinski A., Jasienko S., Rumkiewicz A. *Biodegradation of hard coal and its organic extract by celected microorganisms*. *Fuel.* 1994, vol. 73, no. 12, pp. 1853-1862.
24. Quigley D.R., Ward B., Crawford D.L., Hatcher H.J., Dugan P.R. *Microbially produced alkaline materials are involved in coal biosolubilization*. *Appl. Biochem. and Biotechnol.* 1989, vol. 20-21, COMPLETE, pp. 753-763.
25. Runnion K., Combie J.D. *Thermophilic microorganisms for coal biosolubilization*. *Appl. Biochem. and Biotechnol.* 1990, vol. 24-25, SPRING-SUMMER, pp. 817-829.
26. Stewart D.L., Thomas B.L., Bean R.M., Fredrickson J.K. *Colonization and degradation*

- of oxidized bituminous and lignite coals by fungi*. J. Ind. Microbiol. 1990, vol. 6, no.1, pp. 53-59.
27. Strandberg G.W., Lewis S.N. *Microbial solubilization of coal*. Pat. USA № 4914024.
28. Wondrack L., Szanto M., Wood W.A. *Depolymerization of water-soluble coal polymer from subbituminous coal and lignite by lignin peroxidase*. Appl. Biochem. and Biotechnol. 1989, vol. 20-21, COMPLETE, pp. 765-780.
29. Wood W.A., Wondrack L.M. *Enzymatic depolymerization of coal*. Pat. USA № 4960699.
30. Yuan Hong-Li, Koki Toyota, Akira Watanabe, Makoto Kimura *Changes of chemical properties and microbiological succession of lignites with weathering*. Bull. Jap. Soc. Microb. Ecol. – 1994, vol. 9, no. 2, pp. 45-53.
31. Yuan H.L., Yang J. S., Wang F.Q., Chen W.X. *Degradation/solubilization of Chinese lignite by Penicillium sp. P6*. Prikladnaja biohimija i mikrobiologija [Applied biochemistry and microbiology]. 2006, vol. 42, no. 1, pp. 59-62.

#### Сведения об авторах

**Волчатова Ирина Владимировна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности Института недропользования. Иркутский государственный технический университет (664074, Россия, Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел. (3952)405106, e-mail: genesis@istu.edu).

**Медведева Светлана Алексеевна** – доктор химических наук, профессор кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности Института недропользования. Иркутский государственный технический университет (664074, Россия, Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел. (3952)405106, e-mail: genesis@istu.edu).

#### Information about the authors:

**Volchatova Irina V.** – candidate of biological sciences, assistant professor, department of industrial ecology and life safe, Institute of Subsoil Use. Irkutsk State Technical University (83, Lermontov street, Irkutsk, Russia, 664074, tel. (3952)405106, e-mail: genesis@istu.edu).

**Medvedeva Svetlana A.** – doctor of chemical sciences, professor, department of industrial ecology and life safe, Institute of Subsoil Use. Irkutsk State Technical University (83, Lermontov street, Irkutsk, Russia, 664074, tel. (3952)405106, e-mail: genesis@istu.edu).

УДК 616-002.95(571.53)

## ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОГЕЛЬМИНТОЗОВ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Ю. Куприянова, Т.М. Тимошенко

Иркутский медицинский государственный университет”, г. Иркутск, Россия  
Центр образования № 47, г. Иркутск, Россия

За период с 2001 по 2011 гг. в Иркутской области зарегистрированы некоторые гельминтозы. Показатели заболеваемости трихинеллезом составляют от 0.17 до 11.4 на 100 тыс. населения. К районам с высоким риском трихинеллеза отнесены Катанский, Жигаловский и Казачинский. Озеро Байкал и прибрежная зона составляют издавна сложившийся очаг чаечного дифиллоботриоза, экстенсивность заражения которого колеблется от 70 до 100% со средним индексом обилия 2.65 паразитов. Заражение человека связано с употреблением рыбы из рек Лена, Ангара и ее притоков, а также Иркутского и Братского водохранилищ. Инцендентность описторхозом населения Тайшетского района составила 41.7 на 100 тыс., а в г. Тайшете - 75.3 на 100 тыс, что превышает среднеобластной уровень заболеваемости соответственно в 12.3 и в 22.1 раза.

*Ключевые слова:* биогельминтозы, трихинеллез, описторхоз, дифиллоботриоз, озеро Байкал, Иркутское и Братское водохранилища.

UDC 616-002.95(571.53)

**EPIDEMIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF BIOHELMINTHOSES IN IRKUTSK AREA**

**Kupriyanova N.Yu., Timoshenko T.M.**

*Irkutsk Medical State University, Irkutsk, Russia*

*Educational Center № 47, Irkutsk, Russia*

For the period of 2001-2011 in Irkutsk area there have been recorded some helmenthoses. The indices of sickness rate of trichinellosis were from 0.17 to 11.4 per 100 thous. population. The areas with highest risk of trichinellosis are considered to be Katansky, Zhigalovsky, and Kazachinsky areas. Since olden time Lake Baikal and coastal zone are the fully formed focus of seagull diphyllbothriasis, the infection intensity of which fluctuates from 70 to 100% with average index of 2.65 parasites. The human being infection is connected with consuming fish from the rivers of Lena, Angara and its flows, as well as from Irkutsk and Bratsk reservoirs. The incidence of opisthorchiasis by population of Taishet area was 41.7 per 100 thous., and in Taishet it was 75.3 per 100 thous that exceeds the average level of sickness rate in 12.3 and 22.1 times.

*Key words:* biohelmenthoses, trichinellosis, opisthorchiasis, diphyllbothriasis, lake Baikal, Irkutsk and Bratsk reservoirs.

**Цель работы** - выявление особенностей эпидемического процесса при биогельминтозах в Иркутской области.

**Материалы и методы.** В работе использованы данные годовых отчетов ФБУЗ ЦГЭ по Иркутской области, а также отчеты административных территорий Иркутской области за 2001-2011 гг. Проводился ретроспективный анализ заболеваемости населения, статистическую обработку материала проводили с помощью пакета прикладных программ "Statistica".

**Результаты исследования.** *Трихинеллез.* До 1973 г. на территории Иркутской области случаев трихинеллеза среди людей не отмечалось. В 1973 г. зарегистрирован первый случай инвазии – у жителя Киренского района, связанный с употреблением в пищу мяса бурого медведя. Источником трихинеллеза на территории Иркутской области являются медведи и собаки. Все случаи трихинеллеза связаны с паразитированием *T.nativa*. Регистрируется спорадическая и вспышечная заболеваемость. Все крупные вспышки связаны с употреблением в пищу мяса бурого медведя в виде строганины, слегка копченого, слабо прожаренного либо вяленого мяса. Кроме этого, зарегистрированы вспышки трихинеллеза, связанные с употреблением в пищу мяса собаки в сыром, слабо проваренном или прожаренном виде, которые обычно охватывают меньшее количество больных и являются более трудными для диагностики, поскольку больные часто скрывают факт употребления мяса собаки [2].

Нами проведено пространственное изучение распространения заболеваемости трихинеллезом населения Иркутской области за 2002-2011 гг. Трихинеллез на территории области встречается крайне неравномерно, показатели заболеваемости составляют от 0.17 до 11.4 на 100 тыс. населения.

К районам с высоким риском трихинеллеза отнесены Катанский,

Жигаловский и Казачинский, показатели заболеваемости составили от 11.93 до 9.16 на 100 тыс. населения. Средний уровень заболеваемости отмечен в 9 районах, где инцидентность составила от 3.8 до 1.37 на 100 тыс., в остальных районах заболеваемость трихинеллезом ниже среднеобластного уровня, который равен 1.2 на 100 тыс. (рис. 1).

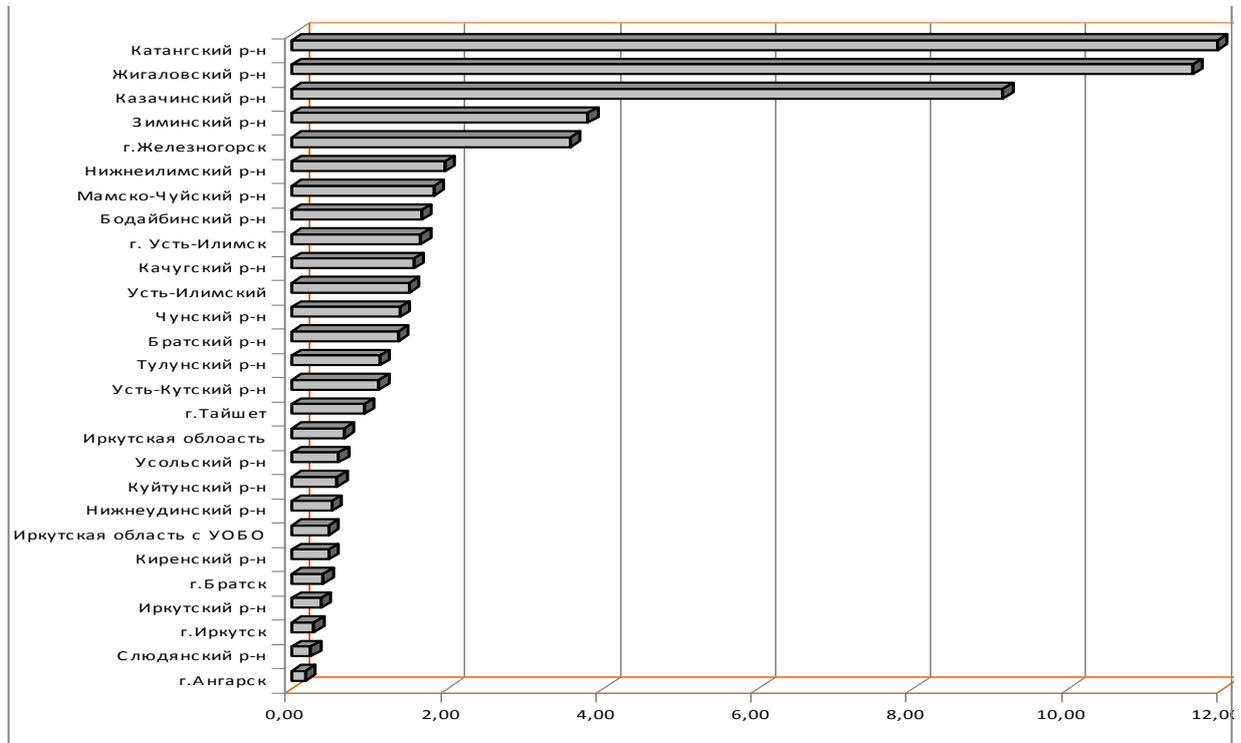


Рисунок 1 – Территориальное распределение заболеваемости трихинеллезом совокупного населения Иркутской области за 2002-2011 гг.

При анализе многолетней динамики заболеваемости совокупного населения трихинеллезом по Иркутской области с 2002-2011 гг. средний уровень заболеваемости составил 1.2 на 100 тыс. населения. Максимальная заболеваемость 4.44 на 100 тыс. отмечалась в 2004 году, Эпидемическая тенденция указывает на спад заболеваемости, коэффициент регрессии ( $b$ ) равен  $-0.13$ . В динамике отмечается два периода, продолжительностью 3 года (рис. 2). Среди заболевших выявлено 82% взрослых и 18% детей до 14 лет.

Актуальной для Иркутской области остается проблема заболеваемости населения биогельминтозами, передающимися через рыбу, дифиллоботриозом и описторхозом.

В Иркутской области озеро Байкал и прибрежная зона составляют издавна сложившийся очаг чаечного *дифиллоботриоза*. Основное значение в распространении инвазии имеют серебристые чайки, являющиеся главным дефинитивным хозяевами *D. dendriticum* – чаечного лентеца [3]. Следует отметить, что основным промежуточным хозяином чаечного лентеца является омуль, экстенсивность заражения которого колеблется от 70 до 100% со средним индексом обилия 2.65 паразитов. Заражение человека, обусловленное *D. latum*, связано с употреблением рыбы из рек Лена, Ангара и ее притоков, а также Иркутского и Братского водохранилищ (окунь, налим, щука).

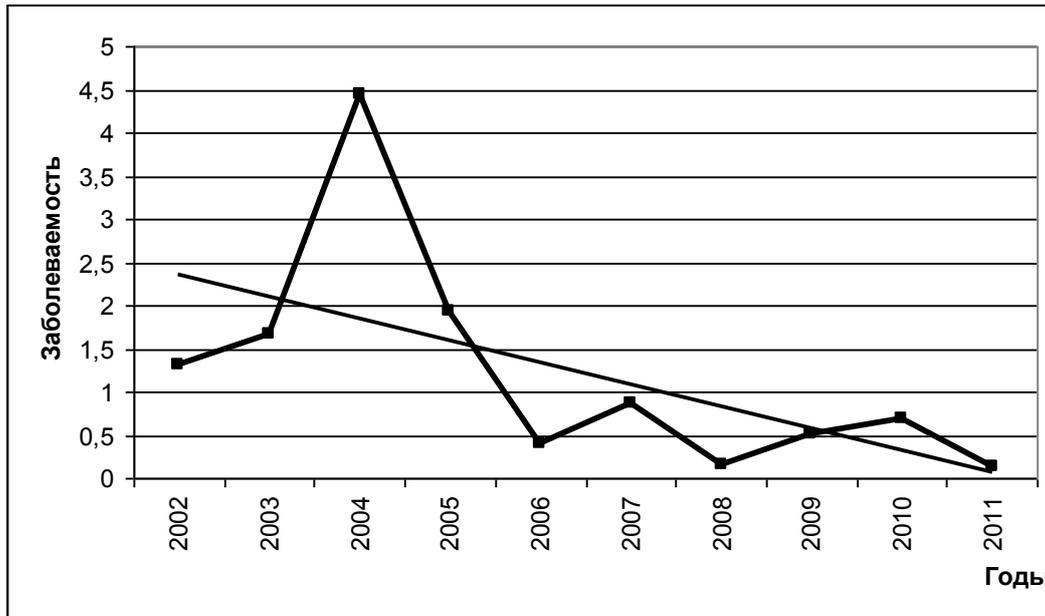


Рисунок 2 – Многолетняя динамика заболеваемости трихинеллезом совокупного населения Иркутской области.

*Описторхоз* регистрируется на территории Иркутской области с 1979 г. Очаг расположен в Тайшетском районе, связан с рекой Бирюса. Пораженность населения в районе составляет от 4-8 до 25.1%. [1]. Наибольшая заболеваемость регистрируется на территориях, где больше развита пойма, имеются множественные заливные луга и старицы. Большинство больных выявляется в очаге описторхоза в Тайшетском районе (заболеваемость 52.9 на 100 тыс населения). Высокий уровень заболеваемости в районе поддерживается укоренившейся у населения привычкой употреблять в пищу слабосоленую и недостаточно термически обработанную речную рыбу. [5].

Нами проведен ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости дифиллоботриозом и описторхозом населения Иркутской области за 2001-2010 гг. В среднем, за анализируемый период, показатель заболеваемости дифиллоботриозом составил 16.5 на 100 тыс., а описторхозом – 3.4 на 100 тыс. совокупного населения. Неблагополучными территориями являются Киренский и Казачинско-Ленский районы, где заболеваемость в 34-21 раз превышает областные показатели, инвазия вызвана паразитированием широкого лентеца. Отмечается рост заболеваемости в Балаганском и Усть-Кутском районах. Заражение часто носит профессиональный характер (рыбаки, рабочие рыбоконсервных заводов, работники водного транспорта и др.). Случаи заражения дифиллоботриозом в 88% случаев связаны с употреблением рыбы, отловленной в местных водоемах – оз. Байкал, Братское водохранилище и Усть-Илимское водохранилище, реки Ангара, Лена, Киренга.

Фактором передачи инвазии послужила рыба следующих видов: омуль, щука, хариус, ленок, которая употреблялась в пищу в виде расколотки (22%), свежесоленой (81%), копченой (19%), а также икра слабого посола (10%). Употреблялась рыба, преимущественно, собственного улова (44%),

приобретенная с рук (19%) и на стихийных рынках (47%)

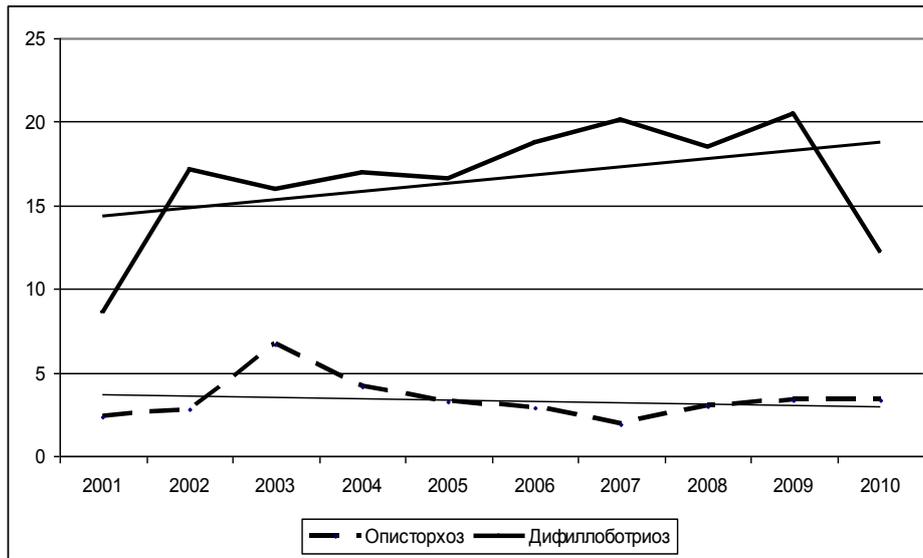


Рисунок 3 – Многолетняя динамика заболеваемости дифиллоботриозом и описторхозом совокупного населения Иркутской области.

Анализ многолетней динамики заболеваемости биогельминтозами, передающимися через рыбу, выявил выраженную положительную тенденцию к росту заболеваемости дифиллоботриозом ( $b=+22.4$ ) и отрицательную ( $b=-0.77$ ), характеризующую снижение заболеваемости описторхозом (рис. 3). Необходимо отметить, что средняя (за 2001-2010 гг.) инцидентность описторхозом населения Тайшетского района составила 41.7 на 100 тыс., а в г. Тайшете – 75.3 на 100 тыс, что превышает среднеобластной уровень заболеваемости в 12.3 и в 22.1 раза.

**Выводы.** 1. Одной из ведущих научно-организационных задач борьбы с гельминтозами следует считать разработку программ эпидемиологического надзора. Хотя каждая паразитарная болезнь имеет индивидуальные закономерности и особенности эпидемического процесса, при разработке систем эпидемиологического надзора учитываются такие общие подходы, как анализ распространения паразитарной болезни на данной территории.

2. Выявленные эпидемиологические особенности биогельминтозов в Иркутской области позволят улучшить эпидемиологический надзор за этими паразитами, планировать и проводить мероприятия с учетом распределения заболеваемости на территории и среди групп населения с целью снижения их инвазированности.

#### Список литературы

1. *Куприянова Н.Ю.* Санитарно-паразитологический мониторинг в Иркутске / *Н.Ю. Куприянова, И.В. Безгодков, В.М. Успенский, А.М. Антонова, Г.И. Горбачева* // Сб. статей межрегион. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию мед-проф. факультета ИГМУ – Иркутск: ИГМУ, 2010. – С. 104-108.

2. *Майборода А.А.* Особенности эпидемиологии, пути совершенствования мер борьбы и профилактики гельминтозов в Иркутской области / *А.А. Майборода, М.М. Колокольцев, Э.А. Житницкая, Т.А. Журина, Н.Ю. Куприянова, Т.М. Тимошенко* // Сб. "Окружающая среда

и здоровье человека”// Иркутск: Книжн.изд-во, 1990. – Ч.1. – С. 103-110.

3. *Пронин Н.М.* Байкальский природный очаг дифиллоботриоза (структура, эпизоотология и эпидемиология) / *Н.М. Пронин, С.В. Пронина* – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2010. – 44 с.

4. *Савченков М.Ф.* Анализ паразитологической ситуации в Байкальском регионе / *М.Ф.Савченков, Н.Ю. Куприянова, М.В. Мальцева, И.Г. Чумаченко* // Сб. матер. XI Всеросс. съезда гигиенистов и санитарных врачей // М.: Медицина, 2012. – Т.2. – С. 225-227.

5. *Секулович А.Ф.* Эпидемиологическая характеристика трихинеллеза в Иркутской области / *А.Ф. Секулович, Т.А. Журина, Л.А. Логиновская, Н.Ю. Куприянова* // Журн. “Сибирь-Восток”, 2001. – №6(42). – С. 25-28.

### References

1. Kuprijanova N.Ju., Bezgodov I.V., Uspenskij V.M., Antonova A.M., Gorbacheva G.I. *Sanitarno-parazitologicheskij monitoring v Irkutske* [Sanitary and parasitologic monitoring in Irkutsk]. Irkutsk, 2010, pp. 104-108.

2. Majboroda A.A., Kolokol'cev M.M., Zhitnickaja Je.A., Zhurina T.A., Kuprijanova N.Ju., Timoshenko T.M. *Osobennosti jepidemiologii, puti sovershenstvovanija mer bor'by i profilaktiki gel'mintozov v Irkutskoj oblasti* [Characteristics of epidemiology, ways for improvement of measures and prophylaxis of helminthiases in Irkutsk region]. Irkutsk, 1990, no.1, pp. 103-110.

3. Pronin N.M., Pronina S.V. Bajkal'skij prirodnyj ochag difillobotrioz (struktura, jepizootologija i jepidemiologija) [Baikal natural focus of diphyllbothriasis (structure, epizootology and epidomiology)]. Ulan-Udje, 2010. – 44 p.

4. Savchenkov M.F., Kuprijanova N.Ju., Mal'ceva M.V., Chumachenko I.G. *Analiz parazitologicheskoi situacii v Bajkal'skom regione* [Baikal natural focus of diphyllbothriasis (structure, epizootology and epidomiology)] oskva, 2012, T.2. pp. 225-227.

5. Sekulovich A.F., Zhurina T.A., Loginovskaja L.A., Kuprijanova N.Ju. *Jepidemiologicheskaja harakteristika trihinelleza v Irkutskoj oblasti* [Epidemiological characteristics of trichinellosis in Irkutsk region]. Sibir'-Vostok [Siberia-East]. 2001, no.6(42), pp. 25-28.

### Сведения об авторах

**Тимошенко Татьяна Михайловна** – кандидат биологических наук, руководитель структурного подразделения “Медицинская служба”. Центр образования № 47 г. Иркутска (664057, Россия, г. Иркутск, пр. Маршала Жукова, 36, тел. 89148767507, e-mail: mockitina555@mail.ru).

**Куприянова Наталья Юрьевна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры эпидемиологии. Иркутский государственный медицинский университет (664003, Россия, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 2, тел. 89148772022, e-mail: mockitina555@mail.ru).

### Information about the authors:

**Timoshenko Tatiana M.** – candidate of biological sciences, supervisor of separtment “Medical Service”, Educational Center № 47, Irkutsk (36, Marshala Zhukova avenue, Irkutsk, Russia, 664057, tel.: 89148767507, e-mail:mockitina555@mail.ru).

**Kupryanova Natalia Yu.** – candidate of biological sciences, assistant professor, department of epidemiology. Irkutsk State Medical University (2, Krasnogo Vosstania str., Irkutsk, Russia, 664003, tel.: 89148772022, e-mail:mockitina555@mail.ru).

УДК 614.72:547.532-07

**АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

**С.И. Лещук, Д.Ц. Очиржапова**

Сибирская академия права, экономики и управления, г. Иркутск, Россия  
Факультет экологии

В статье освещены вопросы, связанные с изучением санитарного состояния атмосферного воздуха, его связи со здоровьем населения. Показано комплексное влияние техногенных факторов окружающей среды на состояние здоровья населения, проживающего на территориях экологического неблагополучия. Климат Иркутской области, характеризуется неблагоприятными условиями для рассеивания вредных выбросов, способствующих созданию опасного уровня загрязнения воздуха. На здоровье населения влияют как отдельные компоненты природной окружающей среды, так и их совокупность. Среди них наиболее существенным является приземный слой атмосферы со всеми происходящими в нем процессами и явлениями. Поэтому характер и структура заболеваемости в каждом конкретном регионе может зависеть от качества атмосферного воздуха и его физических характеристик.

*Ключевые слова:* загрязняющие вещества, здоровье населения, атмосферный воздух, индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), антропогенное загрязнение, классы болезней, экологический риск, мониторинг, предельно допустимая концентрация (ПДК).

UDC 614.72:547.532-07

**ANTHROPOGENIC CONTAMINATION OF ATMOSPHERE AIR AND ITS INFLUENCE ON POPULATION'S HEALTH**

**Leschuk S.I., Ochirzhapova D.Ts.**

Siberian Academy of Law, Economics and Management, *Irkutsk, Russia*  
Faculty of Ecology

The paper deals with the issues connected with the study on the sanitary state of the atmosphere air, its links with population's health. The complex influence of technogenic factors of the environment on population's health inhabiting the territories of ecological unfavourable conditions has been shown. The climate of Irkutsk region is characterized by unfavourable conditions for dispersal of harmful discharges contributed to the formation of dangerous level of air contamination. Population's health is influenced by individual components of environment, as well as by its totality. Ground-level air with all its processes and phenomena is more essential. That is why the character and structure of sickness rate in each region may depend on the quality of atmosphere air and its physical characteristics.

*Key words:* contaminants, population's health, atmosphere air, index of air contamination (IAC), anthropogenic substances, class of sickness, ecological risk, monitoring, maximum permissible discharges (MPD).

Охрана атмосферного воздуха – ключевая проблема оздоровления окружающей природной среды. Атмосферный воздух занимает особое положение среди других компонентов биосферы. Значение его для всего живого на Земле невозможно переоценить. Человек может находиться без пищи пять недель, без воды – пять дней, а без воздуха – лишь пять минут. При этом воздух должен иметь определенную чистоту и любое отклонение от нормы опасно для здоровья. Он выполняет и сложнейшую защитную экологическую

функцию, предохраняя Землю от абсолютно холодного Космоса и потока солнечных излучений. В атмосфере идут глобальные метеорологические процессы, формируется климат и погода, задерживается масса метеоритов [4, 5].

**Цель работы** – оценить экологическое состояние атмосферного воздуха и его влияние на заболеваемость населения.

**Материалом для исследования** послужили данные о среднегодовых и разовых концентрациях загрязняющих веществ и о заболеваемости населения Иркутской области, взятые в Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Иркутской области и центре Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации [7].

Качество атмосферного воздуха и состояние здоровья населения рассматривались на примере территории Иркутской области.

#### **Обсуждение результатов.**

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на изучаемой территории являются предприятия теплоэнергетики, угольной, нефтехимической, деревообрабатывающей промышленности, многочисленные мелкие котельные, жилой сектор с печным отоплением, автотранспорт. Качество атмосферного воздуха в регионе обусловлено содержанием таких веществ, как нефтепродукты, соли тяжелых металлов, бенз(а)пирен, формальдегид, диоксид азота, взвешенные вещества [3, 10].

По данным Росгидромета по Иркутской области, в перечень промышленных центров с очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха входят три промышленных города области: Братск, Зима, Иркутск. В пяти городах: Саянск, Усолье-Сибирское, Черемхово, Шелехов, Усть-Илимск – уровень загрязнения высокий. При неблагоприятных условиях рассеивания выбросов в крупных городах Иркутске, Братске, Ангарске может происходить формирование химических и фотохимических смогов, что ведет к увеличению количества дыхательных, аллергических и других заболеваний населения [1, 6, 7].

Суммарный объем выбросов по Иркутской области от стационарных источников в 2008 году составил 631.92 тыс. тонн, в расчете на каждого жителя области количество вредных веществ, попавших в атмосферный воздух, ежегодно составляет около 200 кг [6].

На основе контроля, осуществляемого за состоянием атмосферного воздуха центрами Госсанэпиднадзора и Гидрометеослужбой области, выявлены территории, неблагополучные по уровням загрязнения воздушного бассейна. Наибольшему загрязнению подвергается атмосферный воздух городов: Ангарска (годовая сумма выбросов составляет 175.9 тыс. тонн), Братска (99.3 тыс. тонн), Иркутска (73.2 тыс. тонн), Усолье – Сибирского (43.3 тыс. тонн), Усть-Илимска (33.0 тыс. тонн), Шелехова (29.3 тыс. тонн), Зимы + Саянска (28.3 тыс. тонн). Загрязнение атмосферы подтверждается наличием проб с превышением ПДК, отобранных на промплощадках, в селитебных зонах и автомагистралях. Перечень территорий с интенсивным загрязнением

атмосферы примесями, концентрации которых превышают ПДК с различной кратностью (табл. 1).

**Таблица 1 – Перечень территорий с интенсивным загрязнением атмосферы различными примесями**

Города	Примеси, определяемые в атмосфере городов
Ангарск	Формальдегид, бенз(а)пирен, оксид углерода, оксиды азота, фенол, аммиак, диметиламин, суммарные углеводороды
Байкальск	Фенол, бенз(а)пирен, метилмеркаптан
Братск	Формальдегид, бенз(а)пирен, оксиды азота, метилмеркаптан, свинец, фторгаз, сероводород, фенол
Зима и Саянск	Бенз(а)пирен, оксид углерода, сажа, хлористый водород
Иркутск	Формальдегид, бенз(а)пирен, оксид углерода, оксиды азота, фенол, свинец, сажа, взвешенные вещества
Усолье-Сибирское	Оксиды азота, бенз(а)пирен, фенол, сажа, аммиак, диоксид серы, пыль, свинец
Усть-Илимск	Формальдегид, бенз(а)пирен, оксиды азота, метилмеркаптан, хлор, фенол
Черемхово	Формальдегид, бенз(а)пирен, оксиды азота, сажа
Шелехов	Формальдегид, бенз(а)пирен, оксид углерода

В семи промышленных городах области уровень загрязнения атмосферного воздуха (по индексу ИЗА) оценивается как высокий и очень высокий. Это города: Братск, Зима, Иркутск – с очень высоким и Ангарск, Усолье-Сибирское, Черемхово, Шелехов, – с высоким уровнем загрязнения воздушного бассейна. Воздействию высокого и очень высокого загрязнения атмосферного воздуха подвергается 1.304 млн. человека, что составляет 65.3% от населения, проживающего в Иркутской области.

Такие города, как Братск и Иркутск на протяжении многих лет включаются в Приоритетный список городов России с самым высоким уровнем загрязнения воздуха. В Приоритетный список после некоторого перерыва входит г. Зима с 2001 года. На протяжении пяти лет в этот список входили города: Шелехов (2000-2004 гг.), Ангарск входил в 2004, 2005 гг., Усолье-Сибирское – в 2001, 2002 гг.

Веществами, определяющими очень высокое загрязнение атмосферного воздуха в этих городах, являются: бенз(а)пирен, формальдегид, диоксид и оксид азота, сероуглерод, фторид водорода, взвешенные вещества, сажа.

В целом по городам области средние концентрации формальдегида превышают допустимый уровень загрязнения в 3.7 раза, сероуглерода в 3.4 раза, бенз(а)пирена в 2.7 раза, диоксида азота в 1.3 раза, фторида водорода в 1.2 раза.

Среднегодовые концентрации взвешенных веществ превышают ПДК в 1.2-1.6 раза в городах Усть-Илимск, Иркутск, Шелехов, Усолье-Сибирское. Максимальные разовые концентрации превышают допустимую норму в 11 городах и поселках области с наибольшим значением 5.4 ПДК, зарегистрированным в г. Иркутске. Наибольшая повторяемость превышения ПДК 7.8% отмечена в г. Усть-Илимске.

Средние концентрации оксида углерода ниже ПДК, наибольшее содержание примеси наблюдается в г. Шелехове, где средняя годовая концентрация составляет 0.97 ПДК. Максимальные разовые концентрации этой примеси превышают ПДК в 8 городах, наибольшее значение 3.4 ПДК и наибольшая повторяемость превышения ПДК 11.3% наблюдается в г. Иркутске.

Наблюдения за оксидом азота осуществляются на 4 ПНЗ в трех городах: Иркутске, Братске, Усть-Илимске. Санитарные нормы превышены только в Иркутске. Среднегодовая концентрация примеси в Иркутске превышает ПДК в 1.7 раза, максимум составляет 2.4 ПДК; наибольшая повторяемость составила 3.4% [4, 12].

Наибольшие из среднемесячных концентраций бенз(а)пирена превышают санитарные нормы во всех изучаемых городах и составляют 2.8-9.5 ПДК; уровень 5 ПДК превышен в Черемхово, Зиме, Ангарске, Иркутске, Усолье–Сибирском, Братске. Среднегодовая и максимальная разовая концентрация бенз(а)пирена в г. Иркутске составляют 0.3 ПДК.

Средний уровень загрязнения воздуха формальдегидом составляет 1-9.3 ПДК. Наибольшая среднегодовая концентрация 9.3 ПДК наблюдается в г. Братске. Максимальная разовая концентрация превышает ПДК в городах: Шелехове в 11.4 раза, Братске в 5.6 раза, Зиме, Иркутске, Ангарске в 1.03-2.8 раза. Наибольшая повторяемость превышения ПДК 46.1% наблюдается в г. Братске.

Среднегодовая концентрация сажи в Иркутске составляет 1.1 ПДК, максимальная разовая концентрация составила 1.5 ПДК, а наибольшая повторяемость составила 34.9% [4, 12].

Таким образом, видно, что во всех изучаемых городах Иркутской области в атмосферном воздухе присутствуют загрязняющие вещества, превышающие ПДК в 1-9 раз, что в целом способствует формированию высоких показателей индексов загрязненности атмосферного воздуха.

Загрязнение окружающей природной среды является мощным фактором угрозы здоровью населения, оказывая существенное влияние на рост заболеваемости, смертности, в первую очередь, социально незащищенных и ослабленных групп, репродуктивную функцию и естественное воспроизводство населения [5, 7, 11, 15].

Антропогенное загрязнение окружающей среды является самостоятельным фактором риска в развитии инфекционного и эпидемического процессов, снижает иммунологическую эффективность вакцинопрофилактики. У детей школьного возраста в экологически неблагоприятных условиях уровень коллективного иммунитета ко всем управляемым инфекциям достоверно ниже, чем в группе сравнения [7, 8, 10].

На основании динамических наблюдений за уровнями загрязнения атмосферы городов с высокой плотностью населения и располагающими возможностями для контроля за состоянием атмосферного воздуха, определены приоритетные загрязняющие вещества, которые могут оказывать специфическое и неспецифическое повреждающее воздействие на состояние здоровья населения [4, 5].

Рассмотренные нами ранее вещества, которые характеризуют состояние атмосферного воздуха промышленных городов Иркутской области, входят в данный список веществ.

По степени распространения загрязнителей в атмосфере населенных мест проведено их ранжирование с указанием численности экспонированного населения (табл. 2).

**Таблица 2 – Численность экспонированного населения, ранжированная по степени загрязнения атмосферы**

Ранг	Приоритетные вещества	Численность экспонированного населения (в тыс. чел)
1	Взвешенные вещества, оксид углерода	1550-1730 (в 12 городах)
2	Бенз(а)пирен	971 (в 8 городах)
3	Соли тяжелых металлов	765 (в 7 городах)
4	Окислы азота	810 (в 8 городах)
5	Диоксид серы, сероводород, метилмеркаптан	240 – 530 (в 5 городах)
6	Метиловый спирт, формальдегид	405 (в 5 городах)
7	Ароматические углеводороды	385 (в 5 городах)
8	Фтористые соединения	295 (в 3 городах)
9	Хлор, хлорпроизводные	190 (в 3 городах)
10	Ртуть	185 (в 3 городах)

Изучение распространенности основных групп заболеваний соматического характера выявило преобладание болезней органов дыхания, на них приходится с учетом гриппа, ОРВИ, пневмоний и бронхиальной астмы около 60% всех заболеваний [3, 8].

Последствия воздействия на организм человека вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, весьма серьезны и имеют широкий диапазон действия: от кашля до летального исхода (табл. 3).

Здоровье детей дошкольного возраста является одним из наиболее чувствительных показателей и критериев воздействия среды обитания и образа жизни на человеческую популяцию. Особое значение это имеет при оценке качества окружающей среды в промышленных городах региона, где население подвергается значительной антропогенной нагрузке.

Общая заболеваемость в Иркутской области в 2008 г. составила 160 тыс. случаев на 100 тыс. населения, что примерно столько же, сколько и в среднем по РФ (157 тыс. на 100 тыс. населения). В 2009 г. рост заболеваемости составил 3.4%, то есть 165 тыс. случаев на 100 тыс. населения. Такой рост заболеваемости во многом связан с государственной программой диспансеризации населения, направленной на раннюю диагностику заболеваний. В предшествующие пять лет заболеваемость росла со средним темпом 0.2% в год, по РФ в среднем – 2%.

**Таблица 3 – Влияние выхлопных газов автомобилей на здоровье человека**

Вредные вещества	Последствия воздействия на организм человека
Оксид углерода	Препятствует абсорбированию кровью кислорода, что ослабляет мыслительные способности, замедляет рефлексы, вызывает сонливость и может быть причиной потери сознания и смерти
Свинец	Влияет на кровеносную, нервную и мочеполовую системы; вызывает, вероятно, снижение умственных способностей у детей, откладывается в костях и других тканях, поэтому опасен в течение длительного времени
Оксиды азота	Могут увеличивать восприимчивость организма к вирусным заболеваниям (типа гриппа), раздражают легкие, вызывает бронхит и пневмонию
Озон	Раздражает слизистую оболочку органов дыхания, вызывает кашель, нарушает работу легких; снижает сопротивляемость к простудным заболеваниям; может обострять хронические заболевания сердца, а также вызывать астму, бронхит
Токсические выбросы (тяжелые металлы)	Вызывают рак, нарушение функций половой системы и дефекты у новорожденных

Структура общей заболеваемости представлена на рисунке. На первом месте по частоте находятся болезни органов дыхания, на втором - болезни органов кровообращения, на третьем - болезни костно-мышечной системы, на четвертом - болезни мочеполовой системы и на пятом месте - травмы, отравления и другие последствия воздействия внешних причин.



**Рисунок – Структура общей заболеваемости в Иркутской области в 2009 г.**

Заболеваемость детей и подростков по Иркутской области показывают, что у 70% детей Иркутской области наблюдаются какие-либо хронические заболевания. Общая заболеваемость детей в возрасте от 0 до 14 лет в 2009 г. в Иркутской области составила 236.1 тыс. случаев на 100 тыс. детей, что практически столько же, сколько и по Российской Федерации и Сибирскому Федеральному округу (соответственно 245.4 тыс. и 225.9 тыс. случаев на 100

тыс. детей). Структуру заболеваемости в порядке убывания по распространенности составляют болезни органов дыхания (56%), болезни органов пищеварения (6%), болезни кожи и подкожной клетчатки (4.4%), травмы и отравления (4.2%), инфекционные заболевания (4%) [11].

В структуре заболеваемости подростков преобладают болезни органов кровообращения (17%), болезни органов дыхания (15%), болезни костно-мышечной системы (10%), травмы и отравления (7.6%), болезни мочеполовой системы (9.5%), болезни глаза и его придаточного аппарата (7%) и болезни органов пищеварения (6%). Следует отметить более высокие показатели заболеваемости болезнями органов дыхания у детей и подростков – они выше, чем в среднем по Сибирскому Федеральному округу на 11% (соответственно, 1316 и 1148 случаев на 100 тыс. детского населения). Особенно высока распространенность пневмоний, астмы и астматического статуса, что связано с особенностями климатических условий, большой продолжительностью времени года с низкими температурами окружающего воздуха [3].

Перечисленное диктует необходимость постоянного наблюдения и исследования состояния окружающей среды и здоровья населения на экологически неблагоприятных территориях.

Наибольшее число обследованных детей в городах Иркутск, Братск, Шелехов (60.5-75.5%) имели морфофункциональные отклонения донозологического характера и были отнесены ко II группе здоровья. Среди выявленных у них нарушений преобладали признаки иммунной недостаточности, аллергический диатез, нарушения нейropsychического развития, функциональные кардиопатии, поражения ЛОР-органов. Более чем у 70% детей второй группы здоровья отмечались сочетанные нарушения со стороны двух и более органов и систем. У детей, страдающих аллергическим диатезом (от 12.9 до 37.8 на 100 обследованных), преобладали пищевая сенсибилизация и явления локализованного атопического дерматита. Наибольшая распространенность аллергических состояний отмечена в коллективах детей дошкольных учреждений г. Шелехова [7, 10].

Влияние специфических и “основных” загрязнителей на состояние здоровья населения, несмотря на сложность проблемы, с определенной степенью вероятности, можно установить посредством корреляционного анализа статистических данных по заболеваемости и уровнями загрязнения за длительный период [1, 10].

Для корреляции уровней заболеваемости “выделены” отдельные классы и нозологические формы болезней, проявление которых, в определенной степени, связано с повреждающим действием вышеприведенных примесей [1, 7, 10, 14]. Относительный риск заболеваемости взрослого населения новообразованиями, в этиопатогенезе которых отслеживается влияние вредных выбросов в атмосферу, составил по городам: Ангарску – 1.50; Братску – 1.42; Бодайбинскому району – 1.37; по г. Усолье-Сибирскому – 1.13; Черемхово – 1.12; Иркутску – 1.04. Корреляционная связь между загрязнениями атмосферы в указанных городах и онкопатологией взрослых определяется коэффициентом, равным 0.54, что свидетельствует о достаточно убедительной их

взаимообусловленности. Относительный риск заболеваемости детского населения: Саянск – 1.45; Братск – 1.32; Иркутск – 1.20; Усть-Илимск – 1.19; Шелехов – 1.12; Ангарск – 1.11; Усолье-Сибирское – 1.06. Областной показатель – 81915.3. Показатель по Российской Федерации – 85826.5. коэффициент корреляции – 0.42, то есть характеризует прямые корреляционные связи среднего уровня. Относительный риск развития болезней эндокринной системы среди взрослых определяется следующими “довесками” к фоновой единице, принятой за 100% по городу Саянску – 1.96; Иркутску – 1.31; Черемхово – 1.22; Ангарску – 1.21; Братску – 1.08. В патологии эндокринной системы значительная роль отводится природно-географическим факторам, формирующим качество окружающей среды, не исключая также техногенное воздействие, что подтверждается наличием корреляционных связей (загрязнение воздуха - заболеваемость) на уровне коэффициента 0.43.

Следует отметить, что ссылки на “прямую” рафинированную связь загрязнений воздуха и заболеваемости населения подлежат скрупулезному уточнению и основательному подтверждению результатами целенаправленных, трудоемких, с большими затратами работ.

**Выводы.** 1. Определены приоритетные загрязнители атмосферного воздуха в Иркутской области: формальдегид, бенз(а)пирен, оксиды углерода и азота, взвешенные вещества.

2. При изучении распределения заболеваемости отмечено, что 60% заболеваний приходится на болезни органов дыхания. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы является фундаментальной основой для планирования и развития стратегии ликвидации проблемы загрязнения.

#### Список литературы

1. Балабина Н.М. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на первичную заболеваемость взрослого городского населения анемиями / Н.М. Балабина // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – Иркутск, 2005. – № 1. – С. 116-119.
2. Востротина З.И. Экология и здоровье детей дошкольного возраста г. Иркутска / З.И. Востротина // Актуальные вопросы педиатрии и детской хирургии. – Иркутск, 1995. – С. 39.
3. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека / Ю.П. Гичев. – Новосибирск: Наука, 2002. – 229 с.
4. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2003 году”. – Иркутск: Облмашинформ, 2004. - С. 57-62.
5. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2005 – 2009 гг.” – Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР по Иркутской области, 2010. – С. 54-58.
6. Отчет “О состоянии атмосферного воздуха на территории г. Иркутска за 2009 г.” – Иркутское УГМС, 2010. – С. 1-9.
7. Отчет “О качестве атмосферного воздуха на территории Иркутской области” – УГМС, Иркутск, 2010. – С. 15-23.
8. Лещенко Л.А. Условия жизни и здоровья населения Иркутской области / Л.А. Лещенко, Г.М. Бодиенкова, В.С. Рукавишников, С.А. Коровин. – Иркутск: ВСНЦ СО РАМН, 2001. – 224 с.
9. Мальцева М.В. Мониторинг потогенных вирусов в объектах окружающей среды г. Иркутска. / М.В. Мальцева, В.А. Астафьев, Т.А. Гаврилова, Е.Д. Савилов // Иркутск: ВСНЦ

СО РАМН, 2007. – № 3. – С. 43-49.

10. Программа модернизации здравоохранения Иркутской области на 2011-2012 годы. – Постановление от 23 ноября 2010 года, N-305 пп. – Иркутск, 2010. – С. 29-31.

11. *Ракитский В.Н.* Мутагенная и канцерогенная активность химических соединений / *В.Н. Ракитский* // Вестник РАМН - Москва, 2005. – № 3. – С. 7-9.

12. Сводный том “Охрана атмосферы и предельно-допустимые выбросы предприятий г. Иркутска” - ФГУ “Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора в Иркутской области”, Иркутск, 2009. – С. 55-68.

13. Состояние загрязнения атмосферного воздуха городов на территории деятельности Иркутского УГМС в 2007 году / Ежегодник. – Иркутск, 2008. – С. 53-54.

14. *Степаненко Л.А.* Особенности состояния специфического иммунитета к управляемым инфекциям у детей (на примере кори и полиомиелита) в условиях воздействия техногенной нагрузки / *Л.А. Степаненко* // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – Иркутск, 2007. – № 3. – С. 63-66.

15. *Холодова Г.Ю.* Актуальность изучения влияния загрязнения атмосферного воздуха на нервно-психические заболевания. / *Г.Ю. Холодова, А.Н. Лутвинцев, В.С. Собенников, Н.В. Холодова.* – Иркутск, 2009. – С. 6-7.

### References

1. Balabina N.M. *Vlijanie zagrjaznenija atmosfernogo vozduha na pervichnuju zabolevaemost' vzroslogo gorodskogo naselenija anemijami* [Influence of atmosphere air contamination on primary sickness of adult urban population by anaemia]. Bjuulleten VSNC SO RAMN, 2005, no. 1, pp. 116-119.

2. Vostrotina Z.I. *Jekologija i zdorov'e detej doshkol'nogo vozrasta g. Irkutska*, Aktual'nye voprosy pediatrii i detskoj hirurgii [Ecology and health of children of preschool age in Irkutsk, Actual issues of pediatrics and children surgery]. Irkutsk, 1995, 39 p.

3. Gichev Ju.P. *Zagrjaznenie okruzhajuwej sredy i zdorov'e cheloveka* [Contamination of environment and human being health]. Novosibirsk, 2002, 229 p.

4. Gosudarstvennyj doklad “O sostojanii i ob ohrane okruzhajuwej sredy Irkutskoj oblasti v 2003 godu.” [“On state and protection of environment of Irkutsk region in 2003”]. Irkutsk, 2004, pp. 57-62.

5. Gosudarstvennyj doklad “O sostojanii i ob ohrane okruzhajuwej sredy Irkutskoj oblasti v 2005-2009.” [“On state and protection of environment of Irkutsk region in 2003”]. Glavnoe upravlenie prirodnyh resursov i ohrany okruzhajuwej sredy MPR po Irkutskoj oblasti. 2010, pp. 54-58.

6. Otchet o sostojanii atmosfernogo vozduha na territorii g. Irkutska za 2009 [Report “On state of atmosphere air in the territory of Irkutsk in 2009”]. Irkutskoe UGMS, P. 1-9.

7. Otchet “O kachestve atmosfernogo vozduha na territorii Irkutskoj oblasti.” [Report “On state of atmosphere air in the territory of Irkutsk region”]. UGMS, Irkutsk, 2010, pp. 15-23.

8. Lewenko L.A., Bodienkova G.M., Rukavishnikov V.S, Korovin S.A. *Uslovija zhizni i zdorov'ja naselenija Irkutskoj oblasti* [Conditions of life and health of population of Irkutsk region]. Irkutsk: VS NC SO RAMN, 2001, 224 p.

9. Mal'ceva M.V., Astaf'ev V.A., Gavrilova T.A., Savilov E.D. *Monitoring potogennyh virusov v obektah okruzhajuwej sredy g. Irkutska* [Monitoring of photogenic viruses in the objects of environment of Irkutsk.]. Irkutsk: VSNC SO RAMN, 2007, no. 3, pp. 43-49.

10. Programma modernizacii zdavoohranenija Irkutskoj oblasti na 2011-2012 gody [Program of modernization of Irkutsk region for the period of 2011- 2012]. Irkutsk, 2010, pp. 29-31.

11. Rakitskij V.N. *Mutagennaja i kancerogennaja aktivnost' himicheskikh soedinenij* [Mutagenic and cancerogenic activity of chemical compounds]. Vestnik RAMN, [Vestnik]. 2005, no 3., pp. 7-9.

12. Svodnyj tom “Ohrana atmosfery i predel'no-dopustimye vybrosy predprijatij g. Irkutska”

[Summary volume "Protection of atmosphere and maximum permissible discharges of enterprises of Irkutsk"]. Irkutsk, 2009, pp. 55-68.

13. *Costojanie zagriznenija atmosfernogo vozduha gorodov na territorii dejatel'nosti Irkutskogo UGMS v 2007* [State of atmosphere air contamination of the towns in the territory of the activity of Irkutsk MSMS in 2007]. Irkutsk, 2008, pp. 53-54.

14. Stepanenko L.A. *Osobennosti sostojanija specificheskogo immuniteta k upravljaemym infekcijam u detej (na primere kori i poliomielitita) v uslovijah vozdejstvija tehnogennoj nagruzki* [Characteristics of the state of specific immunity to the guided infections of children (by example of measles and poliomyelitis) in the conditions of the impact of technogenic loading]. VSNC SO RAMN. [Bulletin SC ME ESSC SB RAMS]. 2007, № 3., pp. 63-66.

15. Holodova G.Ju., Litvincev A.N., Sobennikov V.S., Holodova N.V. *Aktual'nost' izuchenija vlijanija zagriznenija atmosfernogo vozduha na nervno-psihicheskie zabojevanija* [Actuality of effect of atmosphere air contamination on neuropsychic diseases]. Irkutsk, 2009, pp. 6-7.

#### Сведения об авторах

**Лещук Светлана Ивановна** – доктор биологических наук, профессор кафедры экологии факультета экологии. Сибирская академия права, экономики и управления (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Сурикова, 21, тел. 89500837129, e-mail: LescHuk@yandex.ru).

**Очиржапова Долгор Цыренжаповна** – аспирант кафедры экологии факультета экологии. Сибирская академия права, экономики и управления (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Сурикова, 21, тел. 89501376013, e-mail: SASHA-DOL85@mail.ru).

#### Information about the authors:

**Leschuk Svetlana I.** – doctor of biological sciences, professor, department of ecology, faculty of ecology. Siberian Academy of Law, Economics and Management (21, Surikov str., Irkutsk, Russia, 664000, tel. 89500837129, e-mail: LescHuk@yandex.ru).

**Ochirzhapova Dolgor Ts.** – PhD student, department of ecology, faculty of ecology. Siberian Academy of Law, Economics and Management (21, Surikov str., Irkutsk, Russia, 664000, tel. 89501376013, e-mail: SASHA-DOL85@mail.ru).

УДК 634.11.634.124.631.52

## СВЯЗЬ ЗИМОСТОЙКОСТИ С РАЗМЕРОМ И ВКУСОМ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ

<sup>1</sup>М.А. Раченко, <sup>2</sup>Е.И. Раченко

<sup>1</sup>Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия

Для подтверждения гипотезы о связи зимостойкости яблони с весом и вкусом плода проведен корреляционный анализ. В качестве параметров анализа были использованы максимальная степень подмерзания дерева, средний вес плода и его вкус в баллах. Объектом изучения послужили 37 сортов яблонь-ранеток и яблонь-полукультурок. Зависимость уровня зимостойкости от вкуса плодов показана только у крупноплодных яблонь-полукультурок. Линейный коэффициент корреляции между максимальной степенью подмерзания дерева и средним весом плодов  $r=0.1$ , связь прямая, слабая. В данном случае зимостойкость крупноплодных яблонь-полукультурок на 15.21% определяется вкусом плода и на 1% – его весом.

*Ключевые слова:* яблоня, зимостойкость, вкус и вес плодов, корреляционный анализ.

UDC 634.11.634.124.631.52

CONNECTION BETWEEN WINTER-HARDINESS AND SIZE AND TASTE OF APPLE FRUITS

<sup>1</sup>Rachenko M.A., <sup>2</sup>Rachenko E.I.

<sup>1</sup>Irkutsk State Academy of Agriculture, *Irkutsk, Russia*

<sup>2</sup>Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, *Irkutsk, Russia*

The correlation analysis has been carried out to confirm the hypothesis about the connection between winter-hardiness and height and taste of fruits. Maximum level of trees freezing, average weight of a fruit and its taste in the points were used as the parameters of the analysis. The object of the study was 37 varieties of apple-trees. The dependence between the level of winter-hardiness and taste of fruits is shown in large-fruited apple-tree. Linear coefficient of correlation between maximum level of trees freezing and average weight of fruits is  $r=0.1$ , link is direct, weak. In the given case the winter-hardiness of large-fruited apple-trees at 15.21% is defined by the taste of fruit and at 1% of its weight.

*Key words:* apple, winter-hardiness, fruit taste and weight, correlation analysis.

Самая зимостойкая яблоня в мире – это сибирская ягодная яблоня (*Malus baccata* (L.) Borkh.), температурный предел морозостойкости которой может достигать до  $-55^{\circ}\text{C}$ . При этом плоды этого вида яблони не превышают 0.5-1 см в диаметре (исключение составляют отборные сеянцы с размером плодов, похожих на вишню) и имеют горький или кисло-горький вкус. Считается, что признак зимостойкости сибирская яблоня передает своему потомству от скрещивания с культурными яблонями только вместе с мелкоплодностью и посредственным вкусом [1, 2, 3, 4]. На основании этого утверждения и проведенных нами полевых наблюдений была выдвинута гипотеза о связи признака зимостойкости с размером и вкусом плодов.

Проверка этой гипотезы и явилась **целью** настоящей работы.

Для проверки этой гипотезы был проведен корреляционный анализ таких параметров, как максимальная степень подмерзания дерева и средний вес плода, а также максимальная степень подмерзания дерева и вкус плода в баллах. Степень подмерзания дерева учитывалась только у деревьев, привитых в низкий штаб. Объектом исследования послужили яблони-ранетки и яблони-полукультурки 37 сортов разных селекционных станций и народной селекции.

**Материалы, методика и условия проведения исследований.**

Посадочный материал для коллекционного участка выращивался в равных агротехнических и климатических условиях. В качестве подвоев использовали 2-летние сеянцы яблони ягодной (для стандартной прививки в низкий штаб). Количество деревьев каждого сорта варьировало от 2 до 4. Оценку сортов яблонь проводили по показателям зимостойкости в полевых условиях [4]. Степень повреждения тканей срезанных ветвей определялась по побурению в баллах от 0 до 5. В качестве одного из показателей корреляционного анализа использовали максимальную степень подмерзания дерева за шесть лет наблюдений (2005-2010 гг.).

Для оценки вкуса плодов использовали несколько признаков: пригодность к переработке и потреблению в свежем виде, терпкость, кислый вкус, сладко-кислый вкус, десертный вкус. Критериями оценки послужили:

очень плохой вкус (1) – плоды совсем несъедобны; плохой вкус (2) – терпкий, кисло-горький, сорт пригоден только для технической переработки; посредственный вкус (3) – кислый, без ярко выраженной терпкости, сорт преимущественно для переработки; хороший вкус (4) – кисло-сладкий, пригоден для переработки и потребления в свежем виде; очень хороший (5) – десертный вкус, сорт для потребления в свежем виде.

Корреляционный анализ проводили с применением программы Microsoft Office Excel 2007. Был рассчитан линейный коэффициент корреляции и коэффициент детерминации.

**Результаты исследований.** Как показал корреляционный анализ, у яблонь-ранеток линейный коэффициент корреляции между максимальной степенью подмерзания дерева и вкусом плода  $r=0.378$ , между максимальной степенью подмерзания дерева и средним весом плодов  $r=0.55$  (данные из табл. 1). Это говорит о том, что связь между этими показателями прямая, средней силы. Расчет коэффициента детерминации ( $K_d=0.143 \cdot 100\%$  и  $K_d=0.03025 \cdot 100\%$ ) показал, что зимостойкость яблонь-ранеток на 14.3% определяется вкусом плода, и на 85.7% другими факторами, и на 30.25% определяется средним весом плода, и на 69.75% другими факторами.

У мелкоплодных яблонь-полукультурок линейный коэффициент корреляции между максимальной степенью подмерзания дерева и вкусом плода  $r=0.684$ , между максимальной степенью подмерзания дерева и средним весом плодов  $r=0.3$  (данные из табл. 2).

Таблица 1 – Максимальная степень подмерзания дерева за годы наблюдений, средний вес и вкус плодов яблонь-ранеток

Сорт (происхождение)	Максимальная степень подмерзания дерева, в баллах	Средний вес плодов, г	Вкус плодов, в баллах
“Авангард” ( <i>M. baccata</i> x Антоновка обыкновенная)	1	14.0	2
“Багрянка” ( <i>M. baccata</i> x Белый налив)	0	15.0	2
“Веселовка” (Сибирская красавица x <i>M. baccata</i> )	1	22.5	3
“Добрыня” ( <i>M. baccata</i> x Коробовка)	0	13.0	2
“Долго” (сеянец неизв. мелкоплод. сорта)	0	12.5	2
“Пурпуровая” (неизвестное происхождение)	0	9.0	2
“Сибирский сувенир” ( <i>M. baccata</i> x Грушевка московская)	1	25.0	2
“Янтарка алтайская” (спонтанный гибрид <i>M. baccata</i> x средне-русский сорт)	1	11.0	2
Линейный коэффициент корреляции		0.55	0.378
Коэффициент детерминации		30.25	14.3

Это говорит о том, что связь между этими показателями прямая, в первом случае близка к тесной, а во втором – слабая. Расчет коэффициента

детерминации ( $K_d=0.467 \cdot 100\%$  и  $K_d=0.09 \cdot 100\%$ ) показал, что зимостойкость мелкоплодных яблонь-полукультурок на 46.7% определяется вкусом плода и на 53.3% другими факторами и на 9% определяется средним весом плода и на 81% другими факторами.

Таблица 2 – Максимальная степень подмерзания дерева за годы наблюдений, средний вес и вкус плодов мелкоплодных яблонь-полукультурок

Сорт (происхождение)	Максимальная степень подмерзания дерева, в баллах	Средний вес плодов, г	Вкус плодов, в баллах
“Аленушка” (ранетка Лалетино х Папировка)	2	27.5	4
“Горноалтайское” (ранетка Пурпуровая х Пепин шафранный)	3	27.5	4
“Доктор Куновский” (Сеянец Кравченко х отбор.форма 1979)	3	27.5	4
“Живинка” (ранетка Лалетино х Уэлси)	3	13.5	5
“Краса Бурятии” (ранетка Пурпуровая х Папировка)	1	27.5	4
“Красная гроздь” (ранетка Устойчивое х смесь пыльцы)	2	27.5	4
“Красноярский сеянец” (сеянец неизвестного сорта)	0	25.0	3
“Красноярское зимнее” (Боровинка х отборная форма 3499)	5	27.5	4
Красноярский снегирек (ранетка Лалетино х Пепин Шафранный)	3	27.5	3
“Лада” (ранетка Лалетино х Папировка)	0	27.5	3
“Малинка” (ранетка Пурпуровая х Папировка)	1	15.0	3
“Пепинчик красноярский” (Славянка х отборная форма 3499)	5	27.5	5
“Подарок БАМу” (ранетка Пурпуровая х Грушевка московская)	1	12.5	3
“Ранетка Ермолаева” (ранетка Пурпуровая х Аркад летний)	1	12.5	3
“Сибирское золото” (Белый налив х Бугристое)	1	25.0	3
“Уральское наливное” (Ранетка Красная х Папировка)	2	27.5	4
“Шафран Саянский” (Ранетка Ермолаева х Комсомолец)	4	27.5	4
“Фонарик” (отборная форма 6774 х Пепин шафранный)	2	25.0	3
Линейный коэффициент корреляции		0.3	0.684
Коэффициент детерминации		9	46.7

Анализ параметров крупноплодных яблонь-полукультурок показал (табл. 3), что линейный коэффициент корреляции между максимальной степенью подмерзания дерева и вкусом плода  $r=-0.39$ , что свидетельствует об обратной связи средней силы (чем выше фактор, тем ниже результат).

Таблица 3 – Максимальная степень подмерзания дерева за годы наблюдений, средний вес и вкус плодов крупноплодных яблонь-полукультурок

Сорт (происхождение)	Максимальная степень подмерзания дерева, в баллах	Средний вес плодов, г	Вкус плодов, в баллах
1	2	3	4
“Алтайское крапчатое” ( <i>Алтайский голубок х смесь пыльцы</i> )	5	60.0	4
“Алтайское румяное” ( <i>ранетка Северянка х Мелба и Бельфлер-китайка</i> )	5	70.0	4
“Алтайское юбилейное” ( <i>сеянец от своб.опыл. Уэлси</i> )	5	90.0	5
“Алые паруса” ( <i>Пепинка алтайская х Бельфлер-китайка</i> )	4	60.0	5
“Красная горка” ( <i>Горноалтайское х Мелба и Бельфлер-китайка</i> )	4	85.0	5
“Неженка” ( <i>сеянец от своб.опыл. Космическое</i> )	5	60.0	5
“Подарок садоводам” ( <i>ранетка Лалетино х смесь пыльцы</i> )	3	75.0	5
“Превосходное” ( <i>происхождение неизвестно</i> )	3	55.0	5
“Светлое” ( <i>ранетка Лалетино х Папировка</i> )	4	65.0	5
“Серебряное копытце” ( <i>Снежинка х Радуга</i> )	5	80.0	5
“Юнга” ( <i>Непобедимая Грелля х Белый налив</i> )	5	55.0	5
Линейный коэффициент корреляции		0.1	-0.39
Коэффициент детерминации		1	15.21

Линейный коэффициент корреляции между максимальной степенью подмерзания дерева и средним весом плодов  $r=0.1$ , связь прямая, слабая. В данном случае зимостойкость крупноплодных яблонь-полукультурок на 15.21% определяется вкусом плода и на 1% - его весом.

На основании полученных результатов корреляционного анализа можно сделать следующие **выводы**:

1. Существует слабая связь между зимостойкостью дерева, и весом, и вкусом его плодов.

2. Анализ параметров крупноплодных яблонь-полукультурок показал, что чем лучше вкус плодов, тем ниже зимостойкость дерева.

#### Список литературы

1. Бурдасов В.М. О зимостойком и продуктивном сорте для сибирского садоводства / В.М. Бурдасов // Сб. науч. тр. ”Проблемы устойчивости садовых растений в Сибири” – Новосибирск, 1982. – С. 9-19.
2. Корзинников Ю.С. Плодово-ягодные растения Прибайкалья / Ю.С. Корзинников, Е.Ю. Тагаева – Иркутск, 2004. – 205 с.
3. Исаева И.С. Сад XXI века / И.С. Исаева – М.: “Росмэн”, 2005. – 424 с.
4. Раченко М.А. Изучение сортов яблонь, преадаптивных к условиям возделывания в Предбайкалье / М.А. Раченко, Е.И. Раченко, Ю.С. Корзинников // Вестник РАСХН, 2011. - № 4. – С. 36-40.

5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. (Под общей редакцией академика РАСХН *Е.Н. Седова* и д. с/х. н. *Т.П. Огольцовой*). – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

#### References

1. Burdasov V.M. *O zimostojkom i produktivnom sorte dlja sibirskogo sadovodstva* [On winter-hardiness and productivity of the variety for Siberian horticulture]. Novosibirsk, 1982, pp. 9-19.
2. Korzinnikov Ju.S., Tagaeva E.Ju. *Plodovo-jagodnye rastenija Pribajkal'ja* [Fruit and berry-like plants of Cisbaikalia]. Irkutsk, 2004, 205 p.
3. Isaeva I.S. *Sad XXI veka* [Garden of XXI century]. Moskow, 2005, 424 p.
4. Rachenko M.A., Rachenko E.I., Korzinnikov Ju.S. *Izuchenie sortov jablon', preadaptivnyh k uslovijam vozdelevanija v Predbajkal'e* [The study on the varieties of apple-trees preadapted to the conditions of cultivation of Baikal area]. Вестник РАСХН [Vestnik RAAS], 2011, no. 4, pp. 36-40.
5. *Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur* [Program and methodology of the study on varieties of fruit, berry and nut bearing cultures].Orel, 1999, 608 p.

#### Сведения об авторах:

**Раченко Елена Ивановна** – кандидат биологических наук, научный сотрудник. Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН. (664033, Россия, Иркутск, ул. Лермонтова, 132, e-mail: bigmks73@rambler.ru).

**Раченко Максим Анатольевич** – начальник опытной станции “Фитотрон”. Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН. (664033, Россия, Иркутск, ул. Лермонтова, 132, e-mail: bigmks73@rambler.ru).

#### Information about the authors:

**Rachenko Elena I.** – candidate of biological sciences, scientific researcher. Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS. (132, Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664033, e-mail: bigmks73@rambler.ru).

**Rachenko Maksim A.** – head of experimental station “Phytotron”. Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS. (132, Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664033, e-mail: bigmks73@rambler.ru).

УДК 31.27.53.+; 34.47.51.+; 57.46.32

### ИЗМЕНЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ АРОМАТИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ, В ПРИСУТСТВИИ ВЕРМИКУЛЬТУРЫ И ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

<sup>1</sup>Д.О. Таран, <sup>1</sup>М.Н. Саксонов, <sup>2</sup>О.А. Бархатова, <sup>3</sup>С.Е. Плеханов

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия  
Научно-исследовательский институт биологии

<sup>2</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

<sup>3</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

В модельных опытах исследовали влияние вермикультуры и гуматов на изменение токсичности модельных образцов почвы, искусственно загрязненных нитробензолом, бензолом и толуолом. С использованием биотестов (выживаемость дафний, изменение длины корней проростков семян пшеницы) показано, что в результате вермитрансформации, и в присутствии гуминовых веществ, происходит детоксикация ароматических

углеводородов в исследуемых пробах. Наиболее эффективно детоксикация ароматических соединений в модельных образцах почвы происходила при совместном действии вермикультуры и “Powhumus”.

*Ключевые слова:* вермитрансформация, нитробензол, дождевые черви, гуминовые вещества, токсичность.

UDC 31.27.53.+; 34.47.51.+; 57.46.32

CHANGE IN SOIL TOXICITY POLLUTED BY AROMATIC COMPOUNDS IN  
VERMICULTURES AND HUMIC SUBSTANCES

<sup>1</sup>Taran D.O., <sup>1</sup>Saksonov M.N., <sup>2</sup>Barkhatova O.A., <sup>3</sup>Plekhanov S.E.

<sup>1</sup>Irkutsk State University, *Irkutsk, Russia*

Scientific-Research Institute of Biology

<sup>2</sup>Irkutsk State University, *Irkutsk, Russia*

<sup>3</sup>Moscow State University named after M.V. Lomonosov, *Moscow, Russia*

The model experiments dealt with the influence of vermicultures and humates on the change in toxicity of the samples of soil, artificially polluted by nitrobenzene, benzene and toluol. Within the use of biotests (survival of daphnia, change in the length of the roots of underground seedlings of wheat seeds) it has been shown that the detoxication of aromatic hydrocarbon in the studied samples has occurred in the result of vermitransformation and in the presence of humic substances. More effective detoxication of aromatic compounds in the model samples of soil took place in the joint activity of vermicultures and “Powhumus”.

*Key words:* vermitransformation, nitrobenzene, earthworms, humic substances, toxicity.

В настоящее время вследствие техногенных аварий, промышленных выбросов и несанкционированных свалок в окружающую среду, в том числе и в почву поступает множество веществ, токсичных для живых организмов, в частности ароматические углеводороды [1, 2]. Актуальность проблемы загрязнения ароматическими поллютантами, возросла после ряда техногенных аварий в КНР. В результате р. Сунгари и р. Амур, и прилегающие к ним территории оказались загрязненными различными производными бензола и, что особенно опасно – нитробензолом [6].

Имеются публикации об использовании дождевых червей для переработки сельскохозяйственных и бытовых отходов, детоксикации различных загрязнителей, восстановления плодородия почв и, прежде всего, её агрофизических свойств [7]. Предполагается, что важную роль в ремедиации червями загрязненных сред играют гуминовые вещества (ГВ) [12]. Известны данные о том, что гуматы связывают многие неорганические и органические продукты, тем самым осуществляя их детоксикацию [9].

**Цель** данной работы – исследование возможности применения вермикультуры и ГВ для снижения токсичности почв, загрязненных ароматическими поллютантами.

**Объекты и методы исследования.** В качестве токсикантов использовали ароматические углеводороды: нитробензол, бензол, толуол. Источниками ГВ, служили товарные препараты “Powhumus” (гумат калия из леонардита) производства “Humintech GmbH.” (Германия) и “Гумат 80”, содержащий 80% калиевых и натриевых солей гуминовых кислот, выпускаемый ООО “Аграрные технологии” г. Иркутск.

Объектами исследования являлись лабораторные культуры дождевых

червей (красный калифорнийский гибрид) – *Eisenia fetida* Andrei Bouche, дафний (*Daphnia magna* Straus), и семена пшеницы (сорт “Заларинка”, разновидность “Альбидум”). Оценку токсичности проводили методами биотестирования.

Для подбора диапазона концентраций токсикантов в чашки Петри (диаметр 105 мм) наливали по 20 мл растворов различных концентраций нитробензола и сажали в них по 10 половозрелых червей одинакового размера (80-100 мм). После 30 минутного инкубирования в растворах нитробензола червей извлекали и определяли количество особей, оставшихся в живых. Токсичность растворов по отношению к червям оценивали по их выживаемости, и по изменению поведенческих реакций червей (времени зарывания) [8]. Для оценки скорости зарывания выживших особей переносили на поверхность насыпанной в садки почвы и фиксировали время, когда черви полностью зарывались. Для всех экспериментов использовали образцы гумусо-аккумулятивного слоя луговой почвы 0-15 см, влажность – 60%. Традиционно эксперименты с дождевыми червями проводили в почве, длительность острого опыта составляла двое суток. В наших исследованиях для повышения экспрессности и для устранения влияния на ароматические соединения самих ГВ почв эксперименты по изучению способности ослабления гуматами негативного действия ароматических углеводородов проводили в растворах [3].

Эффективность вермитрансформации оценивали по толщине слоя накапливаемых копролитов [5]. Для этого в прозрачные стеклянные емкости объемом 500 мл добавляли модельные образцы почвы, искусственно загрязненные ароматическими углеводородами в ранее подобранных концентрациях, в количестве 200 г. Высота слоя почвы 6.3 см. Садки помещали в затемненное место при 25°C. Дополнительно червей не кормили. Толщину слоя копролитов измеряли в течение суток. Контролем служила почва, не содержащая ароматических углеводородов.

Культивирование и биотестирование на дафниях проводили согласно методике токсикологического контроля [4].

Семена пшеницы предварительно промывали водой, затем высаживали в почву по 20 шт на каждую повторность. Семена оставляли на 10 суток при температуре 25 °C и постоянном искусственном освещении (2000 лк). В конце опыта измеряли длину корней проростков.

Все эксперименты проводили не менее чем в пяти независимых опытах с пятью параллельными измерениями. Для статистической обработки полученных данных использовали пакет программ Microsoft Excel [10]. Достоверность различия результатов определяли с помощью критерия Стьюдента. В таблицах представлены средние арифметические значения и их доверительные интервалы при  $P \geq 0.95$ .

**Результаты и их обсуждение.** На первом этапе оценили влияние исследуемых токсикантов на дождевых червей. В контрольном варианте (дехлорированная водопроводная вода) черви оставались живыми, время зарывания составляло  $16.7 \pm 3.6$  мин. При концентрации бензола 2.0 г/дм<sup>3</sup> происходила гибель всех тест-объектов. В течение времени эксперимента, в

растворе бензола 1.0 г/дм<sup>3</sup> оставались живыми все черви, но время зарывания увеличивалось до 85.1±12.7 мин. Если содержание бензола снижалось до 0.5 г/дм<sup>3</sup>, выживаемость составляла 100%, а время зарывания сокращалось до 26.1±3.9 мин.

Обработка растворами нитробензола в течение 30-и минут в концентрациях 2.0 и 1.5 г/дм<sup>3</sup> вызывала 100% летальность. При содержании нитробензола 1.0 г/дм<sup>3</sup> погибало 35.7±6.7% почвенных олигохет (время зарывания – 126.4±22.6). В растворах нитробензола 0.5 г/дм<sup>3</sup> выживали все черви, но зарывались значительно медленней, чем в контроле – 50.2±12.2 мин. В случае 0.1 г/дм<sup>3</sup> нитробензола черви не погибали, время зарывания составляло 23.8±4.1 мин.

При экспозиции дождевых червей в растворах толуола обнаружили, что концентрации 2.0 и 1.5 г/дм<sup>3</sup> обладали острой токсичностью. При содержании 0.5 г/дм<sup>3</sup> толуол не оказывал негативного действия на почвенных олигохет.

Затем оценивали эффективность вермитрансформации по изменению толщины накопленного слоя копролитов. Слой копролитов при содержании нитробензола 1.0 и 0.7 г/кг был значительно меньше, чем в незагрязненных модельных образцах почвы. В этом случае только на пятые сутки толщина слоя приближалась к контролю. Наиболее эффективно вермитрансформация происходила при более низких концентрациях нитробензола (0.5-0.1 г/кг). При таком содержании токсиканта уже на третьи сутки величина слоя копролитов была близка к контролю. Последующий анализ показал, что на пятые сутки в модельных образцах почвы с концентрацией нитробензола 1.0 г/кг погибло 30% особей, а при концентрации 0.7 г/кг – 20%. При содержании нитробензола 0.5 г/кг и ниже выживаемость составляла 100%.

Во всех образцах почвенных моделей с бензолом и толуолом гибели червей не наблюдали при содержании этих токсикантов во всех испытываемых концентрациях (1.0; 0.5; 0.1 г/кг). В присутствии бензола и толуола 0.1 и 0.5 г/кг толщина копролитов приближалась к контролю на вторые сутки. На третьи сутки уровень слоя копролитов соответствовал контролю в обоих вариантах.

До начала вермитрансформации и после извлечения червей для оценки изменения токсичности в водные вытяжки из данных субстратов поместили дафний. Анализ токсичности водных вытяжек из образцов почвенных моделей, искусственно загрязненных нитробензолом и толуолом до вермитрансформации, показал следующее. Пробы почвы с концентрациями нитробензола 0.5 г/кг и выше проявляли острое токсическое действие. В вытяжке из проб с бензолом 1.0 г/кг выживало 46.2% рачков, остальные вытяжки не оказывали на дафний негативного действия.

Как видно из таблицы 1, при содержании нитробензола 1.0 г/кг после вермитрансформации количество выживших дафний увеличивалось по сравнению с вытяжками из почвы, в которых не было червей. Однако и после вермикультивирования вытяжка оставалась остротоксичной (выживало менее 50% особей). Вытяжка из образцов почвенных моделей с концентрацией нитробензола 0.5 г/кг не оказывала на дафний негативного действия.

Таблица 1 – Влияние водных вытяжек из образцов почвенных моделей, содержащих токсиканты, в отсутствии и в присутствии “Powhumus” 0.5 г/кг на выживаемость дафний (% живых по отношению к контролю)

Препарат	Концентрация в образцах почвы, г/кг	В отсутствии “Powhumus”		В присутствии “Powhumus”	
		до вермикультивирования	после вермикультивирования	до вермикультивирования	после вермикультивирования
Бензол	1.0	46.2 ± 4.6	100.0 ± 11.2	73.2 ± 8.0	100.0 ± 10.5
	0.5	100.0 ± 11.5	100.0 ± 10.5	100.0 ± 9.3	100.0 ± 10.7
	0.1	100.0 ± 10.3	100.0 ± 11.7	100.0 ± 11.2	100.0 ± 10.8
Нитробензол	1.0	0.0	26.6 ± 5.2	56.1 ± 6.1	88.3 ± 9.6
	0.5	63.8 ± 8.9	96.6 ± 10.1	100.0 ± 9.6	100.0 ± 11.2
	0.1	100.0 ± 11.1	100.0 ± 9.6	100.0 ± 10.1	100.0 ± 11.0
Толуол	1.0	21.2 ± 2.3	73.7 ± 8.8	73.5 ± 7.1	100.0 ± 9.9
	0.5	56.8 ± 8.6	100.0 ± 11.5	100.0 ± 10.7	100.0 ± 10.7
	0.1	100.0 ± 9.7	100.0 ± 10.3	100.0 ± 10.9	100.0 ± 10.3
Вытяжка из образцов почвенных моделей, не содержащих токсикантов		100.0 ± 10.4	100.0 ± 10.8	100.0 ± 9.8	100.0 ± 9.5

В образцах почвенных моделей, не содержащих дождевых червей с бензолом, нитробензолом и толуолом во всех испытанных концентрациях, происходило угнетение средней длины проростков корней пшеницы. Но после вермитрансформации наблюдали значительное увеличение длины корней проростков пшеницы даже в опытах, с наиболее высоким содержанием токсикантов. Длина корней проростков при концентрации 1.0 г/кг составила в бензоле – 7.5 см (до вермитрансформации – 2.5 см), нитробензоле – 5.1 см (до вермитрансформации – 1.3 см), толуоле – 6.8 см (до вермитрансформации – 1.8 см) (табл. 2).

Таблица 2 – Изменение длины корней проростков (см) в образцах почвенных моделей, содержащих ароматические углеводороды, в отсутствии и присутствии “Powhumus” 0.5 г/кг

Препарат	Концентрация в образцах почвенных моделей, г/кг	В отсутствии “Powhumus”		В присутствии “Powhumus”	
		до вермикультивирования	после вермикультивирования	до вермикультивирования	после вермикультивирования
Бензол	1.0	2.5 ± 0.4	7.5 ± 1.2	6.5 ± 1.0	9.7 ± 1.3
	0.5	4.7 ± 0.8	7.9 ± 1.5	7.7 ± 1.4	12.2 ± 2.1
	0.1	5.9 ± 0.9	8.1 ± 1.3	7.9 ± 1.1	18.6 ± 3.2
Нитробензол	1.0	1.3 ± 0.2	5.1 ± 0.9	4.3 ± 0.7	9.1 ± 1.4
	0.5	2.6 ± 0.5	7.4 ± 1.2	5.6 ± 0.8	11.2 ± 1.6
	0.1	3.7 ± 0.7	7.9 ± 1.7	6.7 ± 1.0	15.7 ± 2.6
Толуол	1.0	1.8 ± 0.2	6.8 ± 1.0	5.8 ± 0.9	13.4 ± 2.3
	0.5	3.6 ± 0.6	7.1 ± 1.2	7.6 ± 1.4	15.1 ± 2.2
	0.1	4.1 ± 0.7	7.9 ± 0.9	8.1 ± 1.2	17.5 ± 2.8
Контроль (образцы почвенных моделей, не содержащие токсикантов)		6.8 ± 1.0	8.9 ± 1.1	9.1 ± 1.5	19.6 ± 3.1

На следующем этапе экспериментов исследовали действие ГВ на свойства образцов почвенных моделей. В опытах с водными вытяжками из образцов почвенных моделей с “Powhumus” установили, что при содержании гумата 3.0 г/кг происходила гибель всех дафний. Вытяжки с концентрацией данного препарата 2.5 г/кг и 2.0 г/кг обладали острой токсичностью – выживало 16.1 и 29.5% особей, соответственно. Концентрация “Powhumus” 1.5 г/кг не оказывала острого токсического действия на дафний – выживаемость составляла 60.5%. При более низком содержании гумата в вытяжках 1.0-0.1 г/кг негативного действия на дафний не отмечали, выживаемость составляла 100% (табл. 3).

**Таблица 3 – Влияние водных вытяжек из образцов почвенных моделей, содержащих “Powhumus” и “Гумат 80”, на выживаемость дафний (количество живых по отношению к контролю, %)**

Концентрация в образцах почвы, г/кг	“Powhumus”	“Гумат 80”
3.0	0.0	0.0
2.5	16.1 ± 1.9	0.0
2.0	29.5 ± 2.6	11.6 ± 1.2
1.5	60.5 ± 9.0	43.8 ± 5.2
1.0	100.0 ± 10.6	77.5 ± 6.9
0.5	100.0 ± 9.4	100.0 ± 11.3
0.1	100.0 ± 10.1	100.0 ± 10.4
Вытяжка из образцов почвенных моделей, не содержащих ГВ	100.0 ± 9.4	

В образцах почвенных моделей с содержанием “Powhumus” 3.0 г/кг прорастания семян не фиксировали. При снижении концентрации гумата до 2.0 г/кг, хотя количество проросших семян не отличалось от контроля, но длина корней проростков была значительно ниже и составляла 1.4 см. Стимуляцию роста наблюдали в образцах почвенных моделей с содержанием гумата 0.5 г/кг, где длина корней проростков составляла – 12.6 см (табл. 4).

**Таблица 4 – Влияние “Powhumus” и “Гумат 80”, содержащихся в образцах почвенных моделей на изменение длины корней проростков, см**

Концентрация в образцах почвы, г/кг	“Powhumus”	“Гумат 80”
3.0	-	-
2.5	0.9 ± 0.1	-
2.0	1.4 ± 0.2	-
1.5	5.2 ± 0.5	0.7 ± 0.1
1.0	9.1 ± 1.7	1.9 ± 0.2
0.5	12.6 ± 1.6	7.6 ± 0.8
0.1	10.5 ± 0.9	8.3 ± 0.7

Подытоживая результаты данной серии экспериментов, можно сказать, что “Powhumus” и “Гумат 80” обладают в условиях наших опытов наиболее высокой биологической активностью в концентрации 0.5 г/кг. Поэтому в

дальнейшем был поставлен ряд экспериментов с добавлением дождевых червей и 0.5 г/кг "Powhumus" в модельные образцы почв, содержащие бензол, нитробензол, толуол в концентрациях 1.0; 0.5; 0.1 г/кг. В присутствии всех исследуемых токсикантов, в вышеназванных концентрациях толщина слоя копролитов уже на первые сутки приближалась к контролю. На вторые сутки во всех вариантах опытов гибели червей не наблюдали, и толщина слоя копролитов была одинаковой с контролем.

Водные вытяжки, полученные после добавления 0.5 г/кг гумата в образцы почвенных моделей, содержащие ароматические соединения в концентрациях 1.0; 0.5; 0.1 г/кг, переставали оказывать негативное действие на дафний. Так хотя некоторые пробы и обладали токсичностью, полной гибели рачков не фиксировали. После вермитрансформации все вытяжки из испытуемых проб оказались абсолютно безопасными (выжило – 100%), за исключением вытяжки из образцов почвенных моделей с нитробензолом 1 г/кг. Здесь выживаемость рачков составила 88.3%. В вытяжке из образцов почвенных моделей без червей, но с таким же с таким содержанием нитробензола фиксировали 56.1% живых особей (табл. 1).

Судя по длине корней проростков пшеницы, присутствие гумата в образцах почвенных моделей ослабляло токсическое действие ароматических углеводов. Так, например, при содержании нитробензола 1.0 г/кг почвы длина корней проростков составляла – 1.3 см, а после внесения гумата – 4.3 см. После завершения вермитрансформации, наблюдали значительную стимуляцию роста во всех исследуемых образцах, в том числе и в варианте с гуматом (таблица 2).

**Выводы.** 1. Биотестирование на дождевых червях, дафниях, и проростках семян пшеницы свидетельствует о том, что в присутствии вермикультуры происходила частичная детоксикация ароматических углеводов в образцах почвенных моделей.

2. В определенном диапазоне концентраций препараты ГВ также ослабляли негативное действие испытуемых токсикантов на лабораторные тест-культуры.

3. Наиболее эффективно детоксикация ароматических соединений в модельных образцах почвы происходила при совместном действии вермикультуры и гуматов.

*Выражаем свою признательность к.б.н. Граниной Наталье Ивановне за ценные советы, поддержку работ данного направления.*

*Работа выполнена частично при поддержке гранта Минобрнауки РФ, госконтракт № 16.515.11.5007 от 29.05.2011.*

*Материалы статьи доложены на конференции, посвященной памяти профессора Ольги Михайловны Кожовой (1931-2000 гг.) г. Иркутск - Б.Коты (13-24 сентября 2011 г.).*

#### Список литературы

1. Биотестирование и прогноз изменчивости водных экосистем при антропогенном загрязнении / Г.Г. Матишов, С.В. Кренева, В.М. Муравейко и др. – Апатиты: изд. КНЦ РАН,

2003. – 468 с.

2. Донченко В.К. Актуальные проблемы изучения техногенного загрязнения окружающей среды / В.К. Донченко // Экологическая безопасность, 2007. – № 1-2. – С. 4-24.

3. Маячкина Н.В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки / Н.В. Маячкина, М.В. Чугунова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского серия Биология, 2009. – № 1. – С. 84-93.

4. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний // ФР.1.39.2007.03222. М., Акварос, 2007. – 52 с.

5. Потапов Д.С. Новые методы оптимизации вермикюльтивирования / Д.С. Потапов, Д.И. Стом, А.Э. Балаян // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН, 1998. – № 2(8). – С. 35-40.

6. Рапопорт В. Л. Загрязнение реки Амур антропогенными и природными органическими веществами / В.Л. Рапопорт, Л.М. Кондратьева // Сибир. эколог. журн., 2008. – №3 (15). – С. 485-496.

7. Смольникова В. В. Особенности биологической очистки субстратов с использованием вермикюльтуры в условиях нефтяного загрязнения / В. В. Смольникова // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки, 2010. – № 1 (153). – С. 106-110.

8. Черных Н.А. Способ определения влияния водных эмульсий нефтепродуктов при вермикюльтивировании / Н.А. Черных, Д.С. Потапов, Д.И. Стом // Патент № 2290801 РФ, С2. – Иркут. Ун-т.- № 2004129004/13; Заявл.01.10.2004; опубл. 10.01.2007.

9. Perminova, I.V. Remediation Chemistry of Humic Substances: Theory and Implications for Technology. In: Use of humic substances to remediate polluted environments: from theory to practice / I.V. Perminova, K. Hatfield, N. Hertkorn // NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences. Springer, Dordrecht, The Netherlands. Vol. 52, 2005. – P. 3-36.

11. Piegorsch W.W., Bailer A.J. Statistics for Environmental Biology and Toxicology (Interdisciplinary Statistics) / Chapman & Hall, 1997, 579 p.

12. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth / R.M. Atiyeh, S.S. Lee, C.A. Edwardsy et al // Bioresource Technology, 2002, no. 84. – P. 7-14.

### References

1. *Biotestirovanie i prognoz izmenchivosti vodnyh jekosistem pri antropogennom zagrjaznenii* [Biotesting and prognosis of changeability in water ecosystems by anthropogenic contamination]. Apatity, 2003, 468 p.

2. Donchenko V.K. *Aktual'nye problemy izuchenija tehnogennogo zagrjaznenija okruzhajushhej sredy Jekologicheskaja bezopasnost'* [Actual issues of the study on anthropogenic pollution of environment]. 2007, no.1–2, pp. 4–24.

3. Majachkina N.V., Chugunova M.V. *Osobennosti biotestirovanija pochv s cel'ju ih ,* [Characteristics of soil biotesting in order to assess it]. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo serija Biologija [Vestnik Nizhgorod University named after N.I. Lobachevsky series Biology]. 2009, no. 1, pp. 84–93.

4. *Metodika opredelenija toksichnosti vody i vodnyh vytjazhek iz pochv, osadkov stochnyh vod, othodov po smertnosti i izmeneniju plodovitosti dafnij* [Methodology of definition of toxicity of waters and water extract from soils, precipitation of discharges, wastes in death-rate and change in daphnia fertility]. FR.1.39.2007.03222, Moskow 2007, 52 p.

5. Potapov D.S., Stom D.I., Balajan A.Je. *Novye metody optimizacii vermikul'tivirovanija* [New methods of vermicultivation optimization]. Bjulleten' VSNC SO RAMN [Bull. ESSC SB RAMN]. 1998, no. 2(8), pp. 35-40.

6. Rapoport V. L., Kondrat'eva L.M. *Zagrjaznenie reki Amur antropogennymi i prirodnyimi organicheskimi veshhestvami* [Pollution of the river of Amur by anthropogenic and natural organic substances]. Sibirskij jekologicheskij zhurnal [Siber.ecolog.journ.]. 2008, no.3 (15), pp. 485-496.

7. Smol'nikova, V. V. *Osobennosti biologicheskoy ochistki substratov s ispol'zovaniem*

*vermikul'tury v uslovijah neftjanogo zagrjaznenija* [Characteristics of biological cleaning substrata within the use of vermicultures in the conditions of oil pollution]. *Izvestija vuzov. Severo-Kavkazskij region. Tehnicheskie nauki* [News of universities. North-Caucasian region. Technical sciences]. 2010, no. 1 (153), pp.106-110.

8. Chernyh N.A., Potapov D.S., Stom D.I. *Sposob opredelenija vlijanija vodnyh jemul'sij nefteproduktov pri vermikul'tivirovanii* [Ways of definition of influence of water emulsion of oil products in vermicultivation]. Patent № 2290801 RF, S2. Irkut. Un-t.- № 2004129004/13; Zajavl.01.10.2004; opubl. 10.01.2007.

9. *Perminova I.V., Hatfield K., Hertkorn N.* Remediation Chemistry of Humic Substances: Theory and Implications for Technology. In: Use of humic substances to remediate polluted environments: from theory to practice / // NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 2005, vol. 52, pp. 3-36.

11. Piegorsch W.W., Bailer A. J. *Statistics for Environmental Biology and Toxicology (Interdisciplinary Statistics)*. Chapman & Hall. 1997, 579 p.

12. *The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth*. *Bioresource Technology*, 2002, no.84, pp. 7-14.

#### Сведение об авторах:

**Таран Денис Олегович** – научный сотрудник лаборатории водной токсикологии научно-исследовательского института биологии. Иркутский государственный университет (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. (3952)243989, e-mail: stom@mail.ru).

**Саксонов Михаил Наумович** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории водной токсикологии научно-исследовательского института биологии. Иркутский государственный университет (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 89086442893, e-mail: msaksonov@mail.ru).

**Бархатова Оксана Анатольевна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов. Иркутский государственный университет (664000, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 89148765858, e-mail: barhat@geogr.isu.ru).

**Плекханов Сергей Елисеевич** – доктор биологических наук, профессор кафедры гидробиологии биологического факультета. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (119234, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, e-mail: plekhanovse@yandex.ru).

#### Information about the authors:

**Taran Denis O.** – researcher, laboratory of water toxicity, Scientific and Research Institute of Biology. Irkutsk State University (3, Lenin Street, Irkutsk, Russia, 664000, tel. (3952)243989, e-mail: stom@mail.ru).

**Saksonov Mikhail N.** – candidate of biological sciences, researcher, laboratory of water toxicity, Scientific and Research Institute of Biology. Irkutsk State University (3, Lenin Street, Irkutsk, Russia, 664000, tel. 89086442893, e-mail: msaksonov@mail.ru).

**Barkhatova Oksana A.** – candidate of biological sciences, assistant professor, department of hydrology and water resources protection. Irkutsk State University (3, Lenin Street, Irkutsk, Russia, 664000, tel. 89148765858, e-mail: barhat@geogr.isu.ru).

**Plekhanov Sergey E.** – doctor of biological sciences, professor, department of hydrobiology, faculty of biology. Moscow State University named after M.V. Lomonosov (12/1, Lenin Mountains, Moscow, Russia, 119234, e-mail: plekhanovse@yandex.ru).

УДК 631.326:621.365.46

**ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ  
ГОРЦА ПТИЧЬЕГО МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОГО  
ИЗЛУЧЕНИЯ**

**Е.Г. Худоногова**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия  
Агрономический факультет

В статье представлены результаты исследований процесса обеззараживания лекарственного растительного сырья при помощи управляемого инфракрасного излучения. Определены параметры оптимального режима термообработки: время ИК обработки, температура обработки, интенсивность ИК-облучения, толщина слоя обрабатываемого материала. Изучено влияние интенсивности и времени ИК-облучения на величину микробной обсеменённости, качество и количество биологически активных веществ (суммы флавоноидов в пересчёте на авикулярин) в лекарственном растительном сырье травы горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.). Предлагаемый метод обеззараживания на промышленной ИК-установке позволяет получить лекарственное сырье повышенного качества за счёт снижения уровня микробной обсеменённости с оптимальным составом биологически активных веществ до норм, установленных Государственной фармакопеей и санитарно-эпидемиологическим надзором.

*Ключевые слова:* обеззараживание лекарственного растительного сырья, *Polygonum aviculare* L., микробная чистота, инфракрасный нагрев.

UDC 631.326:621.365.46

**DISINFECTION OF MEDICINAL VEGETATIVE RAW MATERIAL KNOT GRASS  
WITHIN THE METHOD OF INFRARED RADIATION**

**Khudonogova E.G.**

Irkutsk State Academy of Agriculture, Irkutsk, Russia  
Agronomy Faculty

The paper presents the results of the studies on the process of disinfection of medicinal vegetative raw materials within the guided infrared radiation. The parameters of optimal regime of thermal treatment: time of IR treatment, treatment temperature, intensity of IR, thickness of the layer of the proceeding material have been identified. The influence of the intensity and time of IR on the value of microbic sowing, quality and quantity of biologically active substances (sums of flavonoids in re-calculation of avicularin) in medicinal vegetative raw material of knot grass (*Polygonum aviculare* L.) has been studied. The proposed method of disinfection at the industrial IR-equipment allows to obtain medicinal raw material of industrial quality due to the reduction of the level of microbic sowing with optimal composition of biologically active substances till the norms established by the State pharmacopoeia and sanitary-epidemiological supervision.

*Key words:* disinfection of medicinal vegetative raw materials, *Polygonum aviculare* L., microbic cleanliness, infrared heating.

Микробная чистота лекарственных растений имеет большое значение в химико-фармацевтическом производстве, а также при производстве оздоровительных чаев для населения из дикорастущего и культивируемого растительного сырья. Одной из задач по ее обеспечению является создание новых способов и средств, позволяющих эффективно снижать микробную загрязненность нестерильных лекарственных растений до уровня,

установленного научно-технической документацией. На сырье растительного происхождения введены фармакопейные требования по микробной чистоте.

Основными параметрами, характеризующими процесс стерилизации, является температура, которую необходимо поддерживать в стерилизационном аппарате, и время, в течение которого материалы подвергаются нагреванию. Эти два показателя можно назвать микробиологическими в процессах стерилизации, поскольку именно ими определяется гибель микроорганизмов. Однако как нельзя говорить о летальном времени, не учитывая температуры стерилизации, так нельзя говорить и о температуре, не связывая ее со временем, необходимым для такой обработки. Летальные условия для определенного вида организмов нельзя определить лишь одной температурой, а только определенным сочетанием – летальная температура – время.

**Цель** настоящего исследования – выбор оптимального режима ИК-облучения до требуемых стандартов, удовлетворяющей микробиологической чистоте.

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования являлось растительное лекарственное сырьё горца птичьего (спорыша). Сырьё подвергалось сушке в естественных условиях и было загрязнено дрожжевыми и плесневыми грибами ( $10^5$ /г), кишечными бактериями (более  $10^4$ /г), аэробными бактериями (более  $10^7$ /г).

В результате применения метода математического планирования эксперимента для каждого объекта получены параметры оптимального режима термообработки: время ИК обработки, температура обработки, интенсивность ИК-облучения, толщина слоя. Для проведения замеров электротехнических параметров: напряжения, тока, мощности, расхода электрической энергии - использовали как отдельные электроизмерительные приборы, так и электроизмерительный комплект К-505. Измерение температуры нагрева перерабатываемого сырья осуществлялось более чувствительными (время отклика – 2 секунды) хромель-копелевыми термопарами диаметром 0.5 мм, подключенными к регистрирующему самопишущему потенциометру ПП-01. При этом учитывали основную погрешность термопары (при 23°C не более  $\pm 0.1\%$  от показания), дополнительную температурную погрешность (не более  $\pm 0.01\%$  на градус показаний при отклонении от 23°C). Температура нагревания излучателей устанавливали регулятором напряжения, измерение температуры нагрева излучателя производили при помощи термопар, подключенных к потенциометру ПП-63 и контролировали оптическим пирометром ОППИР-09. Облученность лекарственных растений измеряли при помощи альбедометра, подключенного к гальванометру ГСА.

Статистическую обработку экспериментальных данных выполнили по общепринятым методикам [2, 3].

Для снижения микробной обсеменённости сухого растительного сырья использовали разработанную и изготовленную, промышленную ИК-установку (рис. 1).

Установка состоит из облучателя, сушильной камеры, центробежного вентилятора и пульта с пусковой и измерительной аппаратурой. Конструкция

лабораторной установки предусмотрена так, что облучатель легко снимается, а на его место может быть установлен другой. В качестве источников излучения применяли серийно изготавливаемые, такие как ТЭНы, силитовые излучатели, керамические излучатели, ламповые излучатели типа ЗС, ИКЗ, ИКЗК, КИ и КГ, а также излучатели, изготовленные в лабораторных условиях на основе никрома и слюдопластовых электронагревателей. В квадратной камере термообработки установки 1×1 м размещены четыре плоских ИК-излучателя. Максимальная мощность всех излучателей - 30 кВт. Максимальная производительность по удалению влаги - 30 кг/ч.

В промежутке между двумя плоскими излучателями можно размещать от одной до пяти кассет с сырьем, а в камере – от трех до 15 и более кассет.

Методика определения толщины слоя сырья в кассете и послойного перемещения кассеты с сырьем в зависимости от начальной влажности изложена в трудах В.Н. Карпова с позиции закона Бугера [1].

Набор аппаратуры управления позволяет регулировать уровнем мощности трехфазного ИК облучателя тремя методами: ступенчатым регулированием уровня мощности при помощи автоматических выключателей и семиступенчатого регулятора; плавным регулированием при помощи управляемых тиристоров; комбинациями ступенчатого и плавного методов.

Управление ИК-облучателями с целью автоматизации и обеспечения режима повторно-кратковременного облучения в эксперименте осуществляли с помощью электронных и электромеханических устройств. На базе электромеханического реле времени разработаны устройства, позволяющие обеспечить заданный режим прерывного облучения, а программным регулятором температуры “Термодат 14” обеспечивалось плавное управление мощностью трехфазного ИК-облучателя.

**Результаты исследования.** Применительно к лекарственному сырью растительного происхождения исследовано влияние ИК-облучения не только на микрофлору, но и на сохранение содержания биологически активных веществ в обрабатываемом материале. Все образцы подвергались микробиологическим и фитохимическим анализам согласно фармакопейным статьям в “Центре сертификации контроля качества лекарственных средств комитета по фармацевтической деятельности и производству лекарств” администрации Иркутской области и лаборатории Иркутского государственного центра Госсанэпиднадзора.

Инфракрасный метод стерилизации растительного сырья оказывает термическое воздействие на микроорганизмы, что ведёт к их подавлению. Наложение вибраций на слой материала способствует равномерности его обработки за счет постоянного обновления поверхности облучения.

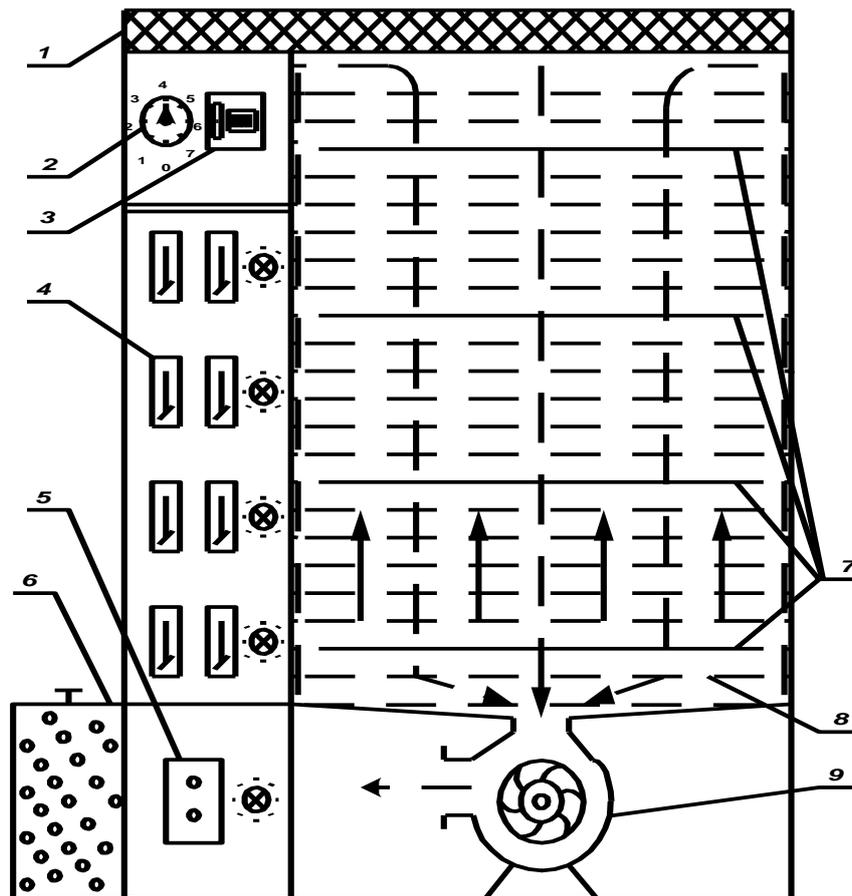


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема промышленной ИК- установки:  
 1 –отражатель; 2 - переключатель уровней мощности; 3 - реле времени программное;  
 4 - пульт управления ИК облучателями; 5 - пульт управления центробежным  
 вентилятором; 6-регулятор уровней мощности; 7 - ИК облучатели; 8 – кассета сетчатая  
 с сырьем; 9 - вентилятор центробежный; ← --- поток воздуха; ← — направление  
 перемещения кассет с сырьем.

В процессе исследования изучено влияние интенсивности и времени ИК-облучения на величину микробной обсеменённости, качество и количество биологически активных веществ (суммы флавоноидов в перчёте на авикулярин) в лекарственном растительном сырье травы горца птичьего (табл.1).

Опыты показали, что при термообработке сырья травы горца птичьего температура на поверхности сырья должна находиться в пределах 60-85°C при экспозиции 15-60 секунд, интенсивности ИК-облучения 7.5 кВт/м<sup>2</sup>. Установлено, что нагрев сырья до температуры 85°C вызывает снижение суммы флавоноидов на 48% от исходного. При плотности мощности 5 кВт/м<sup>2</sup> эффект стерилизации был достигнут в одном варианте из четырёх со временем обработки 60 секунд, а при 2.5 кВт/м<sup>2</sup> обеззараживания сырья не происходило.

Таблица 1 – Результаты влияния параметров ИК-облучения на микробную обсемененность и содержание биологически активных веществ в лекарственном сырье горца птичьего (при толщине слоя измельченной фракции 7 мм)

№ варианта	Параметры обработки			Показатель микробной загрязненности в повторностях			Содержание суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин после обработки, %
	Экспозиция, секунд	Плотность мощности, кВт/м <sup>2</sup>	Температура нагрева, °С	1	2	3	
1	60	7.5	85 ± 2.02	-	-	-	2.6 ± 0.99
2	45	7.5	75 ± 1.06	-	-	-	2.8 ± 0.62
3	30	7.5	70 ± 0.08	-	-	-	3.0 ± 0.04
4	15	7.5	65 ± 0.30	-	-	-	3.3 ± 0.10
5	60	5	60 ± 1.60	-	-	-	3.6 ± 0.52
6	45	5	55 ± 2.15	+	-	-	3.8 ± 0.12
7	30	5	50 ± 1.40	-	+	-	4.0 ± 0.33
8	15	5	45 ± 1.66	+	+	-	4.2 ± 0.45
9	60	2.5	40 ± 1.48	+	+	+	4.4 ± 0.14
10	45	2.5	30 ± 2.01	+	+	+	4.7 ± 0.36
11	30	2.5	25 ± 2.50	+	+	+	4.7 ± 0.07
12	15	2.5	20 ± 1.55	+	+	+	4.9 ± 0.22
Контроль	0	0	0	+	+	+	5.0 ± 0.50

Таблица 2 – Результаты влияния ИК-облучения на качество лекарственного сырья горца птичьего

Наименование показателей качества	Требования к качеству	Результат анализа
Внешние признаки (измельчённое сырьё)	В соответствии с ГФ 11	Соответствует
Микроскопия	В соответствии с ГФ 11	Соответствует
Качественные реакции	В соответствии с ГФ 11	Соответствует
Влажность	Не более 13 %	7.12%
Зола общей	Не более 13 %	8.56%
Частиц, не проходящих сквозь сито диаметром 7 мм	Не более 10%	5.6%
Суммы флавоноидов в пересчете на авикулярин	Не менее 0,5%	3.64%
Органические примеси	Не более 2%	0.8%
Минеральной примеси	Не более 2 %	0.7%
Удельная активность Sr-90	Не более 100	15.5±10.3
Удельная активность Cs-137	Не более 400	4.1 ±10.6
Микробиологическая чистота:		
-аэробных бактерий	Не более 10 <sup>7</sup>	10 <sup>2</sup>
-дрожжевых и плесневых грибов	Не более 10 <sup>4</sup>	10 <sup>2</sup>
- Escherihia coli	Отсутствие	Отсутствует
- Salmonella	Отсутствие	Отсутствует
- Staphiilococcus aureus	Отсутствие	Отсутствует
Других кишечных бактерий	Не более 10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>

**Выводы.** Предлагаемый энергосберегающий метод обеззараживания на промышленной ИК-установке за счет снижения уровня микробной

обсемененности до норм, установленных Государственной фармакопеей и санитарно-эпидемиологическим надзором, позволяет получить лекарственное сырье горца птичьего повышенного качества с оптимальным составом биологически активных веществ: суммы флавоноидов в пересчёте на авикулярин - от 5% в контроле до 2.6% после обработки (табл. 2).

#### Список литературы

1. Карпов В.Н. Термодинамика оптических элементов АПК: учеб. Пособие / В.Н. Карпов, И.З. Щур – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 1996. – 89 с.
2. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 367 с.
3. Аметистов Е.В. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: справочник / Е.В. Аметистов – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.

#### References

1. Karpov V.N., Wur I.Z. *Termodinamika opticheskikh jelementov APK: ucheb. posobie* [Thermodynamics of optic elements of AIC: textbook]. Sankt-Peterburg, 1996, 89 p.
2. Plohinskij N.A. *Biometrija* [Biometrics]. Moskow, 1970, 367p.
3. Ametistov E.V. *Teplo- i massobmen. Teplotehnicheskij jeksperiment: spravochnik* [Thermo- and mass exchange. Thermotechnical experiment: reference book]. Moskow, 1982, 512 p.

#### Сведения об авторе:

**Худоногова Елена Геннадьевна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, луговодства и плодородства агрономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодёжный, тел. (8-3952)237515, e-mail: elenax8@yandex.ru).

#### Information about the author:

**Khudonogova Elena G.** – candidate of biological sciences, assistant professor, department of botany, meadow cultivation and fruit-growing, agronomy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk district, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. (8-3952)237515, e-mail: elenax8@yandex.ru).

UDC 574.5

## COUPLING OF THE LITTORAL AND PELAGIC FOOD WEBS OF LAKE BAIKAL

M. Moore, K. Bego, C. Brown, R. Coogan, A. Fuiks, Y. Hernandez, K. Jordan, E. Mironciuc, A. Mutschlechner, M. Ruhl, R. Ruhl, N. Uhrain, K. Shchapov, V. Shchupruto, L. Titova, T. Hodge, N. Rodenhouse

<sup>1</sup>Wellesley college, Wellesley, USA

<sup>2</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russia  
Scientific-Research Institute

We predicted that the most abundant pelagic fish in L. Baikal, the golomyanka (*Comephorus baicalensis* and *Comephorus dybowskii*) move into the littoral zone at night to feed. We also predicted that the pelagic endemic gammarid, *Macrohectopus branickii*, the major prey of adult golomyanka are replaced by benthic gammarids in the diet of golomyanka foraging in the littoral zone. Using nets, we quantified the density of fish, *Macrohectopus*, and crustacean zooplankton in the water column of the lake's pelagic and littoral zones in August, 2011 at the

southwestern end of the lake, and we performed gut analyses on fish caught in both zones. *C. dybowskii*, but not *C. baicalensis*, was present in the pelagic and littoral zones at similar densities. Our results do suggest that small *C. dybowskii* and particularly *Macrohectopus*, visit the water column of the littoral zone at night and probably feed upon nearshore, littoral zooplankton.

*Key words:* lake Baikal, trophic chains, pelagic, littoral, linkages, *Comephorus*, *Macrohectopus*.

**УДК 574.5**

**СВЯЗЬ ЛИТОРАЛЬНОЙ И ПЕЛАГИЧЕСКОЙ ПИЩЕВЫХ СЕТЕЙ ОЗЕРА БАЙКАЛ**  
Мур М., Бего К., Браун К., Кугэн Р., Фойкс А., Эрнандез Ю., Джордан К., Мирончук Е.,  
Мучлекнер А., Руль М., Руль Р., Урэн Н., Шапов К., Шупруто В., Титова Л., Ходж Т.,  
Роденхауз Н.

Самая многочисленная рыба Байкала – голомянка (*Comephorus baicalensis* и *Comephorus dybowskii*) вполне может заходить кормиться в литоральную зону. В таких случаях голомянка должна потреблять донных гаммарид вместо пелагического *Macrohectopus branickii*, составляющего основу питания взрослой голомянки. С помощью планктонных сетей были определены плотности рыб, макрогектопуса, ракового зоопланктона в пелагиали и литорали Южного Байкала в августе 2011 г. было исследовано содержимое желудков рыб, пойманных в обеих зонах. *C. dybowskii*, в отличие от *C. baicalensis*, присутствовала с близкой плотностью в обеих зонах. Результаты демонстрируют, что молодь *C. dybowskii* и макрогектопуса посещает в ночное время литоральную зону и питается там прибрежным литоральным зоопланктоном.

*Ключевые слова:* озеро Байкал, трофические сети, пелагическая, литоральная, связи трофических сетей, *Comephorus*, *Macrohectopus*.

In the world's largest lakes, the near-shore littoral zone not only contains highest species richness, but it may also be an important foraging area for pelagic organisms that temporarily move into nearshore waters [1, 2]. Most ecological research on large lakes, however, is conducted in off-shore waters, and thus relatively little is known about littoral species or how pelagic species interact with them. This lack of knowledge holds true for Lake Baikal in Siberia, Russia, where most ecological research has focused on off-shore species and processes (e.g., 3-5; but see 6).

Lake Baikal is exceptional even among the world's largest lakes for several reasons. It's very narrow littoral zone (often less than 200 m wide) borders the deepest waters of any lake in the world; it contains one fifth of the world's unfrozen surface fresh water, most of which is located below the photic zone. The resulting vast profundal zone of Baikal is oxygenated to the very bottom, contributing to its richness of endemic benthic species [7, 8] many of which have depth distributions that span the littoral - profundal transition zone. Last, the littoral zone has undergone recent disturbance as the surface water level of the lake was raised approximately 1 m by the damming of the lake's only out-flowing river, the Angara, in 1956 [9]. The lake's surface level continues to fluctuate up to 1 m annually and proposals to approximately double that fluctuation, thereby increasing power generation at the Irkutsk hydro-electric station, are being considered.

Vadeboncoeur et al. [2] suggest that in many large lakes, the offshore food web interacts with the littoral food web through pelagic fish species feeding on benthic or littoral organisms. Such littoral-pelagic coupling is usually assumed to involve a

complex of species that interact across the littoral pelagic boundary. The complexity of the interaction results from the numerous species involved. In Lake Baikal, however, biodiversity is concentrated in numerous benthic gammarid species with broad depth distributions and a very few, highly abundant pelagic species. Predominant among the pelagic species are the two species of golomyanka – pelagic sculpins – that are arguably the most important fish in the lake because of their abundance and contribution to food web energetics. Comprising 70% of all fish biomass and the numerically most abundant fish in the lake, the big-eyed and small-eyed golomyanka (*Comephorus baicalensis* and *Comephorus dybowskii*) resemble deep-sea fish of the open ocean and are the main prey of the lake's top predator, the Baikal seal (*Pusa sibirica*) [10]. Dwelling at depths of 130-1600 m during the day, the golomyanka migrate vertically at night toward the surface, following their primary prey the large pelagic gammarid *Macrohectopus branickii* [11]. This diel vertical migration is most pronounced in summer when the water column is stratified [10]. Juvenile golomyanka eat mainly the endemic copepod *Epischura baicalensis* [11, 12]. While both species of adult golomyanka consume *M. branickii*, which composes up 50-60% of the their diet, the larger golomyanka species (*C. baicalensis*) supplements its diet with *Comephorus* larvae of either species. Golomyanka rarely eat benthic organisms [12]. *M. branickii* migrate vertically into the upper 100 meters of the water column at night to prey on plankton [13], and large aggregations of this species sometimes form in relatively shallow water in late summer [13, 14].

Lake Baikal provides an ideal setting in which to quantify littoral-pelagic coupling in a great lake with a very narrow littoral zone, and some evidence suggests that such coupling may occur. Though *C. baicalensis* and *C. dybowskii* are considered pelagic fish, they are occasionally caught in nets at the outer boundary of the littoral zone [15]. In addition, the narrow littoral zone of this oligotrophic lake may be susceptible to human disturbance from shore-line development [16] or lake level manipulation. No study to date, however, has addressed both the distribution of golomyanka in the littoral zone and whether these species feed on littoral resources. In this study, we sampled species in the littoral and pelagic waters of Baikal's southern basin at night. We hypothesized that the food webs of pelagic and littoral habitats of Lake Baikal are coupled via food web linkages. Specifically, we predicted that the golomyanka move into the littoral zone at night to feed. We also predicted, based on recent findings of benthic gammarids entering the water column of the littoral zone at night (Dr. Eugene Silow, personal communication), that these gammarids would be preyed upon by adult golomyanka in the littoral zone.

**Methods.** All sampling occurred at night in either the pelagic or littoral zone in the southwestern end of Lake Baikal on 10 and 13 August 2011. Sampling sites in the pelagic zone were 2.3 km offshore from Bol'shie Koty where water depth was ca. 800 m whereas sampling sites in the littoral zone were approximately 100 m from shore and water depth here was 90-110 m. We assumed the littoral zone in L. Baikal extends to ca. 100 m based on the maximum depth of the photic zone as defined by the depth limits of benthic algal growth (70-200 m) [17]. Temperature-depth profiles were obtained in the pelagic and littoral zone using a YSI 6650 sonde.

Golomyanka and *Macrohectopus*, both strong diel vertical migrators, were

sampled between the hours of 1:00 and 5:00 using a custom-made net (1.5x1.5 m square-mouthed net, 2.5 meters in length, 4 mm mesh) deployed off the stern of the ship. We assumed the sampling efficiency of the net was 100%. Pelagic zone sampling for golomyanka and *Macrohectopus* occurred on 10 August 2011 with five vertical tows taken to a depth of 200 m with the custom-made net. The weather was partly cloudy with light north winds ( $0.4-0.9 \text{ m s}^{-1}$ ), however wind speed more than doubled, producing large white caps on the water surface, at 2:30 and for the rest of the sampling that night. Sampling in the littoral zone occurred 13 August, 2011 with seven vertical tows taken to a depth of approximately 80 m. Light north winds ( $0.4-0.9 \text{ m s}^{-1}$ ) prevailed throughout that night of sampling and intermittent clouds developed after 2:00, mostly obscuring the full moon.

On both nights, fish obtained with the custom-made net were immediately separated from *Macrohectopus* and anesthetized using MS-222 (tricaine methanesulfonate) to prevent regurgitation of stomach contents. After three minutes of exposure to MS-222, fish were transferred to a rinse tub, and their standard length measured to the nearest mm. Each fish was then placed in an individual plastic bag, and all fish were frozen to halt digestion. In the lab, fish were thawed in tepid water, and identified to species whenever possible. Small golomyanka,  $\leq 2.5$  cm total length, usually could not be identified to species and were classed as golomyanka 'juveniles'. Gut analyses were performed on golomyanka  $\geq 2.5$  cm in total length using a dissecting microscope (8-14.5 X). *Macrohectopus* were preserved in 70% ethanol, subsampled for length measurements made to the nearest mm, and all individuals were counted from each tow.

Crustacean zooplankton smaller than *Macrohectopus* were also sampled in the pelagic and littoral zones by taking three replicate vertical tows from a depth of 50 m to the surface in each zone using a zooplankton net (39 cm dia;  $153 \mu$  mesh). Samples were preserved in 70% ethanol. In the lab, crustacean zooplankton, were sub-sampled using a 2-ml pipette, and adult copepods and copepodites were counted using dissecting microscopes (8, 12.5 and 14.5 X). The coefficient of variation for subsampling was  $< 0.20$ . Cladocerans were not present in the samples, and copepods, dominated by *Epischura lacustris*, were not identified to species.

**Results & Discussion.** Our results confirm that golomyanka enter the water column of the littoral zone at night in L. Baikal (table 1), suggesting these fish could mediate littoral-pelagic coupling in this lake. Of the two golomyanka species, only the smaller *C. dybowskii* was collected in the littoral zone, whereas both *C. dybowskii* and *C. baicalensis* were present in the pelagic. Interestingly, golomyanka prey – *Macrohectopus* and *Epischura* - were ca. 8 times more abundant in the littoral zone than the pelagic (table 1) raising the possibility that golomyanka may seek out the relatively food-rich littoral zone by actively swimming into it at night upon ascent from deep waters. Alternatively, both golomyanka and their prey may be carried into the littoral zone via wind-driven surface currents. What is known is that cool water temperatures (fig. 1) on the night of sampling in the littoral zone provided optimal thermal conditions for the presence of golomyanka. According to Sideleva [10], cold water temperatures are the most important factor influencing the vertical depth distribution of these fish. Their vertical migration into the top 50-m water layer is

enhanced after storms cool the upper surface waters to a temperature of 6-8°C by mixing cold (3.6°C) upwelling water with warm surface waters (14-16°C before storm).

Table 1 – Mean number ( $\pm$  SD) of golomyanka captured per tow, mean ( $\pm$  SE) fish length, and mean ( $\pm$  SD) density of golomyanka and *Macrohectopus branickii* collected using custom-made net deployed in the water column of the littoral (seven tows) and pelagic (five tows) zones off the southwestern shore of Lake Baikal at Bol'shie Koty between the hours of 1:00 and 5:00 on 10 and 13 August 2011. Mean copepod ( $\pm$  SD) abundance determined from 50-m vertical tows (N=3 per location) using a zooplankton net

Location	N	Number of golomyanka captured	Fish length (cm)	Golomyanka density ( $\#/m^3$ )	<i>Macrohectopus</i> density ( $\#/m^3$ )	Copepod density ( $\#/L$ )
Littoral	7	3.0 (1.83)	2.6 (0.43)	0.02 (0.01)	1.73 (0.78)	8.89 (1.11)
Pelagic	5	3.6 (3.36)	4.2 (0.57)	0.01 (0.01)	0.20 (0.06)	1.20 (1.11)

Golomyanka densities in our study were similar in the pelagic and littoral zones (table 1; t-test,  $t=0.40$ ,  $df=10$ ,  $p=0.70$ ), and their low densities might be expected to greatly reduce the strength of their interaction with the food web of the littoral zone. These low densities during mid summer nights at or near full moonlight, however, may misrepresent densities on nights with little or no moonlight. Golomyanka avoid waters with even very low levels of illumination because they are the primary prey of the visual feeding Lake Baikal seal [18, 19]. Furthermore, golymanka densities reported in our study were underestimates because the efficiency of the custom-made net was probably less than 100%. Finally, the appearance of golomyanka in the littoral zone is likely a seasonal phenomenon – occurring mainly in summer – when golomyanka exhibit strong vertical migration at night [10]. Interestingly, Kudelin [15] reported the occasional presence of golomyanka in the littoral zone during the day at depths of 5-20 m but their abundance was not quantified.

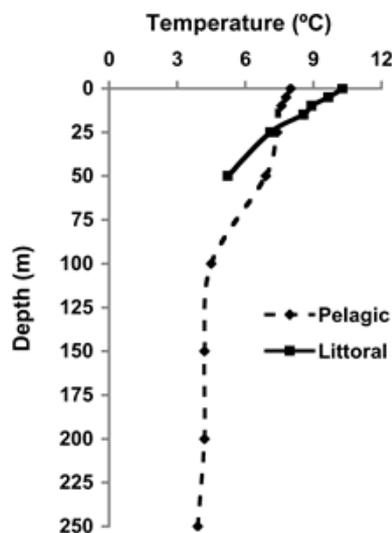


Figure 1 – Depth profiles of water temperature ( $^{\circ}C$ ) at night in the littoral zone (13 August, 2011) and the pelagic zone (10 August, 2011) of Lake Baikal in the southern basin near Bol'shie Koty

Results of fish gut content analyses (fig. 2) provided no evidence that golomyanka consumed littoral prey, however, we were unable to adequately assess this possibility due to a small sample size. Gut content analyses were not performed on 80% of the fish captured in the littoral and pelagic zones because they were small juveniles less than 2.5 cm long. Of the two fish from the littoral zone that were sufficiently large for gut content analysis, one *C. dybowskii* individual had an empty gut and the other individual had consumed *Macrohectopus* and miscellaneous eggs. Prey of golomyanka collected from the pelagic zone agreed with that of Miyasaka et al. [11]; *Macrohectopus* and *Epischura* dominated the guts of juvenile *C. dybowskii*, whereas *Macrohectopus* and *Comephorus* spp. occurred in the guts of the larger *C. baicalensis*.

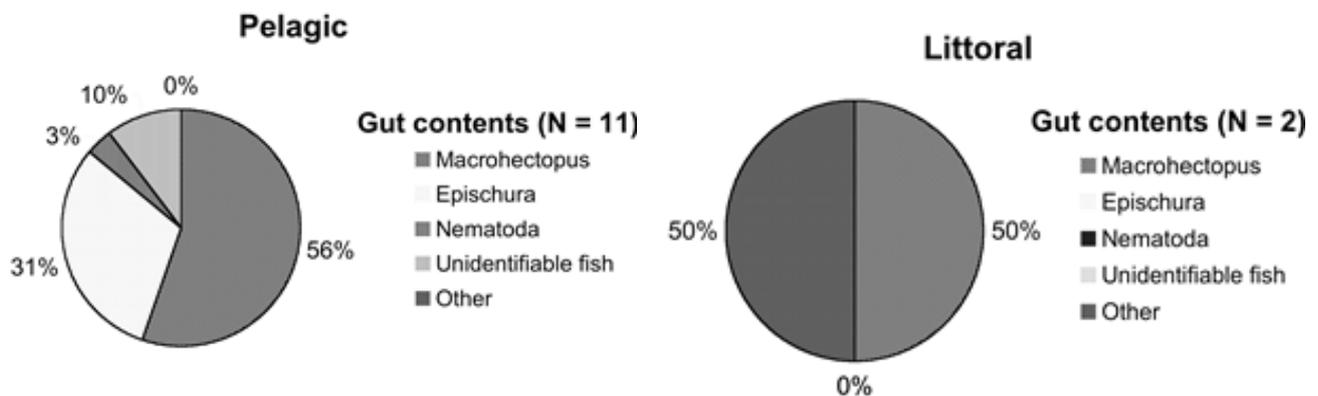


Figure 2 – Gut contents of *Comephorus baicalensis* and *Comephorus dybowskii* collected in the littoral (n=2) and pelagic (n=11) zones off the shore of Bol’shie Koty on the western shore of Lake Baikal between the hours of 1:00 and 5:00 on 10 and 13 August 2011. Unidentifiable gut contents were classified as “other.”

Golomyanka body length differed significantly between the pelagic and littoral zones (t-test,  $t=2.56$ ,  $df=9$ ,  $p=0.03$ ), however, the small mean size in both locations (table 1) indicates the predominance of juveniles in both locations. If representative, the small size of the golomyanka in the littoral zone suggests there is little possibility they are consuming nektobenthic gammarids of the littoral zone because the size of these prey would probably be too large for ingestion by golomyanka juveniles. Instead, it is more likely that golomyanka juveniles in the littoral zone consume zooplankton such as *Epischura* and *Macrohectopus* or possibly some cosmopolitan zooplankton (*Mesocyclops*, *Bosmina*) that are more common in warm nearshore waters than offshore [20]. *Macrohectopus* represents another pelagic visitor that enters the water column of the littoral zone at night (table 1), and this predator may feed on a relatively wide range of zooplankton prey sizes given the wide size-frequency range of this predator (fig. 3).

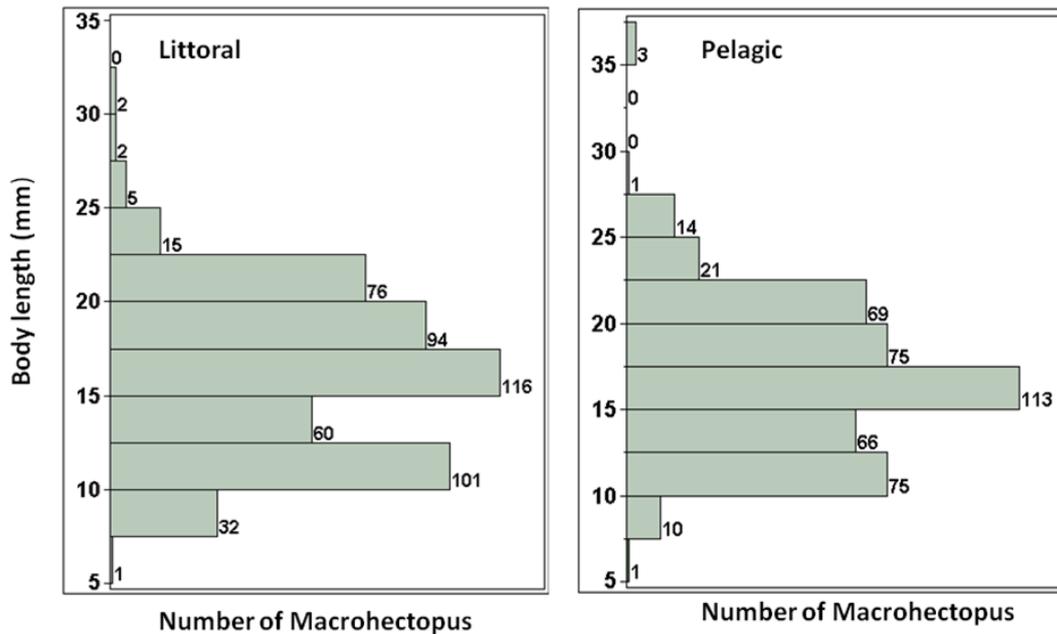


Figure 3 – Length-frequency distribution of *Macrohectopus branickii* collected in the littoral and pelagic zones of Lake Baikal. Numbers next to bars represent number of individuals in a given length category. See Table 1 caption for further sampling details

In conclusion, linkage of the pelagic and littoral food webs of Baikal via golomyanka feeding in the littoral zone awaits further assessment. In addition to our preliminary work, stable isotopic analyses (SIA) of golomyanka [3, 11] do not demonstrate consumption of littoral zone prey, however, the possibility that golomyanka forage on littoral prey still remains. In these SIA studies, sampling sites included no or very few littoral sites. Because golomyanka move predominantly in a vertical direction, not laterally, sampling individuals in or near the littoral zone could be important for evaluating consumption and assimilation of benthic littoral prey. Importantly our results do suggest that small *C. dybowskii* and, particularly *Macrohectopus*, visit the water column of the littoral zone at night and probably feed upon nearshore, littoral zooplankton. Food web linkages between the littoral and pelagic zones of L. Baikal warrant future attention, especially because localized economic development of this lake's shoreline and its effects (e.g., erosion, eutrophication) could indirectly influence the relatively pristine pelagic zone of the world's greatest lake.

#### Bibliography

1. Yuma M., Timoshkin O.A., Melnik N.G., Khanaev I.V., Ambali A.. Hydrobiologia, 2006, 568(S), pp. 95-99.
2. Vadeboncoeur Y., McIntyre P.B., Vander M.J. Zanden BioScience. 2011, no.61, pp. 526-537.
3. Yoshii K., Melnik N.G., Timoshkin O.A., Bondarenko N.A., Anoshko P.N., Yoshioka T., Wada E.. Limnol. Oceanogr. 1999, no.44, pp. 502-511.
4. Straskrabova V., Izmet'yeva L.R., Maksimova E.A., Fietz S., Nedoma J., Borovec J., Kobanova G.I., Shchetinina E.V., Pislegina E.V. Global and Planetary Change. – 2005, no.46, pp. 57-73.
5. Jewson D.H. Eur. J., Granin N.G., Zharnov A.A., Gorbunova L.A., Gnatovsky R.Y. Phycol. 2010, vol.45, pp. 354-364.

6. Yoshii K. *Hydrobiologia*. 1999, 411, pp. 145-159.
7. Mackay A.W. Lake Baikal. Causes and consequences of global environmental change. *Encyclopedia of Global Environmental Change*, Wiley and Sons Press. 2002, 3, pp. 413-417.
8. Martin P. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 1994, 44, pp. 3-11.
9. Kozhova O.M., Izmet'seva L.R. Lake Baikal: Evolution and biodiversity. Backhuys Press. 1998, 447 p.
10. Sideleva V.G. The endemic fishes of Lake Baikal. Backhuys, Leiden, 2003, 270 p.
11. Miyasaka H., Dzyuba Y.V., Genkai-Kato M., Ito S., Kohzu A., Anoshko P.V., Khanayev I.V., Shubenkov S.G., Melnik N.G., Timoshkin O.A., Wada E. *Ichthyol. Res.* 2006, 53, pp. 419-422.
12. Sideleva V.G. *J. Fish Biol.* 1996, 49(A), pp. 92-206.
13. Melnik N.G., Timoshkin O.A., Sideleva V.G., Pushkin S.V., Mamylov V.S. *Limnol. Oceanogr.* 1993, 38, pp. 425-434.
14. Rudstam L.G. J., Melnik N.G., Timoshkin O.A., Hansson S., Pushkin S.V., Nemov V. *Great Lakes Res.* 1992, 18, pp. 286-297.
15. Kudelin V.M. *Hydrobiologia*. 2006, 568(S), pp. 57-61.
16. Moore M.V., Hampton S.E., Izmet'seva L.R., Silow E.A., Peshkova E.V., Pavlov B. *BioScience*. 2009, 59, pp. 405-417.
17. Kiyashko S., Richard P., Chandler T., Kozlova T.A., Williams D.F. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences* 1998, 321, pp. 509-516.
18. Pastukhov V.D. Baikal's seal. *Nerpa Baikala*. Novosibirsk, 1993, 271 p.
19. Watanabe Y., Baranov E.A., Sato K., Naito Y., Miyazaki N. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2004, 279, pp. 283-289.
20. Melnik N.G., Bondarenko N.A., Belykh O.I., Blinov V.V., Ivanov V.G., Korovyakova I.V., Kostornova T.Y., Lazarev M.I., Logacheva N.F., Pomazkova G.I., Sherstyankin P.P., Sorokovikova L.M., Tolstikova L.I., Tereza E.P.. *Hydrobiologia*. 2006, 568 (S), pp. 69-76.

**Сведения об авторах:**

- Мариан Мур** – доцент биологического факультета. Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США, тел. 781-2833098, e-mail: mmoore@wellesley.edu).
- Катя Бего** – студент. Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Кэлин Браун** – студент. Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Рэчел Куган** – студент. Уэлсли Колледж. (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Александра Фуйкс** – студент. Уэлсли Колледж. (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Йубелка Эрнандез** – студент. Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Кира Джордан** – студент. Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Елена Мирончук** – студент. Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Аудри Матшлекнер** – студент. Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Меридит Руль** – студент. Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Ребекка Руль** – студент. Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Николь Урэн** – студент. Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).
- Кирилл Щапов** – аспирант научно-исследовательского института биологии. Иркутский

государственный университет (664003, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, тел. 8(3952)243077, e-mail: gsafro@ bio.isu.runnet.ru).

**Василий Шупруто** – аспирант научно-исследовательского института биологии. Иркутский государственный университет (664003, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3).

**Любовь Титова** – аспирант научно-исследовательского института биологии. Иркутский государственный университет (664003, Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, 3).

**Томас Ходж** – доцент Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).

**Николас Роденхауз** – доцент Уэлсли Колледж (106 Централ стрит, Уэлсли, МА 02481-8203, США).

**Information about the authors:**

**Marian Moore** – assistant, biology faculty. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA, tel. 781-2833098, e-mail: mmoore@wellesley.edu).

**Katya Bego** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Calin Brown** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Rachel Coogan** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Alexandra Fuiks** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Yubelka Hernandez** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Kira Jordan** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Elena Mironciuc** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Audrey Mutschlecner** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Meredith Ruhl** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Rebecca Ruhl** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Nicole Uhrain** – student. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Kirill Shchapov** – PhD student, Scientific-Research Institute of Biology. Irkutsk State University (3, Lenin str., Irkutsk, Russia, 664003, tel. 8(3952)243077, e-mail: gsafro@ bio.isu.runnet.ru).

**Vasily Shchuputo** – PhD student, Scientific-Research Institute of Biology. Irkutsk State University (3, Lenin str., Irkutsk, Russia, 664003).

**Lyubov Titova** – PhD student, Scientific-Research Institute of Biology. Irkutsk State University (3, Lenin str., Irkutsk, Russia, 664003).

**Thomas Hodge** – assistant professor. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**Nicolas Rodenhouse** – assistant professor. Wellesley college (106, Central str., Wellesley, MA 02481-8203, USA).

**ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА. ЗООТЕХНИЯ**

УДК 619:616-006:636.7/.8(571.53)

**МОНИТОРИНГ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ МЕЛКИХ  
ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ИРКУТСКА**

**Е.А. Лозовская, И.И. Силкин**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия  
Факультет биотехнологии и ветеринарной медицины

Проведен анализ распространенности онкологических заболеваний мелких домашних животных, содержащихся в условиях города Иркутска. Исследования проводились в период с апреля 2007 по декабрь 2011 года. В работе использовали морфологические методы исследования. В результате проведенных исследований нами было установлено, что наиболее распространенные доброкачественные новообразования у мелких домашних животных в городе Иркутске – это фиброаденомы молочной железы, затем следуют фибромы, эпулисы и папилломы. Воспалительные процессы локализовались в лимфатических узлах. Среди злокачественных опухолей чаще всего можно наблюдать рак молочной железы различной морфологической вариации, карциномы кожи и фибросаркомы.

*Ключевые слова:* новообразование, фиброаденома молочной железы, фиброма, папиллома, карцинома молочной железы, карцинома кожи, аденокарцинома, фибросаркома, саркома.

UDC 619:616-006:636.7/.8(571.53)

**MONITORING OF ONCOLOGICAL DISEASES OF SMALL DOMESTIC ANIMALS IN  
THE CITY OF IRKUTSK**

**Lozovskaya E.A., Silkin I.I.**

Irkutsk State Academy of Agriculture, *Irkutsk, Russia*  
Faculty of Biotechnology and Veterinary Medicine

The analysis of the prevalence of oncological diseases of small pets containing in the conditions of the city of Irkutsk is carried out. The research was performed for the period of April, 2007 – December, 2011. The morphological methods of the study have been used. As a result of the performed studies it has been established that the most widespread good-quality new growths at small pets in the city of Irkutsk are fibrous concrete of a mammary gland, then fibromas, epulis and papillomas. Inflammatory processes were localized in lymph nodes. Among malignant tumors there are cancer of a mammary gland of various morphological variation, skin carcinoma and fibrosarcoma.

*Key words:* neoplasm, fibroadenoma of mammary gland, fibroma, papilloma, carcinoma of mammary gland, skin carcinoma, adenocarcinoma, fibrosarcoma, sarcoma.

Опухоли (новообразования, тумор, неоплазма, бластома) занимают одно из важнейших мест в патологии человека. Ежегодно в США от злокачественных новообразований погибает свыше полумиллиона человек. Это составляет примерно 23% от всех случаев смерти, вызванной болезнями. Сходные показатели получены и в других высокоразвитых странах (в Англии – 25%) [3].

Если в медицинской практике статистические исследования распространенности онкологических заболеваний среди людей в зависимости от возраста, социальных групп, характера опухолей, этиологических факторов и

т.п. подробно изложены в литературе, то в ветеринарии этой проблеме не уделяется должного внимания, поскольку онкология привлекла к себе ветеринаров относительно недавно.

Еще 30 лет назад единственными специалистами, интересующимися онкологией мелких домашних животных, были ветеринарные гистологи. Открытие в 1964 году Джарретом и его коллегами вирусной этиологии лимфосаркомы у кошек дало толчок к исследованиям этиологии и эпизоотологии опухолей у животных [2]. Следует отметить, что в Иркутске среди ветеринарных специалистов различного уровня данной проблемой вообще никто не занимается.

**Цель** нашей работы заключается в проведении анализа распространенности онкологических заболеваний у мелких домашних животных, сложившейся на сегодняшний день в городе Иркутске. Считаем, что данные наших статистических исследований принесут пользу практикующим ветеринарным врачам города в их работе с новообразованиями у мелких домашних животных и внесут определенный вклад в общероссийскую статистику онкологических заболеваний среди мелких домашних животных.

**Материал и методы.** Материалом для цитологических исследований являлись мазки-отпечатки, полученные с периферии новообразований, а также путем аспирации стерильным шприцом с глубины опухолей 0.3-0.5 см, которые наносили на обезжиренное предметное стекло, равномерно распределяли, фиксировали жидкостью Никифорова. Для гистологических исследований использовался биопсийный и операционный материал, который фиксировался в 10%-ном нейтральном формалине с последующей гистологической обработкой и приготовлением гистосрезов толщиной 5-7 мкм. Цитологические и гистологические образцы окрашивали гематоксилин-эозином по Караччи и по методу Папаниколау. Клеточные и тканевые элементы цитограмм и гистограмм изучали путем сравнения с соответствующим клеточным и тканевым строением исходного органа в норме и при различных патологиях. При постановке диагноза учитывали основные цитоморфологические признаки: увеличение ядерно-цитоплазматического соотношения, изменения хроматина ядер, увеличение числа и размера ядрышек, форму клеток, ядер. Учитывая результаты проведенного исследования и макроскопические особенности новообразования, ставили окончательный диагноз. Материал получали с апреля 2007 по декабрь 2011 года от 115 животных.

**Результаты и их обсуждение.** По морфологической характеристике и характеру течения диагностируемых новообразований данные распределились следующим образом: доброкачественные новообразования – 57 случаев (49.6%); злокачественные новообразования – 53 случаев (46.10%); воспалительные процессы – 5 случаев (4.34%).

Как видно из табл. 1, наиболее распространенные доброкачественные новообразования у мелких домашних животных в городе Иркутске – это фибroadеномы молочной железы, затем следуют фибромы, эпулисы и папилломы.

Таблица 1 – **Морфологическая характеристика новообразований**

Доброкачественные опухоли		Злокачественные опухоли	
Виды опухолей и количество случаев	% от общего числа	Виды опухолей и количество случаев	% от общего числа
Фиброаденома молочной железы – 19	16.52	Аденокарцинома молочной железы - 10	8.7
Фиброаденома перианальной железы – 3	2.61	Инвазивный междольковый рак молочной железы – 5	4.34
Фиброма – 14	12.17	Инвазивный протоковый рак молочной железы – 4	3.38
Липома – 2	1.74	Смешанная форма инвазивного рака молочной железы – 4	3.38
Папиллома – 5	4.34	Фибросаркома – 10	8.7
Лимфома – 1	0.87	Саркома – 5	4.34
Эпулис – 10	8.7	Карцинома кожи – 10	8.7
Аденома слюной железы - 3	2.61	Карцинома носовой полости – 3	2.61
Воспалительные процессы - 5	4.34	Низкодифференцированная липосаркома – 1	0.87
		Трансмиссивная саркома - 1	0.87

Воспалительные процессы локализовались в лимфатических узлах. Среди злокачественных опухолей чаще всего можно наблюдать рак молочной железы, различной морфологической вариации, карциномы кожи и фибросаркомы. По своему морфологическому разнообразию злокачественные новообразования намного превосходят доброкачественные.

При анализе полученных данных, по локализации новообразований у мелких домашних животных от общего количества случаев, можно сделать следующие выводы: поражение молочных желез доброкачественного характера составляет 16.52% и злокачественного 20%; соответственно конечностей 9.52% и 4.7%; ротовой полости 14.52% и 9.7%; в различных областях тела животных (области головы, шеи, мечевидного отростка, спины и хвоста) 11.52% и 8.72%; влагалища и половых губ 1.6% и 3.2%.

По полученным данным также можно провести анализ по виду и породам животных. Из приведенных результатов (табл. 2) можно сделать вывод, что в условиях города Иркутска новообразования наиболее часто встречаются у собак породы боксер 10.4% и беспородных собак, на них приходится 6.6%. Доброкачественные новообразования в основном характерны для собак породы лайка, доберман и ротвейлер. Злокачественные новообразования свойственны породам шарпей, немецкая овчарка и французский бульдог. На остальные породы собак, а их около пятнадцати, которые проходили у нас обследование, приходится по 1-3 случая новообразований различного характера (табл. 3). Кошки мало предрасположены к онкологическим заболеваниям. О чем свидетельствует небольшой показатель как доброкачественных, так и злокачественных новообразований среди них (13.3%).

**Таблица 2 – Статистика диагностированных новообразований по видам животных и породам**

Доброкачественные опухоли	% от общего числа	Злокачественные опухоли	% от общего числа
Вид животного и породы собак		Вид животного и породы собак	
Кошки	9.8	Кошки	3.3
<b>С о б а к и</b>			
Боксер	5.2	Боксер	5.2
Лайка	5.2	Шарпей	5.2
Доберман	3.3	Немецкая овчарка	5.2
Ротвейлер	3.3	Французский бульдог	3.3
Беспородные	3.3	Беспородные	3.3

**Таблица 3 – Статистика единичных случаев диагностированных новообразований по породам собак**

Породы собак	Количество случаев новообразований	
	доброкачественные	злокачественные
1. Английский бульдог	2	-
2. Бладхаунд	1	-
3. Бульмастиф	1	-
4. Ирландский сеттер	-	1
5. Кавказская овчарка	1	-
6. Курцхар	1	1
7. Лабрадор	1	-
8. Мопс	1	1
9. Миттельшнауцер	2	-
10. Питбуль	1	2
11. Пудель	2	1
12. Сербернар	1	-
13. Спаниель	1	2
14. Стаффордширский терьер	2	1
15. Фокстерьер	1	-

Также был проведен анализ собранных данных по количеству диагностированных случаев по возрастам. Из чего видно, что доброкачественные новообразования наиболее часто регистрируются у собак 7-10-летнего возраста, а злокачественные новообразования у животных старше 10-летнего возраста (табл. 4).

Мы также проанализировали зависимость диагностированных новообразований от пола животного. Оказалось, что в условиях города Иркутска новообразования чаще встречаются среди собак у кобелей – 50 случаев (43.5%), из них на доброкачественные опухоли приходится – 27 случаев (23.5%) и злокачественного характера – 23 случая (20.0%). У сук общее количество новообразований составляет 45 случаев (39.1%), с доброкачественным характером – 22 случая (19.1%) и 23 случая (20.0%) – злокачественные опухоли. У кошек общее количество составило 12 случаев

(10.4%): доброкачественные – 5 случаев (4.3%) и злокачественные – 7 случаев (6.1%). У котом отмечены только доброкачественные новообразования – 3 случая (2.6%).

Таблица 4 – Статистика диагностированных новообразований по возрастам

Возраст животных	Количество диагностированных случаев			
	доброкачественные опухоли	%	злокачественные опухоли	%
<b>С о б а к и</b>				
от 1 до 3 лет	3	2.6	1	0.8
от 3 до 5 лет	3	2.6	3	2.6
от 5 до 7 лет	5	4.3	8	7.0
от 7 до 10 лет	23	20.0	12	10.4
старше 10 лет	16	1.0	21	18.2

**Выводы.** Таким образом, нами впервые проведены исследования, касающиеся распространенности онкологических заболеваний среди мелких домашних животных, содержащихся в условиях города Иркутска. Дана морфологическая характеристика новообразований, встречающихся у животных, проведены статистические исследования диагностированных новообразований по видам животных, породам, по локализации новообразований и в зависимости от возраста. Результаты наших исследований могут быть полезны в работе практикующих ветеринарных врачей города Иркутска.

#### Список литературы

1. Домосканова И.В. Удаление опухолей молочных желез у собак / И.В. Домосканова // Ветеринария. – 2000. – № 10. – С. 54-56.
2. Онкологические заболевания мелких домашних животных / Под ред. Ричарда А.С. Уайта. – М.: Аквариум ЛТД, 2003. – 352 с.
3. Пальцев М.А. Патологическая анатомия / М.А. Пальцев, Н.М. Аничков. – М.: Медицина, 2005. – Т.1. – 525 с.
4. Пальцев М.А. Атлас патологии опухолей человека / М.А. Пальцев, Н.М. Аничков. – М.: Медицина, 2005. – 424 с.
5. Пальцев М.А. Атлас по патологической анатомии / М.А. Пальцев, А.Б. Пономарев, А.В. Берестова. – М.: Медицина, 2007. – С. 101-118.
6. Послов Г.А. Опухолевые заболевания полости рта у собак / Г.А. Послов // Ветеринария. – 2001. – № 12. – С. 45-46.
7. Шемарова И.В. Субстратно-ингибиторный анализ в диагностике опухолей молочной железы у собак / И.В. Шемарова, А.Н. Орехов // Ветеринария. – 2002. – № 6. – С. 52-56.

#### References

1. Domoskanova I.V. *Udalenie opuholej molochnyh zhelez u sobak* [Removal of mammary tumour of dogs]. Veterinarija [Veterinary]. 2000, no.10, pp. 54-56
2. *Onkologicheskie zabolevanija melkih domashnih zhivotnyh* [Oncological diseases of small domestic animals]. Moscow, 2003, 352 p.
3. Pal'cev M.A., Anichkov N.M. *Patologicheskaja anatomija* [Pathological anatomy]. Moscow, 2005, vol.1, 525 p.
4. Pal'cev M.A., Anichkov N.M. *Atlas patologii opuholej cheloveka* [Atlas of pathology

of tumour of a person]. Moskow , 2005, 424 p.

5. Pal'cev M.A., Ponomarev A.B., Berestova A.V. *Atlas po patologicheskoj anatomii* [Atlas in pathological anatomy]. Moskow, 2007, pp. 101-118.

6. Poslov G.A. *Opuholevye zabolevaniya polosti rta u sobak* [Tumour diseases of cavity of dogs]. Veterinarija [Veterinary] 2001, no.12, pp. 45-46.

7. Shemarova I.V., Orehov A.N. *Substratno-ingibitornyj analiz v diagnostike opuholej molochnoj zhelezy u sobak* [Substrate inhibitor analysis in diagnostics of mammary tumour of dogs]. Veterinarija [Veterinary]. 2002, no.6, pp. 52-56.

#### Сведения об авторах:

**Силкин Иван Иванович** – кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой специальных ветеринарных дисциплин факультета биотехнологии и ветеринарной медицины. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89648109473, e-mail: ivsi@list.ru).  
**Лозовская Евгения Александровна** – заведующая частной ветеринарной клиникой “Друг”, соискатель кафедры специальных ветеринарных дисциплин факультета биотехнологии и ветеринарной медицины. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500766193, e-mail: molodegny31@mail.ru).

#### Information about the authors:

**Silkin Ivan I.** – candidate of biological sciences, assistant professor, head, department of specific veterinary disciplines, faculty of biotechnology and veterinary sciences. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89648109473, e-mail: ivsi@list.ru).

**Lozovskaya Evgenia A.** – head of private veterinary hospital “Drug”, researcher, department of specific veterinary disciplines, faculty of biotechnology and veterinary sciences. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89500766193, e-mail: molodegny31@mail.ru).

УДК 619:616.98

## РОЛЬ ВИРУСНЫХ АГЕНТОВ В ЭТИОЛОГИЧЕСКОМ МНОГООБРАЗИИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ТЕЛЯТ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1</sup>В.А. Чхенкели, <sup>1</sup>В.Л. Тихонов, <sup>1</sup>Т.В. Глушенкова, <sup>2</sup>И.В. Мельцов

<sup>1</sup>Иркутский филиал ГНУ “Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока” Российской академии сельскохозяйственных наук, г. Иркутск, Россия  
лаборатория биотехнологии и болезней молодняка  
лаборатория эпизоотологии и лейкоза

<sup>2</sup>Служба ветеринарии Иркутской области, г. Иркутск, Россия

В структуре массовых заболеваний телят раннего периода жизни преобладают болезни с нарушениями функций пищеварительной системы. Многообразие этиологических причин желудочно-кишечных болезней представлено вирусами, бактериями, простейшими и грибами, вирулентность которых повышается на фоне различных неблагоприятных условий содержания, кормления и в случаях смешанных форм течения инфекций. Основным инфекционным агентом является условно-патогенная микрофлора. Вместе с тем, результаты серологических исследований на наличие антител к ряду вирусных болезней крупного рогатого скота, проводимые в последние годы, позволяют предположить, что вирусы в

инфекционной патологии телят могут выполнять как роль первичного пускового механизма, так и самостоятельно вызывать инфекции.

*Ключевые слова:* желудочно-кишечные болезни, эпизоотология, этиология, ассоциация, вирусы.

**UDC 619:616.98**

**ROLE OF VIRUS AGENTS IN ETIOLOGICAL VARIETY OF GASTRO-INTESTINAL DISEASES OF YOUNG CALVES IN IRKUTSK REGION**

<sup>1</sup>Chkhenkeli V.A., <sup>1</sup>Tikhonov V.L., <sup>1</sup>Glushenkova T.V., <sup>2</sup>Meltsov I.V.

<sup>1</sup>Irkutsk filiation "Institute of Experimental Veterinary of Siberia and Far East"

Russian Academy of Agricultural Sciences, *Irkutsk, Russia*

Laboratory of Biotechnology and Diseases of Young Cattle

Laboratory of Epizootology and leucosis

<sup>2</sup>Service of Veterinary of Irkutsk region, *Irkutsk, Russia*

The patterns of mass diseases among calves at early periods of life are dominated by diseases including dysfunction of digestive system of the animals, symptomatic diarrhea, severe dehydration, toxemia, immunodeficiency, metabolic disturbance. The variety of etiological causes of gastro-intestinal diseases of new-born calves is due to viruses, bacteria, protozoa and fungi, virulence of which increases because of different unfavourable conditions of keeping, feeding and in the case of mixed forms of infection courses. The main infection agent is opportunistic pathogenic microflora. In addition, the results of monitoring serological research of the presence of antibodies against a range of virus diseases of cattle, which have been carried out in the recent years, allow to assume that viruses in calves' infection pathology play the role of primary trigger mechanism as well as cause infections.

*Key words:* gastro-intestinal diseases, epizootology, etiology, association, viruses.

На протяжении длительного времени животноводческие хозяйства несут значительные экономические потери, обусловленные распространением массовых желудочно-кишечных инфекций новорожденных телят, заболеваемость телят на животноводческих фермах и комплексах России достигает 60-90% [4, 5, 6]. Комплекс экологических, технологических, зоогигиенических, ветеринарно-санитарных приемов при содержании и кормлении коров-матерей, проведении отелов, выращивании молодняка не позволяет получать животных с высоким уровнем естественной резистентности, а следствием иммунологической недостаточности телят является высокая их подверженность желудочно-кишечными инфекциям [1, 2]. В первые дни жизни теленка особое место в инфекционной патологии занимают вирусы, относящиеся к семействам рео-, пести- и коронавирусов, в более старшем возрасте – это миксо-, парамиксо-, корона-, герпесвирусы. Некоторые вирусы, такие как возбудитель вирусной диареи (ВД), инфекционного ринотрахеита (ИРТ), вульвовагинита, вирус лейкоза крупного рогатого скота (ВЛКРС), являются мощнейшими депрессантами иммунной системы что, в свою очередь, также является фактором развития патологий в хозяйствах.

Массовые желудочно-кишечные болезни телят обусловлены различными этиологическими агентами и чаще всего протекают в форме смешанных инфекций, при этом на каждой крупной животноводческой ферме структура возбудителей и факторы, предрасполагающие и способствующие

возникновению и развитию болезней, различны. Ряд исследователей относят диареи новорожденных телят к мембранопатологиям. Заболевания животных, которые протекают с симптомами поражения желудочно-кишечного тракта и токсикоза, сопровождаются активацией процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), являющегося основной причиной повреждения тканей. В организме больного теленка происходят существенные биохимические изменения. Интоксикация влечет за собой патологические изменения в процессе обмена веществ, которые приводят к иммуносупрессии и антиоксидантному стрессу.

Вирусы значительно снижают активность различных специфических и неспецифических бактериостатических механизмов организма. В связи с этим наиболее сложно у новорожденных телят протекает диарея смешанной вирусно-бактериальной этиологии, которая часто характеризуется стационарностью, затяжной и тяжелой формой течения. Вирусы, принимающие участие в возникновении и развитии диареи, редко являются причиной гибели новорождённого молодняка. Опосредованную роль при развитии патогенетического процесса при желудочно-кишечных болезнях телят играют вирусные агенты из семейства ретровирусов, например, ВЛКРС. У инфицированных вирусом лейкоза стельных коров и нетелей возникают стойкие иммунодефициты, способствующие частому развитию послеродовых маститов, эндометритов, а у телят, рожденных от таких животных, значительно снижается порог устойчивости к вирусно-бактериальным инфекциям, развиваются расстройства органов пищеварения и дыхания [3, 7].

**Цель** работы состояла в проведении анализа современной эпизоотологической ситуации по желудочно-кишечным болезням новорождённых телят с определением роли инфекционных агентов в развитии кишечной патологии.

**Материалы и методы.** Изучение динамики заболеваемости телят проводили на основании анализа и обобщения отчетных материалов, поступающих из хозяйств области, ветеринарной отчетности Службы ветеринарии Иркутской области, отдела животноводства Министерства сельского хозяйства Иркутской области, ветеринарной отчетности ОГУ СББЖ и ФГБУ “Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория” (ИМВЛ).

**Результаты и обсуждение.** Динамика численности поголовья крупного рогатого скота, заболеваемости и падежа телят представлена в табл. 1. Анализ данных свидетельствует о том, что в 2009 г. высокая заболеваемость телят отмечалась в Иркутском, Балаганском, Киренском, Куйтунском, Нижнеудинском, Тайшетском, Усть-Илимском районах; в 2010 г. – в Иркутском, Киренском, Куйтунском, Нижнеудинском и Усть-Илимском районах; самая высокая заболеваемость телят (от 0.2 до 20.5%) - в 2009 г. в Киренском, Нижнеудинском и Куйтунском районах; пик заболеваемости (20.5%) – в 2009 г. в Киренском районе. В результате желудочно-кишечных болезней животноводство области несет значительные убытки от падежа молодняка. Так, в 2009 г. пало 0.58% телят (Куйтунский, Нижнеудинский, Иркутский районы), в 2010 г. падеж молодняка составил 4.4% (Куйтунский,

Зиминский районы). Согласно ветеринарной отчётности, к наиболее благополучным районам можно отнести Ангарский и Чунский. При исследовании патоматериала из хозяйств Иркутского и Усольского районов за 2006-2011 гг. были выделены патогенные культуры *Escherihia coli* серотипов O<sub>15</sub>, O<sub>18</sub> O<sub>149</sub> O<sub>86</sub>, O<sub>9</sub>. При этом выявлялось от 8.3 в 2009 г. до 33.3% в 2011 г. Положительных проб на колибактериоз, что указывает на сложность эпизоотической обстановки. При исследовании патоматериала из хозяйств Иркутского, Зиминского районов за 2006 -2011 гг. были выделены патогенные культуры рода *Salmonella* (*S. dublin* и *S. enteritidis*). Выявлено от 6.3 в 2008 г. до 28.6% в 2011 г. положительных проб на сальмонеллёз, что свидетельствует о продолжающемся приросте выделения высокопатогенных культур бактерий рода *Salmonella* и, соответственно, о напряжённости эпизоотической обстановки по сальмонеллезу.

Таблица 1 – Динамика заболеваемости и падежа телят от желудочно-кишечных болезней в Иркутской области (2009-2010 гг.)

Районы	Поголовье	Заболеваемость, %	Падеж, %	2009 г.		2010 г.	
				Поголовье	Заболеваемость, %	Поголовье	Заболеваемость, %
Ангарский	1256	3/0,2	-	1489	15/1.0	-	
Балаганский	3866	315/8.1	52/1.3	3560	105/2.9	24/0.7	
Братский	9584	85/0.9	14/0.1	9253	49/0.5	20/0.2	
Бодайбинский	304	-	-	118	-	-	
Заларинский	9767	215/2.0	35/0.4	10292	347/3.4	29/0.3	
Зиминский	8061	297/3.7	5/0.06	7794	386/5.0	106/1.4	
Иркутский	19910	1097/5.5	267/1.3	18893	1787/9.5	164/0.9	
Казач.-Ленский	1108	43/3.9	-	1149	61/5.3	-	
Качугский	14415	682/5.0	32/0.2	14799	699/4.7	37/0.3	
Киренский	1330	272/20.5	3/0.2	1199	192/16.0	0	
Куйтунский	16379	1691/10.3	366/2.2	14908	1452/9.7	237/1.6	
Катанга	104	11/10.5	-	242	11/4.5	-	
Н.-Илимский	1431	-	-	1180	-	-	
Нижнеудинский	10427	1596/15.3	114/1.0	10225	1476/14.4	85/0.8	
Ольхонский	7657	29/0.4	2/0.03	7240	18/0.2	0	
Тайшетский	11251	1147/10.2	36/0.3	10995	920/8.4	45/0.4	
Тулунский	11478	165/1.4	11/0.1	11190	41/0.4	0	
Усольский	12978	433/3.3	76/0.6	13256	390/2.9	25/0.2	
Усть-Илимский	1247	122/9.8	-	1161	147/12.7	-	
Усть-Кутский	832	22/2.6	6/0.7	592	11/1.9	1/0.2	
Усть-Удинский	5829	125/2.1	-	6369	20/0.3	-	
Черемховский	22875	610/2.7	5/0.02	23319	570/2.4	3/0.01	
Чунский	4084	9/0.2	-	3627	18/0.5	-	
ВСЕГО:	176173	8969/5.1	1024/0.6	172850	8715/5.0	776/0.4	

По данным серологических исследований сыворотки крови крупного рогатого скота разного возраста в период 2008-2011 гг. было установлено наличие значительного количества серопозитивных животных по ряду вирусных инфекций. Результаты обнаружения у большинства исследованных

животных диагностических титров говорят о присутствии в областной популяции крупного рогатого скота возбудителей вирусных инфекций, способных вызывать болезни желудочно-кишечного и дыхательного трактов. Ранее среди поголовья крупного рогатого скота вирусных болезней, кроме лейкоза, официально не регистрировали, а вирусологические исследования и специфическая противовирусная профилактика с использованием вакцин не проводилась. Необходимость исследований на вирусные болезни возникла в связи с ввозом на территорию Иркутской области из Канады племенных животных и возникновением среди местного скота респираторно-синцитиальной инфекции (РСИ), вызвавшей в ассоциации с пастереллезом массовое заболевание и гибель как молодняка, так и коров. Сопряженная вирусно-бактериальная инфекция на неиммунизированном поголовье, в период с декабря 2007 по февраль 2008 г., привела к гибели более 60% крупного рогатого скота на неблагополучной ферме. При этом прямые экономические потери составили порядка 12 млн. рублей [5]. Результаты серологического исследования сывороток крови на наличие специфических антител и их уровни к указанным вирусам представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Определение антител к вирусам в сыворотке крови крупного рогатого скота

Районы	К-во проб	Количество серопозитивных на диагностическом уровне, %					
		ИРТ	ВД	РСИ	АВ	ПГ-3	ВЛКРС
Иркутский	130	21.5	58.4	32.3	58.4	86.2	5.1
Братский	140	29.0	98.3	26.0	93.6	95.2	4.9
Баяндаевский	34	23.5	88.2	76.4	88.2	50.0	0.2
Боханский	60	0	18.6	0	28.3	73.0	2.6
Осинский	60	78.3	61.6	43.3	90.0	86.6	0
Эхирит-Булагатский	10	10.0	100	0	90.0	100	1.2
Ангарский	43	52.0	23.2	45.0	65.7	27.0	12.2
Аларский	81	5.0	44.4	37.5	55.8	73.3	2.6
Нукутский	40	62.5	27.5	0	85.0	97.5	0.07
Черемховский	268	6.9	18.5	9.4	17.6	78.0	11.2
Заларинский	60	26.6	21.9	3.3	100	100	4.2
Зиминский	60	78.3	61.6	44.1	90.0	86.4	8.3
Куйтунский	75	64.0	96.0	86	94.3	20.0	3.7
Тулунский	94	5.3	56.3	14.9	72.3	85.0	4.8
Н-Удинский	161	7.4	29.2	21.1	3,7	65.8	0.32
Качугский	72	14.6	58.8	2.5	76.2	97.5	0.4
Н-Илимский	25	12.0	28.0	16.0	56.0	88.0	0.09
Усть-Кутский	31	0	77.4	10.0	0	96.7	0.68
Тайшетский	108	2.2	2.7	4.9	2.7	85.5	2.7
Чунский	23	0	36.0	10.0	38.5	73.5	2.7
Усольский	138						8.4

Примечание: ИРТ – инфекционный ринотрахеит; ВД – вирусная диарея; РСИ – респираторно – синцитиальная инфекция; АВ – аденовирусная инфекция; ПГ-3 – парагрипп-3; ВЛКРС – вирус лейкоза крупного рогатого скота.

Эти данные свидетельствуют о том, что в сыворотке крови от большинства исследованных животных разного возраста специфические антитела присутствуют ко всем перечисленным вирусам. Экспериментальные данные считали эпизоотологически значимыми, если антитела к вирусам, за исключением ВЛКРС, регистрировались в разведении сыворотки 1:16 и выше, что указывает на циркуляцию в стаде вирусных агентов, если не проводилась иммунопрофилактика вакцинами. В некоторых хозяйствах области одновременно были выявлены антитела к двум и более возбудителям. По частоте выявления в неблагополучных хозяйствах вирусные инфекции можно расположить в следующем порядке: ПГ-3, ВД, АВ, РСИ, ИРТ, ВЛКРС. По результатам серологического тестирования на предмет выявления специфических антител в сыворотке крови в Республике Удмуртия, эпизоотическая напряженность по вирусным инфекциям крупного рогатого скота (в порядке снижения) распределялась в следующей последовательности: ИРТ, ПГ-3, ВД, РВ, КВ, РСИ [4]. Эпизоотическая ситуация по лейкозу крупного рогатого скота за период 2008-2011 гг. представлена в табл. 3. Лейкоз зарегистрирован в большинстве сельскохозяйственных территорий Иркутской области, наиболее проблемными являются Ангарский, Черемховский, Зиминский и Усольский районы. Анализ причин массовых желудочно-кишечных болезней показывает, что в неблагополучных по лейкозу крупного рогатого скота хозяйствах, как правило, отмечается и повышенный уровень заболеваемости телят желудочно-кишечными болезнями. Установлено, что в сыворотке крови, полученной от крупного рогатого скота разного возраста, специфические антитела на диагностическом уровне присутствуют ко всем исследованным вирусам, что указывает на циркуляции патогенных вирусов в стаде, а также на то, что вирусы могут самостоятельно вызывать желудочно-кишечные инфекции у телят. Эпизоотологический анализ и результаты диагностических исследований показали, что в условиях региона наблюдается высокая подверженность телят раннего постнатального и послемолочного периодов к желудочно-кишечными инфекциям. Согласно данных лабораторной диагностики, этиологическими факторами выступают в основном условно-патогенные эшерихии и высокопатогенные штаммы сальмонелл.

**Выводы.** Данные вирусологических исследований позволяют считать, что возбудители вирусных инфекций, актуальность существования которых в областной эпизоотической обстановке до сих пор не стала предметом пристального внимания ветеринарной службы региона, выступают в роли как пускового механизма для вторичной инфекции, так и как самостоятельные инфекционные агенты при развитии патологии желудочно-кишечного тракта телят.

Таблица 3 – Количество инфицированного ВЛКРС и заболевшего лейкозом крупного рогатого скота по районам Иркутской области (2008-2011 гг.)

Район	2008 г.				2009 г.				2010 г.				2011 г.			
	иссл. РИД	+ РИД	иссл. ГЕМ	+ ГЕМ	иссл. РИД	+ РИД	иссл. ГЕМ	+ ГЕМ	иссл. РИД	+ РИД	иссл. ГЕМ	+ ГЕМ	иссл. РИД	+ РИД	иссл. ГЕМ	+ ГЕМ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ангарский	1029	8	18	2	828	56	17	0	755	37	62	0	894	41	54	54
Балаганский	4333	0	0	0	4129	3	0	0	3844	1	0	0	777	2	0	0
Бодайбинский	0	0	0	0	97	0	0	0	77	0	0	0	101	0	0	0
Братский	11002	561	717	37	11104	190	1104	71	11341	407	373	33	13877	4352	0	0
Жигаловский	2000	1	1	0	2030	2	0	0	1532	0	0	0	2294	5	0	0
Заларинский	10306	679	522	40	10413	654	131	13	9920	298	604	88	1258	387	0	0
Зиминский	8525	632	520	81	9512	232	1150	82	7214	533	352	87	34277	994	613	43
Иркутский	15523	2101	3464	196	13982	890	3914	247	13783	989	3492	131	16317	1495	1143	18
Казаченско-Ленск.	1200	0	0	0	1090	0	0	0	1054	0	0	0	0	0	0	0
Катанский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кацунский	13812	34	4	4	10896	13	0	1	12074	2	12	0	12924	30	0	0
Киренский	2902	0	0	0	1807	0	0	0	1594	0	0	0	4357	4	0	0
Куйтунский	13006	337	654	4	14071	729	1359	16	12867	464	1566	13	10301	277	1263	14
Нижнеилимский	1721	2	0	0	1546	3	1	0	1113	1	0	0	971	0	0	0
Мамско-Чуйский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Нижнеудинский	14726	312	0	12	10500	34	0	0	9920	122	122	0	9590	66	93	5
Ольхонский	3571	2	0	0	5060	0	0	0	5161	0	0	0	0	0	0	0
Слюдянский	0	0	0	0	473	0	0	0	366	0	0	0	422	0	0	0
Тайшетский	7117	329	653	15	8619	595	1144	43	9501	427	1500	16	38774	1830	2901	23
Тулунский	8137	321	118	9	8015	88	823	21	7695	64	28	2	7630	281	7	1
Усольский	17601	1062	4005	45	18161	1301	3509	38	18376	1237	2989	18	35349	1549	4424	42
Усть-Илимский	1785	134	434	9	1503	68	54	4	1494	13	0	0	1229	28	0	0

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Усть-Кутский	612	6	0	0	722	4	0	0	785	28	0	0	210	3	0	0
Усть-Удинский	3000	0	0	0	3679	0	0	0	4576	2	0	0	4435	1	1	0
Черемховский	21208	2129	4000	245	26728	4211	2934	331	21409	2395	1110	151	17385	3028	619	38
Чунский	2868	90	114	9	3096	61	212	8	3094	95	214	6	5247	460	212	0
Шелеховский	929	27	27	3	822	8	8	0	450	0	0	0	464	13	0	0
г. Иркутск	0	0	0	0	303	1	10	0	310	0	0	0	0	0	0	0
Аларский	12287	160	52	2	13350	5	47	0	15646	0	54	0	10529	176	49	49
Баяндаевский	15066	3	0	0	30604	0	0	0	9467	0	0	0	20033	35	1400	0
Боханский	16082	382	0	0	19019	317	0	0	16931	297	73	0	15194	231	49	0
Нукутский	8896	9	0	0	10627	0	0	0	13283	1	19	0	725	2	0	0
Осинский	11784	2	0	0	13504	0	0	0	12945	7	0	0	13910	15	10	10
Эхирит-Булагатск.	20530	94	13	0	26653	230	0	0	25931	318	0	0	15788	389	0	0
Всего по области	251558	9417	15316	713	284087	9695	16420	875	258189	7738	13189	516	256641	8903	9691	266
Уровень инфицированности и заболеваемости, %	3.7		4.6		3.4		5.3		2.9		3.9		3.4		2.3	

Примечания: РИД – реакция диффузии в агар; “+” – положительная реакция; ГЕМ – гематологические исследования.

Список литературы

1. Глотов А.Г. Вирусная диарея – болезнь слизистых оболочек крупного рогатого скота (историческая справка, характеристика возбудителя, особенности эпизоотологии, клиническое проявление и экономическое значение): рекомендации / А.Г. Глотов, Т.И. Глотова, А.В. Нefeldchenko, Ю.Н. Зайцев, В.А. Качанов – Новосибирск: РАСХН СО РАСХН, ГНУ ИЭВСидВ, 2006. – 28 с.
2. Глотов А.Г. Вирусные и ассоциативные вирусно-бактериальные респираторные болезни крупного рогатого скота (особенности эпизоотологии, патогенеза, клинического проявления, патологоанатомических изменений): Методические рекомендации / А.Г. Глотов, Н.А. Шкиль, Т.И. Глотова, А.Н. Сергеев, Е.Б. Никитин, А.В. Нefeldchenko, Н.В. Некрасова, В.А. Гоппе. – Новосибирск: РАСХН, СО РАСХН, ГНУ ИЭВСидВ, 2004. – 28 с.
3. Смирнов Ю.П. Эпизоотология лейкоза в зависимости от эффективности проводимых оздоровительных мероприятий / Ю.П. Смирнов // Матер. науч.-практ. конф. “Проблемы инфекционных и инвазионных болезней в животноводстве на современном этапе”, М., 2007. – С. 166-167.
4. Макаримов А. Специфическая профилактика вирусных заболеваний крупного рогатого скота в Республике Удмуртия / А. Макаримов, Г. Бурдов, В. Сергеев // Ветеринария с/х животных, 2012. – №2. – С.30-34.
5. Тихонов В.Л. Распространение вирусных болезней крупного рогатого скота в Иркутской области/ В.Л. Тихонов, И.Р. Ахмадеева, С.Г. Никифорова, А.М. Аблов, Н.Ф. Дзюба//Матер. междунар. науч.-практ. конф. “Состояние и перспективы обеспечения ветеринарного благополучия Восточной Сибири” (15-16 сентября 2008 г., Чита). – Чита: Книжн.изд-во, 2008. – С. 427-433.
6. Чхенкели В.А. Система мероприятий по лечению и профилактике желудочно-кишечных заболеваний телят в Иркутской области: Методические рекомендации/ В.А. Чхенкели, Н.А. Шкиль, В.Л. Тихонов – Иркутск: РАСХН, ГНУ СРО; Иркутский филиал ГНУ ИЭВСидВ Россельхозакадемии, 2010.– 62 с.
7. Van Leewen J.A. Seroprevalence of infection with Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis, bovine leukemia virus, and bovine viral diarrhea virus in Maritime Canada dairy cattle / J.A. Van Leewen, G.P. Keefe, R. Treblay, C. Power, J. Wichtel // Can. Vet. J. – 2001. – Vol. 42. – P. 193-198.

References

1. Glotov A.G., Glotova T.I., Nefedchenko A.V., Zaytsev U.N., Kachanov V.A. *Virusnaya diareya – bolezni' slizistykh obolochek krupnogo rogatogo skota (istoricheskaya spravka, kharakteristika vozbuditelya, osobenosti epizootologii, klinicheskoye proyavleniye I ekonomicheskoye znacheniye)* [Viral diarrhea – disorders of mucous membrane of cattle (background information, agent description, epizootological properties, clinical aspects and economic value)]. Novosibirsk, 2006, p. 28.
2. Glotov A.G., Shkil' N.A., Glotova T.I., Sergeev A.N., Nikitin E.B., Nefedchenko A.V., Nekrasova N.V., Goppe V.A. *Virusniye i assotsiativniye virusno-bakterial'niye respiratorniye bolezni krupnogo rogatogo skota (osobenosti epizootologii, patogeneza, klinicheskogo proyavleniya, patologoanatomicheskikh izmenenii)* [Virus and associative viral and bacterial respiratory diseases of cattle (epizootological properties, pathogenesis, clinical aspects, pathologicoanatomic changes)]. Novosibirsk, 2004, p. 28.
3. Smirnov U.P. *Epizootologiya leykoza v zavisimosti ot effektivnosti provodimykh ozdorovitelnykh meropriyatii* [Leucosis epizootology depending on the efficiency of sanitary measures]. Moscow, 2007, pp. 166-167.
4. Makarimov A, Burdov G., Sergeev V. *Spetsyficheskaya profilaktika virusnykh zabolevaniy krupnogo rogatogo skota v respublike Udmurtiya* [Specific prevention measures against virus diseases of cattle in the Republic of Udmurtia]. [Veterinary of agricultural animals]. 2012, pp. 30-32.

5. Tikhonov V.L., Ahmadeeva I.R., Nikiforova S.G., Ablov A.M., Dzyuba N.F. *Rasprostraneniye virusnykh bolezney krupnogo rogatogo skota v Irkutskoy oblasti* [Cattle virus disease spread in the Irkutsk region]. Chita, 2008, pp. 427-433.

6. Chkhenkeli V.A., Shkil' N.A., Tikhonov V.L. *Sistema meropriyatii po lecheniyu i profilaktike zheludochno-kishechnykh zabolevaniy telyat v Irkutskoy oblasti* [System of measures on treatment and prevention of gastrointestinal diseases of calves in the Irkutsk region]. Irkutsk, 2010, p. 62.

7. Van Leewen J.A., Keefe G.P., Treblay R., Power C., Wichtel J.J. *Seroprevalence of infection with Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis, bovine leukemia virus, and bovine viral diarrhea virus in Maritime Canada dairy cattle*. Can. Vet. J., 2001, vol. 42, pp. 193-198.

**Сведения об авторах:**

**Чхенкели Вера Александровна** – доктор биологических наук, зав. лабораторией. Иркутский филиал Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Россельхозакадемии (664005, Россия, г. Иркутск, ул. Боткина, 4, тел.(3952)387798, e-mail: chkhenkeli@rambler.ru).

**Тихонов Валерий Лаврентьевич** – кандидат ветеринарных наук, директор. Иркутский филиал Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Россельхозакадемии (664005, Россия, г. Иркутск, ул. Боткина, 4, тел.(3952)394913, e-mail: nivstvl@rambler.ru).

**Глушенкова Татьяна Владимировна** – младший научный сотрудник. Иркутский филиал Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Россельхозакадемии (664005, Россия, г. Иркутск, ул. Боткина, 4, тел.(3952)387798, e-mail: chkhenkeli@rambler.ru).

**Мельцов Иван Владимирович** – кандидат ветеринарных наук, зав. руководителя. Служба ветеринарии Иркутской области (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Красноказачья, 10, тел.(3952)206972, e-mail: Meltsov@vet.irkutsk.ru).

**Information about the authors:**

**Chkhenkeli Vera A.** – doctor of biological sciences, head of laboratory. Irkutsk filiation “Institute of Experimental Veterinary of Siberia and Far East” Russian Academy of Agriculture (4, Botkin str., Irkutsk, Russia, 664005, tel. (3952)387798, e-mail: chkhenkeli@rambler.ru).

**Tikhonov Valery L.** – candidate of veterinary sciences, director. Irkutsk filiation “Institute of Experimental Veterinary of Siberia and Far East” Russian Academy of Agriculture (4, Botkin str., Irkutsk, Russia, 664005, tel. 3952)394913, e-mail: nivstvl@rambler.ru).

**Glushenkova Tatiana V.** – junior researcher. Irkutsk filiation “Institute of Experimental Veterinary of Siberia and Far East” Russian Academy of Agriculture (4, Botkin str., Irkutsk, Russia, 664005, tel. (3952)387798, e-mail: chkhenkeli@rambler.ru).

**Meltsov Ivan V.** – candidate of veterinary sciences, deputy head. Service of Veterinary of Irkutsk region (10, Krasnokazachiya, Irkutsk, Russia, 664007, tel. (3952)206972, e-mail: Meltsov@vet.irkutsk.ru).

**МЕХАНИЗАЦИЯ. ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ**

УДК 621.311.22

**ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СЛЮДЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА  
ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

**С.И. Бондаренко, Г.В. Лукина, Е.В. Самаркина**

Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия  
Энергетический факультет

Вопрос о загрязнении водных бассейнов промышленными сточными водами стоит чрезвычайно остро. Применяемые в настоящее время методы очистки сточных вод часто являются дорогостоящими и малоэффективными. В то же время разработка и применение безотходных, бессточных технологий почти не практикуется. Отсюда следует, что существующая стратегия проведения природоохранных мероприятий на действующих энергоустановках не базируется на комплексном подходе и не оправдана ни в экологическом, ни в экономическом отношении. В статье авторы предлагают возможность очистки сточных промышленных вод с помощью сорбционного извлечения металлов с использованием в качестве сорбентов нетрадиционных слюдоподобных материалов, полученных на основе специальной модификации термобарохимическим методом мелкогабаритных некондиционных слюд флогопита и мусковита – местного минерального сырья.

*Ключевые слова:* очистка воды, термобарохимическим метод, сорбционный метод, сорбент, слюда, адсорбция.

UDC 621.311.22

**USE OF MICA WASTES FOR WATER CLEANING AT THE OBJECTS OF THERMAL  
ENGINEERING**

**Bondarenko S.I., Lukina G.V., Samarkina E.V.**

Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia  
Energy Faculty

The issue of water basin pollution by industrial sewage is extremely acute. The methods for sewage cleaning used at the moment are considered to be expensive and inefficient. At the same time development and application of non-waste, undrained technologies do not practice. It means that the current strategy of nature protection measures for energy installations does not base on the complex approach and is exculpated neither in ecological, nor economical aspects. The paper proposes the possibility of industrial sewage cleaning within sorbate extraction of metals with the use of sorbents as nontraditional, mica-like materials obtained on the basis of special modification by thermobarochemical method of small-size nonconforming mica of phlogopite and мусковита – local mineral raw material.

*Key words:* water cleaning, thermobarochemical method, sorbate method, sorbent, mica, absorption.

Процессы подготовки воды имеют важное значение для обеспечения надежной и экономичной эксплуатации тепловых электростанций. Рост удельных тепловых нагрузок требует жесткого ограничения допустимой величины отложений на поверхностях теплообмена.

Для уменьшения отложений необходимо свести к минимуму количество примесей, поступающих в пароводяной тракт электростанции. Однако

большинство используемых в настоящее время способов очистки воды имеют существенный недостаток – образование большого количества сточных вод [1]. Имеется достаточно много разработанных способов очистки воды от примесей, но большинство из них требуют значительных капитальных затрат. В условиях дефицита финансовых средств, для эффективной очистки воды особое значение приобретают способы и методы, обладающие как достаточной простотой и эффективностью, так и достаточной экономичностью.

**Цель** – рассмотреть один из перспективных методов является сорбционный метод очистки воды. Данная технология предполагает использование универсальных сорбентов, обладающих сравнительно невысокой стоимостью, изготовленных при помощи специальной переработки местного техногенного минерального сырья Восточной Сибири, а именно слюды, в значительных количествах находящейся в отвалах.

**Актуальность** создания эффективных технологий переработки мелкофракционных некондиционных слюд определяется тем, что значительные количества (около 80000 тонн) некондиционных слюд находятся в отвалах и в настоящее время лишь на 20% перерабатываются для различных направлений народного хозяйства региона [3]. Большая же часть отходов накапливается в местах санкционированного хранения и требует поисков методов утилизации. Длительное хранение такого рода отходов недопустимо ввиду повышенной токсичности складываемых отвальных продуктов, негативного влияния на верхние водоносные горизонты подземных вод в результате просачивания некоторых микроэлементов через неплотности смотровых скважин промышленных полигонов. Поэтому утилизация отходов горно-обогатительной отрасли на современном этапе является весьма важной экологической задачей для региона Восточной Сибири.

Как уже говорилось, в производственных процессах тепловых электростанций на различных этапах эксплуатации оборудования образуются загрязненные сточные воды, состоящие из различных по количеству и качеству потоков [2]. Составы всех этих стоков и их количества весьма различны. Они определяются типом ТЭС и установленного на ней оборудования, ее мощностью, видом используемого топлива, составом исходной воды, принятой технологией водообработки и другими обстоятельствами.

При разработке технологий по обезвреживанию сточных вод необходимо учитывать, что в конечном итоге очищенные сточные воды в определенном объеме будут сброшены в поверхностные водоемы. И если они не будут очищены качественно, то это повлечет за собой загрязнение водоема [6].

Создание ТЭС, не загрязняющих природные водоемы, возможно двумя путями: глубокой очисткой всех стоков до ПДК или организацией систем повторного использования стоков. Второй путь является экологически оправданным, но, зачастую, реально - частичные сбросы в водоемы остаются.

Вопрос о загрязнении водных бассейнов сточными водами стоит чрезвычайно остро. Применяемые сейчас методы очистки сточных вод часто являются дорогостоящими и не всегда высокоэффективными. Особенно это относится к очистке сильно загрязненных вод. В то же время разработка и

применение безотходных, бессточных технологий почти не практикуется. Отсюда следует, что существующая стратегия проведения природоохранных мероприятий на действующих энергоустановках не базируется на комплексном подходе и не оправдана ни в экологическом, ни в экономическом отношении.

Сточные воды, сбрасываемые станциями, содержат разнообразные химические соединения, токсичные для обитателей водной среды. Это и соединения мышьяка, свинца, кадмия, ртути, хрома, меди, фтора. Тяжелые металлы поглощаются фитопланктоном, а затем передаются по пищевой цепи более высокоорганизованным организмам. Известно, что тяжелые металлы, выполняя специфическую роль в живом организме и не подчиняются нормальному распределению, в результате чего в организме существует тенденция неограниченно накапливать второстепенные элементы – тяжелые металлы. Содержание второстепенных элементов определяется внешними по отношению к организму процессами, в результате чего организм будет накапливать токсичные элементы пропорционально их содержанию во внешней среде. Тяжелые металлы попадают со сточными водами в водоемы, оказывая негативное воздействие на животный и растительный мир, и представляют большую угрозу здоровью человека. Среди тяжелых цветных металлов цинк менее токсичен, чем свинец или медь. Но более высокий уровень его потребления и низкая степень рециркуляции приводят к тому, что общий ущерб от воздействия цинка может быть более высоким, чем от других, более токсичных металлов. Вот почему было принято решение вначале исследовать процесс поглощения слюдоподобным сорбентом тяжелых металлов из сточных вод ТЭС [5].

Доказана возможность сорбционного извлечения металлов с использованием в качестве сорбентов нетрадиционных слюдоподобных материалов, полученных на основе специальной модификации термобарохимическим методом мелкогабаритных некондиционных слюд флогопита и мусковита – местного минерального сырья. С применением комплекса физико-химических методов исследований изучены структура сорбента и основные параметры процесса сорбции металлов. В результате исследований процесса сорбции металлов установлено, что слюдоподобный сорбент обладает высокими сорбционными свойствами по отношению к ионам металлов. Установлено, что механизм сорбции носит, преимущественно, ионообменный характер.

Изучение процессов сорбционного извлечения металлов проводили с использованием в качестве сорбентов нетрадиционных слюдоподобных материалов, полученных на основе специальной модификации термобарохимическим методом мелкогабаритных некондиционных слюд флогопита (СМм) и мусковита (СМф) – местного минерального сырья [3].

Оценка сорбционной способности цветных и тяжелых металлов проводилась с помощью изотерм сорбции на примере соединений цинка, свинца и меди, достаточно часто присутствующих в сточных водах (рис. 1). Изотермы адсорбции меди, цинка и свинца принадлежат к лэнгмюровскому типу. Эти изотермы обратимы и имеют небольшую гистерезисную петлю.

Анализ изотерм сорбции на слюдоподобном сорбенте СМ и результаты проведенных исследований позволили рассчитать константы  $k$  и  $n$  уравнения Фрейндлиха. В результате расчета были получены следующие результаты: для свинца  $k = 14.25$ ,  $n = 3$ ; для цинка  $k = 4$ ,  $n = 2.8$ ; для меди  $k = 2.2$ ,  $n = 1.3$ . Значения констант  $k$  и  $n$  позволяют сравнить сорбционную активность сорбента по отношению к ионам металлов. Видно, что сорбционная способность сорбента СМ по отношению к ионам цинка (II) выше, чем к ионам меди (II), а сорбционная способность СМ по отношению к ионам свинца самая большая.

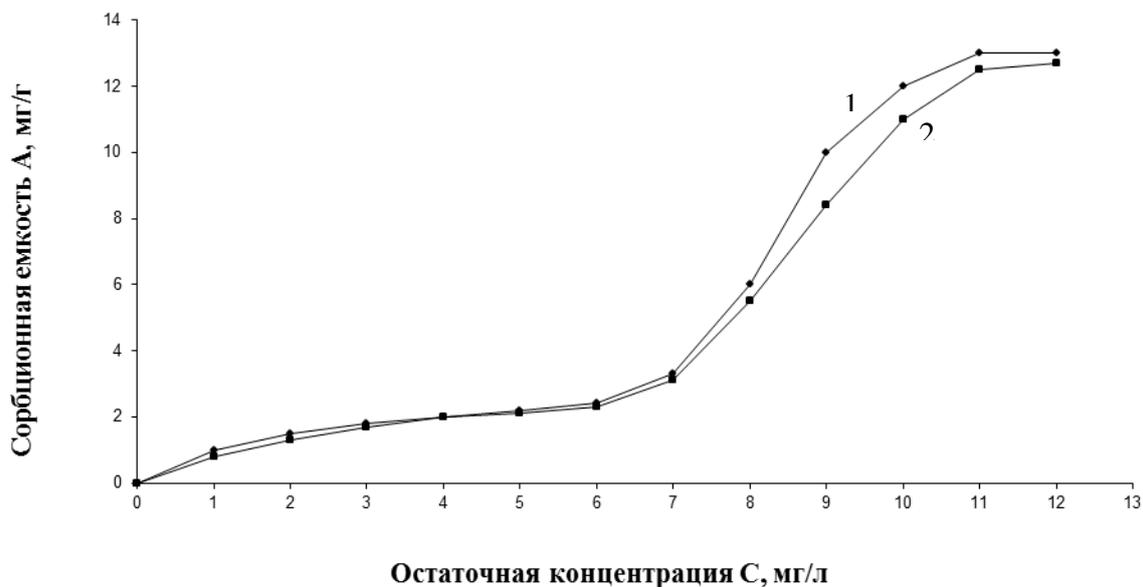


Рисунок 1 - Изотерма сорбции ионов свинца: 1 – на СМм, 2 – на СМф.

Анализ изотерм сорбции на слюдоподобном сорбенте СМ и результаты проведенных исследований позволили рассчитать константы  $k$  и  $n$  уравнения Фрейндлиха. В результате расчета были получены следующие результаты: для свинца  $k = 14.25$ ,  $n = 3$ ; для цинка  $k = 4$ ,  $n = 2.8$ ; для меди  $k = 2.2$ ,  $n = 1.3$ . Значения констант  $k$  и  $n$  позволяют сравнить сорбционную активность сорбента по отношению к ионам металлов. Видно, что сорбционная способность сорбента СМ по отношению к ионам цинка (II) выше, чем к ионам меди (II), а сорбционная способность СМ по отношению к ионам свинца самая большая.

Исследование процесса сорбции ионов металлов производилось статическим методом. Общая скорость сорбции, как и любого гетерогенного процесса, зависит от скорости внешнего и внутреннего массообмена. Разграничение лимитирующих стадий и установление зависимостей между границей перехода и степенью турбулизации потока оценивает кинетические свойства различных сорбентов. Проведение сорбции из растворов при высокой турбулентности системы вызывает существенное ускорение процесса массообмена.

Кинетические зависимости были построены для СМ с целью сравнения сорбционной активности указанных слюдоподобных материалов по отношению к ионам тяжелых металлов при различных концентрациях 20-40 мг/л (рис. 2).

Результаты эксперимента показали, что скорость сорбции практически не

зависит от концентрации и что процесс состоит из двух основных периодов: скорого, который носит внешнедиффузионный характер и продолжается первые 10-15 минут, при котором реализуется до 70% емкости, и замедленного, который длится около 30 мин. Крутой подъем кинетических кривых в начальной области подтверждает, что слюдоподобный сорбент обладает высокой избирательностью к загрязнителям (медь, цинк и свинец).

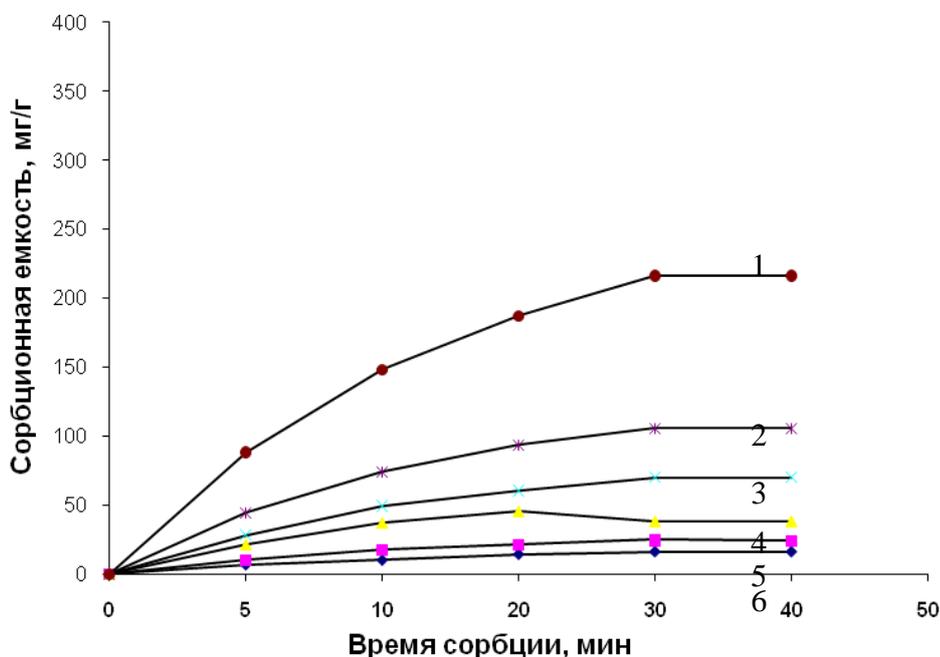


Рисунок 2 - Кинетические кривые сорбции меди на сорбенте CM: 1 – 0,025 г; 2 – 0,05 г; 3 – 0,075 г; 4 – 0,1 г; 5 – 0,2 г; 6 – 0,3 г;  $c=24$  мг/л.

Анализ кинетических кривых сорбции на слюдоподобном сорбенте и результаты проведенных исследований позволили рассчитать константы скорости по уравнению скорости реакции первого порядка:  $k$  свинца = 0.89,  $k$  цинка = 0.86,  $k$  меди = 0.64.

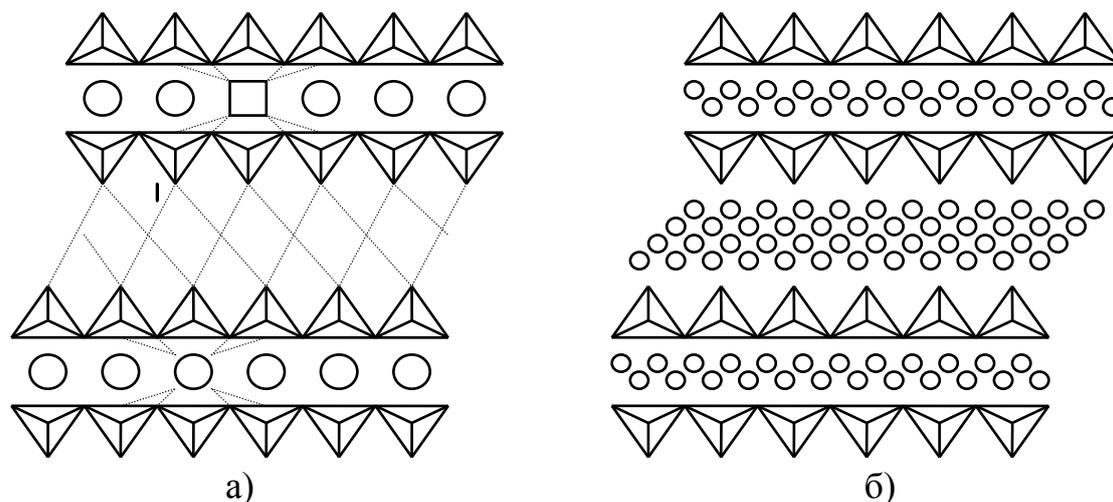


Рисунок 3 - Различие в составе и строении обычной слюды (а) и слюдоподобного материала (б).

Специфика свойств слюдоподобных материалов обусловлена тем, что в слюдах, из которых его получают, на атомном уровне изъяты элементы – магний, железо, алюминий, литий, калий, рубидий, цезий и другие, находящиеся в пакетах между структурными сетками гексагональной связи кремнекислородных тетраэдров (рис. 3). Черными точками показаны области, в которых ионы калия, магния и других элементов замещены водородом.

На рис.4 приведены результаты, полученные из адсорбционных ветвей изотермы сорбции. По этим рисункам можно судить о диаметрах пор в сорбенте, об объемах, занимаемых каждым размером пор и поверхностной площади для каждой из них [4]. Из рисунка видно, что в основном структура слюдоподобного материала представлена мезопорами с размерами от 50 до 180 А. По расчетным данным средний диаметр пор слюдоподобного материала составил 162.1883 А.

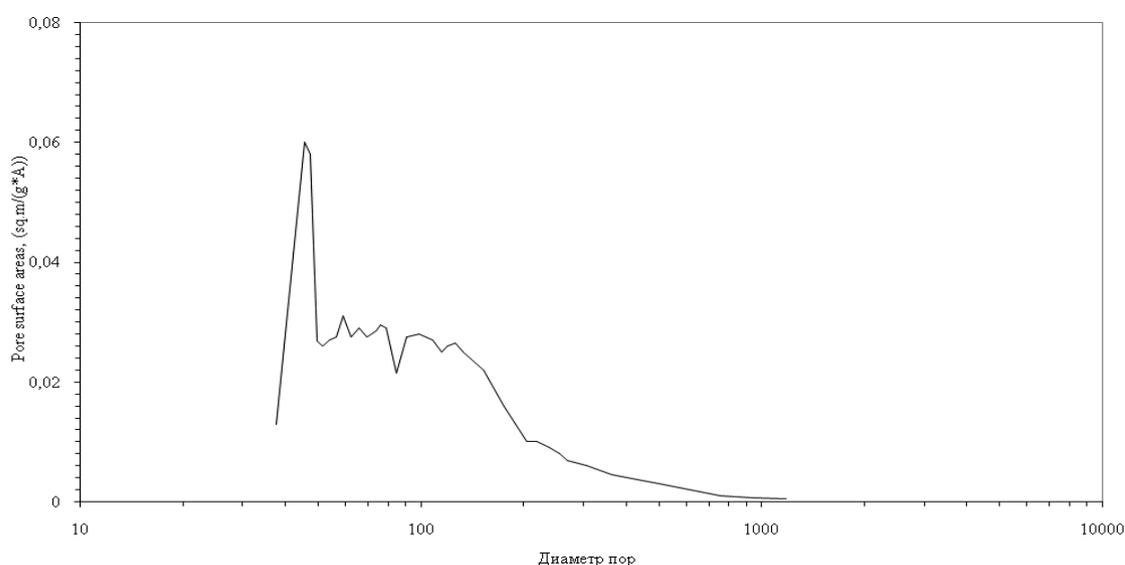


Рисунок 4 - Распределение диаметров пор слюдоподобного материала по поверхности.

Распределение объема пор по размерам указывает на существование двух максимумов – при 5 и 17нм. Появление второго максимума отражает тот факт, что зерна сорбента образованы агломератами первичных сополимерных частиц, промежутки между которыми образуют систему относительно широких мезопор. Таким образом, слюдоподобный материал является, преимущественно, мезопористым адсорбентом с относительно небольшим содержанием микропор и с системой более широких мезопор, через которые осуществляется доступ молекул из раствора к основному адсорбционному пространству.

**Выводы.** 1. В результате термобарохимической обработки слюды происходит формирование более упорядоченной структуры с большей площадью поверхности и переходной пористостью.

2. Анализ физико-химических свойств и структуры слюдоподобного материала позволяет предположить возможность использования его в качестве сорбента для очистки сточных вод ТЭС, а так же для умягчения воды теплоэнергетических предприятий.

3. Данная технология позволит, в определенной степени, утилизировать

отходы мелкоразмерных некондиционных слюдов, в значительных количествах находящихся в отвалах.

#### Список литературы

1. Жуков А.И. Методы очистки промышленных сточных вод / А.И. Жуков, К.Л. Монгайт, И.Л. Радзиллер. – М.: Стройиздат, 1996. – С. 204.
2. Николадзе Г.И. Очистка природных и сточных вод / Г.И. Николадзе, В.С. Алексеев – М.: Высшая школа, 1994. – С. 316.
3. Самаркина Е.В. К вопросу о прикладной комплексной оценке состояния водных экосистем / Е.В. Самаркина, Е.А. Руднева // Сб. докл. молодежн. научн. конф. “Гидроминеральные ресурсы Восточной Сибири”. – Иркутск, 1999. – С. 28.
4. Тарасевич Ю.И. Исследование сорбции метиленового голубого на слоистых силикатах / Ю.И. Тарасевич // Укр. хим. журн., 1999.- № 5. - С.142
5. Hao Y. Uptake of metal ions by nonliving biomass derived from sphagnum mass and water hyacinth roots / Y. Hao, A. Roach, G. Ramelow // J. Environ. Sci. and Health.A., 1993, - № 10 - P. 23.
6. Samarkina E.V. Prospect for utilization of technogenous mica deposit wastes in the Irkutsk region / E.V. Samarkina, S.B. Leonov, Rush E.A. // J. Recyklace odpdii, Ostrava, 1998. - №2. - P. 121-131.

#### References

1. Zhukov A.I., Mongajit K.L., Radziller I.L. *Metody ochistki promyshlennyh stochnyh vod* [Methods of industrial sewage cleaning]. Moscow, 1996, pp. 204.
2. Nikoladze G.I., Alekseev V.S. *Ochistka prirodnyh i stochnyh vod* [Cleaning of natural and sewage wastes]. Moscow, 1994, pp. 316.
3. Samarkina E.V., Rudneva E.A. *K voprosu o prikladnoj kompleksnoj ocenke sostojaniya vodnyh jekosistem* [To the question of applied complex assessment of the state of water ecosystem]. Irkutsk, 1999, p. 28.
4. Tarasevich Ju.I. *Issledovanie sorbcii metilenovogo golubogo na sloistyh silikatah* [Research on sorption of methylene blue on flaky silicate]. Ukr. Him. Zhurn. [Ukrainian chemical journal]. 1999, no.5, p.142.
5. Hao Y., Roach A., Ramelow G. *Uptake of metal ions by nonliving biomass derived from sphagnum mass and water hyacinth roots*. J. Environ. Sci. and Health.A., 1993, no. 10, pp. 23.
6. Samarkina E.V., Leonov S.B., Rush E.A. *Prospect for utilization of technogenous mica deposit wastes in the Irkutsk region*. J. Recyklace odpdii, Ostrava, 1998, no.2, pp.121-131.

#### Сведения об авторах:

**Лукина Галина Владимировна** – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики энергетического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89501104960, e-mail: LukinaGV@yandex.ru).

**Бондаренко Светлана Иосифовна** – доцент кафедры электроснабжения и электротехники энергетического факультета. Иркутский государственный технический университет (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83, тел. 89086629140, e-mail: info@istu.edu).

**Самаркина Екатерина Владимировна** – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и электротехники энергетического факультета. Иркутский государственный технический университет (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83, тел. 8(3952)405100, e-mail: I\_enslavement@mail.ru).

#### Information about the authors:

**Lukina Galina V.** – candidate of technical sciences, assistant professor, department of electricity supply and heat energetics, energy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89501104960, e-mail:

LukinaGV@yandex.ru).

**Bondarenko Svetlana I.** – assistant professor, department of electricity supply and electricity equipments, energy faculty. Irkutsk State Technical University (83, Lermontov Street, Irkutsk, Russia, 664074, tel. 89086629140, e-mail: info@istu.edu).

**Samarkina Ekaterina V.** – candidate of technical sciences, assistant professor, department of electricity supply and electricity equipments, energy faculty. Irkutsk State Technical University (83, Lermontov Street, Irkutsk, Russia, 664074, tel. 8(3952)405100, e-mail: I\_enslavement@mail.ru).

УДК 629.114.2.004.54

## РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ МОЩНОСТИ

С.Г. Бородин, С.В. Хабардин, В.Н. Хабардин, М.В. Чубарева

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия  
Инженерный факультет

В статье представлены результаты анализа методов испытаний тракторных двигателей при определении их эффективной мощности. Во внимание приняты методы: тормозной, бестормозной проф. Н.С. Ждановского, парциальный, дифференциальный и бестормозной динамический метод. Установлено, что обобщающий показатель качества методов в литературных данных отсутствует. Поэтому для анализа приняты частные показатели, к которым относятся: погрешность, трудоемкость, коэффициент универсальности и стоимость капиталовложений. В завершение представлено изменение этих показателей в процессе совершенствования методов. Отмечено, что информация по определению мощности двигателей противоречива и не позволяет выбрать лучший метод для конкретных условий его применения.

*Ключевые слова:* мощность, двигатель, испытание, метод, анализ.

UDC 629.114.2.004.54

## ANALYSIS RESULTS OF THE METHODS OF TRACTOR ENGINE TESTING BY THEIR POWER ESTIMATION

Borodin S.G., Khabardin S.V., Khabardin V.N., Chubareva M.V.

Irkutsk State Academy of Agriculture, Irkutsk, Russia  
Engineering Faculty

The paper presents the results of the analysis of the methods of tractor engine testing by their power effectiveness estimation. The following methods are taken into consideration: brake, non-brake of prof. N.S. Zhdanovsky, partial, differential and non-brake dynamic method. It is established that the general indicator of the methods' quality is analyzed in the literature. Therefore, the private indicators are taken for the analysis. They are uncertainty, complexity, and universality of the coefficient value of investments. To conclude, there has been shown the variation of these parameters in the process of methods' improvement. It has been noted that the data on the engine power estimation is inconsistent and does not allow to choose the best method for the specific conditions of use.

*Key words:* power, engine, testing, method, analysis.

**Цель исследований** – определение трудоемкости методов испытаний тракторных двигателей по эффективной мощности.

Прежде чем приступить к изложению материала, сделаем некоторые

пояснения относительно метода, поскольку в научно-технической литературе, как и в практике научных исследований, часто имеет место подмена понятий метода и способа.

**Методы исследований.** В общем понимании метод и способ имеют следующие определения.

*Метод* – форма осуществления способа [5].

*Способ* – это процесс выполнения взаимосвязанных действий над материальным объектом и с помощью материальных объектов [5].

Применительно к предмету нашего исследования метод испытания двигателя или трактора при определении их мощности – это выполнение в определенной последовательности совокупности операций по двигателю или трактору с использованием технических средств для определения мощности.

Средства для определения мощности – это средства технического диагностирования (нагрузочные устройства, контрольно-измерительные приборы и т. д.), которые входят в состав средств технического обслуживания машин [3, 4] и представляют собой совокупность технических средств, с помощью которых осуществляют определение мощности.

**Результаты и их обсуждение.** Итак, основные известные в практике методы испытаний при определении эффективной мощности тракторных двигателей найдены. К ним относятся методы: тормозной, бестормозной проф. Н.С. Ждановского, парциальный, дифференциальный и бестормозной динамический метод СибИМЭ. Поиск литературных данных на этом этапе завершен. Предварительный анализ полученной информации, в частности по методам испытаний двигателя, показывает следующее.

Из найденных сведений весьма затруднительно определить обобщающий показатель качества каждого метода, поскольку они имеют ограниченную информативность. Так, в литературе отсутствуют в полном объеме данные по погрешности измерений мощности: они представлены только в виде относительной погрешности измерений этого параметра. Почти нет данных по трудоемкости. Из просмотренных практических руководств по диагностированию тракторов, технологических рекомендаций и карт только в двух источниках [7, 8] найдена трудоемкость определения мощности двигателя. По бестормозному методу с применением прибора ИМД-ЦМ она составляет 0.5 чел.-ч [7], по парциальному с использованием КИ-5472-ГОСНИТИ – 0.04 чел.-ч [8]. Этих данных явно недостаточно для того, чтобы можно было сравнить методы испытаний двигателя, например по трудозатратам. В литературе также не найдены экономические показатели методов.

Для получения более полных сведений в дальнейшем были сформированы технико-экономические показатели (ТЭП) практической реализации методов (табл.). Для этого на основе изучения литературных источников каждому методу был присвоен год начала его промышленного освоения. Затем были определены следующие данные.

Данные по погрешности методов ( $\Pi$ , %) найдены в литературных источниках.

Трудоемкость ( $T$ , чел.-ч) определена экспериментально при проведении

лабораторных работ со студентами, обучающимися на инженерном факультете ФГБОУ ВПО “ИрГСХА”. Она была найдена на примере определения мощности двигателей тракторов МТЗ-80 и ДТ-75М (без учета времени на прогрев двигателя). Этот эксперимент был выполнен в идентичных условиях реализации каждого метода. Мощность определялась с трехкратной повторностью. Объем наблюдений по каждому методу составил 40 единиц, погрешность определения среднего значения (математического ожидания) измеряемого параметра – не более 5% при доверительной вероятности 0.95. Обработка экспериментальных данных была выполнена на компьютере с применением системы программного обеспечения анализа данных ”Statistica”.

Таблица – Техничко-экономические показатели (ТЭП) методов определения мощности двигателя

ТЭП	Годы начала промышленного освоения методов				
	Методы определения мощности				
	1930	1940	1950	1960	1970
	Т	БЖ	П	Д	БД
<i>П</i> , %	3.0	6.0	3.5	3.5	5.0
<i>T</i> , чел.-ч	Данные не найдены	0.8	1.1	1.2	0.5
<i>K<sub>vi</sub></i>	0.2	0.4	0.6	0.9	1.0
<i>C<sub>ki</sub></i> , тыс. руб.	2600	33.6	53.5	53.5	70.0

*Примечание* – Методы определения мощности: *T* – тормозной; *БЖ* – безтормозной проф. Н. С. Ждановского; *П* – парциальный; *Д* – дифференциальный; *БД* – бестормозной динамический (СибИМЭ)

Коэффициент универсальности метода  $K_{vi}$  – по формуле:

$$K_{vi} = \frac{N_{ki}}{N_c}, \tag{1}$$

где  $N_{ki}$  – число марок машин, контроль мощности двигателей которых возможен с применением *i*-метода;  $N_c$  – суммарное число марок машин.

Стоимость капиталовложений  $C_{ki}$  в реализацию каждого *i*-метода:

$$C_{ki} = \sum_{j=1}^n C_{ij}, \tag{2}$$

где  $\sum_{j=1}^n C_{ij}$  - суммарная стоимость *j*-средств (приборов и оборудования, в том числе - приборов для измерения расхода топлива) для практического осуществления *i*-метода определения мощности. Для этого была найдена стоимость современных средств определения мощности. В качестве источников принята рекламная информация, имеющаяся в сети Интернет. По этим данным была вычислена в соответствии с формулой (2) стоимость капиталовложений для реализации каждого метода.

Техничко-экономические показатели практической реализации методов испытаний двигателя (табл.) проиллюстрированы графически на рис. 1 и 2.

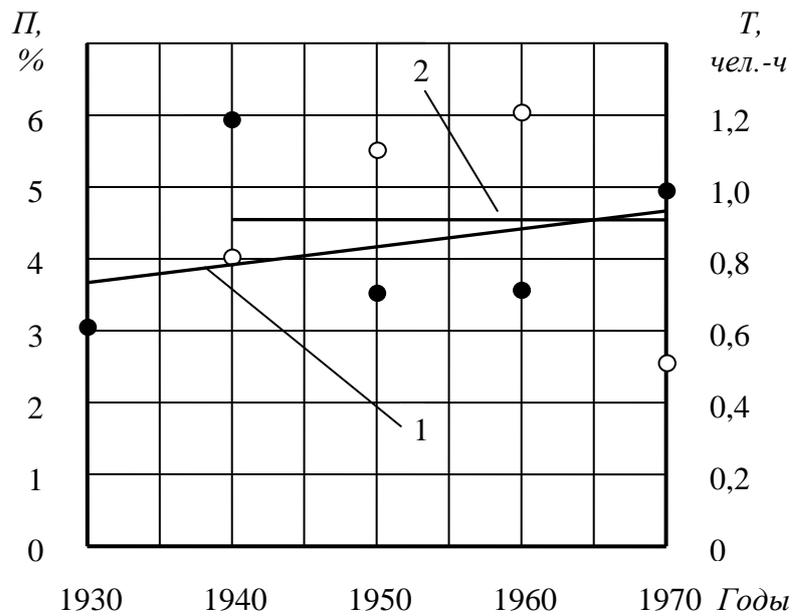


Рисунок 1 – Изменение погрешности 1 (●) и трудоемкости 2 (○) определения мощности двигателя в процессе совершенствования методов.

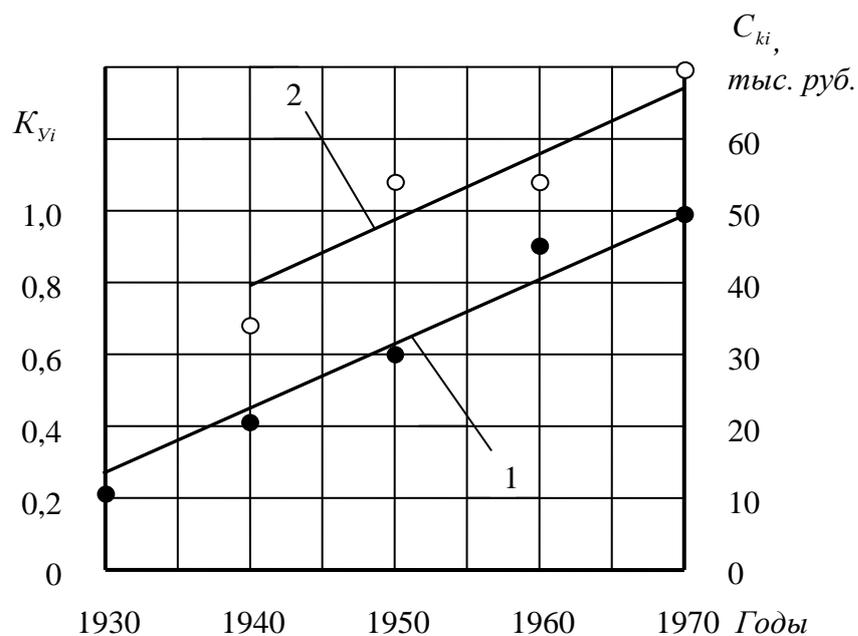


Рисунок 2 – Изменение коэффициента универсальности 1 (●) метода определения мощности и стоимости капиталовложений 2 (○) в его реализацию в процессе совершенствования.

В завершение вся полученная информация (табл. 1, рис. 1 и 2) была обобщена и проанализирована. При этом получены следующие результаты.

1. В нашей стране наибольшее развитие получили методы определения мощности двигателя, к которым относятся бестормозной метод проф. Н. С. Ждановского, парциальный и дифференциальный, а также бестормозной или динамический метод СибИМЭ. В процессе их совершенствования такие показатели, как погрешность и трудоемкость определения мощности двигателя, практически остались на одном и том же уровне. Стоимость капиталовложений

в освоение методов увеличилась почти в 2 раза за счет применения электронных приборов типа ИМД-Ц, что позволило повысить универсальность методов в 3 раза.

Наряду с этим методы испытания трактора почти не развивались. Создан всего один такой метод – тормозной, который обладает большей информативностью (позволяет определять техническое состояние трактора в целом, а также двигателя и других его составных частей) в сравнении с методами испытаний двигателя, но отличается сложностью практической реализации, высокой стоимостью и может быть пригоден только для испытания колесных тракторов.

2. Определение мощности и расхода топлива осуществляется только в условиях рабочего режима – с полной цикловой подачей топлива, что соответствует требованиям ГОСТ 18509-88 [1]. В таком режиме двигатель более чувствителен к неисправностям, нарушениям регулировок и отклонениям в протекании рабочего процесса [2]. В основу определения мощности положен энергетический метод диагностирования, который базируется на оценке состояния объектов путем измерения вырабатываемой, передаваемой или потребляемой ими энергии [6].

4. Каждый метод имеет свои достоинства и недостатки.

Наиболее точный и в то же время самый дорогой – тормозной метод.

Наиболее простой и доступный как в смысле практической реализации, так и по стоимости – бестормозной метод проф. Н. С. Ждановского, но он применим только для 4-цилиндровых двигателей.

Парциальный и дифференциальный методы по точности мало уступают тормозному методу, но при их реализации требуются дополнительные средства загрузки двигателя, что приводит к необходимости выполнения сложных промежуточных вычислений, а также увеличивает объем работ по испытанию и, как следствие, – стоимость методов.

Наиболее универсальный – бестормозной или динамический метод СиБИМЭ, однако его точность зависит от многих факторов.

5. В целом, информация о методах определения мощности двигателей противоречива и не позволяет выбрать лучший метод для конкретных условий его применения.

**Выводы.** 1. Информация из литературных источников по определению мощности двигателей противоречива и не позволяет выбрать лучший метод для конкретных условий его применения.

2. Полученные результаты обобщения информации, как и результаты ее анализа, следует учитывать при совершенствовании и создании новых методов и средств определения мощности двигателей.

#### Список литературы

1. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – Взамен ГОСТ 18509-80; введ. 1990-01-11. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 128 с.
2. Ждановский Н.С. Диагностика автотракторных двигателей / Н.С. Ждановский, В.А. Аллилуев, А.В. Николаенко, Б.А. Улитовский. - Л.: Колос, 1981. - 2-е изд., перераб. и доп. - 295 с.

3. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / ред. совет: В.С. Авдугевский. – М.: Машиностроение, 1986. – Т. 1: Методология. Организация. Терминология / под ред. А.И. Рембезы. – 224 с.
4. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / ред. совет: В.С. Авдугевский. – М.: Машиностроение, 1987. – Т. 9: Техническая диагностика / под общ. ред. В. В. Клюева, П. П. Пархоменко. – 352 с.
5. Ожегов С.И. Словарь русского языка: 70000 слов / С. И. Ожегов – М. : Рус. яз., 1989. - 21-е изд., перераб. и доп. – 924 с.
6. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учеб. пособие для вузов / В.И. Черноиванов. – М.: ГОСНИТИ; Челябинск: ЧГАУ, 2003. – 992 с.
7. Технологические карты по диагностированию и прогнозированию остаточного ресурса сельскохозяйственных машин. – Новосибирск: ЦЭРИС, 2000. – 166 с.
8. Технологические рекомендации по организации диагностирования тракторов / под ред. С.И. Костенко. – М.: ГОСНИТИ, 1980. – 136 с.

### References

1. GOST 18509-88. *Diesel engines tractor and kombaynovy. Methods of bench tests*. Instead of GOST 18509-80; 1990-01-11. Moscow, 1988, 128 p.
2. Zhdanovsky N.S., Alliluyev V.A., Nikolayenko A.V., Ulitovsky B.A. *Diagnostika avto-traktornykh dvigatelej* [Diagnostics of autotractor engines]. Leningrad, 1981, 295 p.
3. *Nadezhnost' i jeffektivnost' v tehnikе: spravochnik* [Reliability and efficiency in technique: reference book]. Moscow, 1986, vol. 1, 224 p.
4. *Nadezhnost' i jeffektivnost' v tehnikе* [Reliability and efficiency in technique]. Moscow, 1987. vol. 9, 352 p.
5. *Ojegov S. I. Slovar' russkogo jazyka: 70000 slov* [Ditionary of the Russian language: 70000 words]. Moscow, 1989, 924 p.
6. *Tehnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v sel'skom hozjajstve : ucheb. posobie dlja vuzov* [Technical maintenance of machines in agriculture: textbook for universities]. Moscow, 2003, 992 p.
7. *Tehnologicheskie karty po diagnostirovaniju i prognozirovaniju ostatochnogo resursa sel'skohozjajstvennyh mashin* [Technological maps in diagnostics and prognosis of remanent resources of agricultural cars]. Novosibirsk, 2000, 166 p.
8. *Tehnologicheskije rekomendacii po organizacii diagnostirovanija traktorov* [Technological recommendations for organization of tractor diagnostics]. Moscow, 1980, 136 p.

### Сведения об авторах

**Бородин Сергей Георгиевич** – кандидат технических наук, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и безопасности жизнедеятельности инженерного факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 8(3952)237435, e-mail: sergei\_borodin49@mail.ru).

**Хабардин Василий Николаевич** – доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и безопасности жизнедеятельности инженерного факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89500809286).

**Хабардин Сергей Васильевич** – аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и безопасности жизнедеятельности инженерного факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 8(3952)237235).

**Чубарева Марина Владимировна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса и общеинженерных дисциплин инженерного факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, e-mail: chubarevamarina@rambler.ru).

**Information about the authors:**

**Borodin Sergey G.** – candidate of technical sciences, professor, department of exploitation of machine and tractor park and life safe, engineering faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 8(3952)237435, e-mail: sergei\_borodin49@mail.ru).

**Khabardin Vasily N.** – doctor of technical sciences, professor, department of exploitation of machine and tractor park and life safe, engineering faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89500809286).

**Khabardin Sergey V.** – PhD student, department of exploitation of machine and tractor park and life safe, engineering faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 8(3952)237235).

**Chubareva Marina V.** – candidate of technical sciences, assistant professor, department of technical service and general technical disciplines. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, e-mail: chubarevamarina@rambler.ru).

УДК 621.649:621.225:62-82

**ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС  
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ-НАСОСА**

**А.Е. Кузьмин, В.В. Пальвинский**

*Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия  
Инженерный факультет*

В статье кратко описан принцип работы гидравлического двигателя-насоса (ГДН), работающего с использованием возобновляемого источника открытых водных потоков. По характеру процесса вытеснения жидкости является поршневым насосом, причем роль вытеснителя выполняет рабочая камера насоса, совершающая возвратно поступательное движение. На основании проведенных ранее теоретических исследований, с использованием выведенных зависимостей получена формула для определения времени рабочего цикла ГДН. Элементы первого уровня структурной модели ГДН рассмотрены по отдельности. Получены весовой и механический коэффициенты, позволяющие оценить КПД гидродвигателя. Представлены теоретические зависимости по определению напора, подачи и КПД насоса. Подведен итог в виде зависимости по определению полного КПД установки.

*Ключевые слова:* гидравлический двигатель-насос, полезная сила Архимеда, мощность, подача, коэффициент полезного действия

UDC 621.649:621.225:62-82

**PARAMETRES CHARACTERIZING THE WORKING PROCESS  
OF HYDRAULIC ENGINE-PUMP**

**Kuzmin A.E., Palvinsky V.V.**

*Irkutsk State Academy of Agriculture, Irkutsk, Russia  
Engineering Faculty*

The paper deals with the brief description of the principle of the hydraulic engine-pump work (HEP) with the renewed source of open water streams. According to the character, the process of liquid replacement is the direct fluid pressure displacement pump, and the role of the displacer element is performed by working pump chamber accomplishing in and out movement. Based on the formerly conducted theoretical studies with the use of the deduced dependences, the formula for

definition of time of running cycle НЕР has been developed. Elements of the first level of structural model of НЕР are considered separately. The weight and mechanical factors allowing estimating the efficiency of hydraulic engine has been received. The theoretical dependences by definition of the pressure and pump efficiency are presented. The conclusion has been summed up in the form of dependence by definition of full efficiency.

*Key words:* hydraulic engine-pump, useful Archimedes force, capacity, supply, efficiency output.

Гидравлический двигатель-насос (в дальнейшем ГДН) работает с использованием возобновляемого источника открытых водных потоков. Он относится к группе объемных насосов. По характеру процесса вытеснения жидкости является поршневым насосом, причем роль вытеснителя выполняет рабочая камера насоса, совершающая обратно поступательное движение.

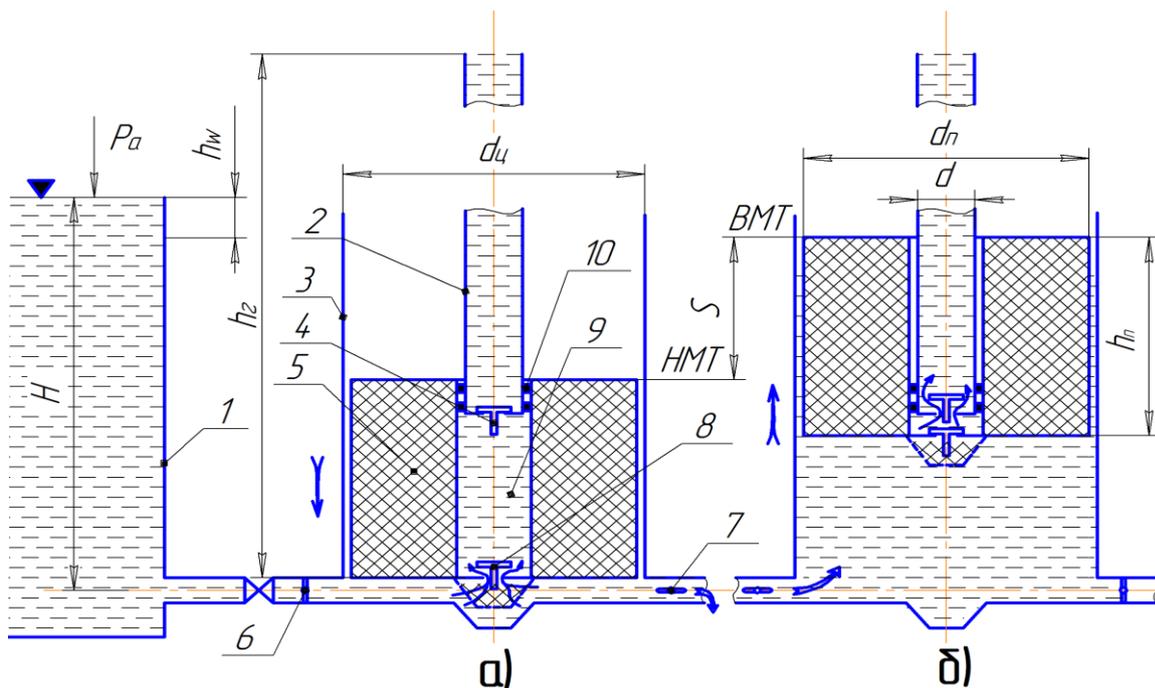


Рисунок 1 – Схема работы гидравлического двигателя насоса:  
а) холостой ход; б) рабочий ход.

На рисунке 1 представлена схема работы гидравлического двигателя-насоса [3]. Холостой ход поршня 5 осуществляется за счет действия силы тяжести поршня и рабочей камеры 9. При этом впускной клапан 6 закрыт, а выпускной клапан 7 открыт, через него опорожняется цилиндр 3. Опускание поршня сопровождается увеличением объема рабочей камеры 9, с образованием в ней разрежения и заполнением водой, через отверстие всасывающего клапана 8 (рис. 1а). После достижения поршнем нижней мертвой точки (НМТ) механизмом управления (на рис. 1 не обозначен) осуществляется переключение клапанов 6, 7, т.е. клапан 6 открыт, а 7 – закрыт (рис. 1б). Вода под напором  $H$  поступает от плотины 1 по трубопроводу через клапан 6. Заполнение кольцевого зазора сопровождается образованием подъемной силы Архимеда, которая с одновременным поступлением воды из питательного

резервуара под поршень и кольцевой зазор обеспечивает подъем поршня на величину рабочего хода  $S$ . Так как рабочая камера 9 жестко соединена с поршнем 5, то при ее перемещении в рабочей камере создается избыточное давление, и вода через отверстие нагнетательного клапана 4 поступает в нагнетательный трубопровод 2 с подачей воды на геодезическую высоту  $h_2$ . Сальниковые уплотнения 10 исключают перетекание воды через кольцевой зазор между неподвижной трубой 2 и гильзой рабочей камеры 9. При достижении поршнем верхней мертвой точки (ВМТ) рабочий ход (нагнетание) заканчивается. Механизмом управления осуществляется переключение клапанов 6, 7 в положение, указанное на рисунке 1а. Далее процессы повторяются.

**Цель** данной работы – определение математических зависимостей основных параметров, характеризующих рабочий процесс ГДН.

**Объект исследования:** параметры, характеризующие рабочий процесс ГДН.

**Методы исследования:** в данной работе использовался системный подход и аналитический метод исследования основных параметров, характеризующих рабочий процесс гидравлического двигателя-насоса.

**Результаты и их обсуждение.** На основании системного анализа работа ГДН может быть представлена (рис. 2) подсистемой I-го уровня “гидравлический двигатель (далее по тексту гидродвигатель) и насос”.

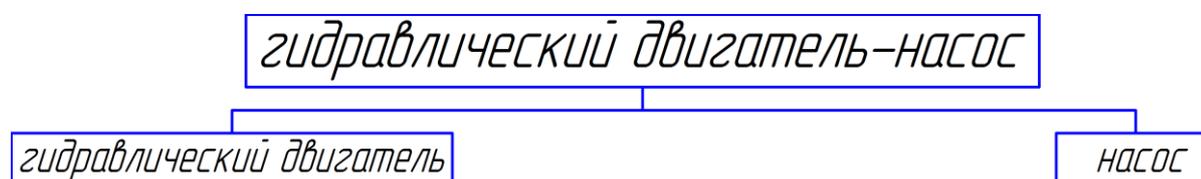


Рисунок 2 – Структурная схема элементов I-го уровня системы “гидравлический двигатель-насос”.

Рассмотрим величины, характеризующие рабочий процесс каждого элемента подсистемы по отдельности.

Время цикла гидродвигателя определяется суммой отдельных промежутков времени, затраченных на рабочий и холостой ход, каждый из которых состоит из двух циклов:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{px1}} + t_{\text{px2}} + t_{\text{xx1}} + t_{\text{xx2}}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{ц}}$  – время цикла гидродвигателя, с;

$t_{\text{px1}}$  – время заполнения кольцевого зазора между цилиндром и поршнем от нижней образующей поршня до верхней образующей, с;

$t_{\text{px2}}$  – время заполнения цилиндра на величину рабочего хода  $S$ , с;

$t_{\text{xx1}}$  – время опорожнения зазора между цилиндром и поршнем от верхней образующей поршня до нижней образующей, с;

$t_{\text{xx2}}$  – время опорожнения цилиндра на величину рабочего хода  $S$ , с.

Из проведенных ранее теоретических исследований известно [4]

$$t_{px1} = \frac{2\omega_{кз} \left( \sqrt{H} - \sqrt{H - h_n} \right)}{\mu_{c1} \omega_{en} \sqrt{2g}}, \quad (2)$$

$$t_{px2} = \frac{2\omega_u \left( \sqrt{H - h_n} - \sqrt{H - h_n - S} \right)}{\mu_{c2} \omega_{en} \sqrt{2g}}, \quad (3)$$

$$t_{xx1} = \frac{2\omega_{кз} \left( \sqrt{h_n + S} - \sqrt{S} \right)}{\mu_{c3} \omega_{вып} \sqrt{2g}}, \quad (4)$$

$$t_{xx2} = \frac{2\omega_u \sqrt{S}}{\mu_{c4} \omega_{вып} \sqrt{2g}}, \quad (5)$$

где  $\omega_{кз}$  – живое сечение кольцевого зазора, м<sup>2</sup>;  $H$  – питающий напор, м;

$h_n$  – высота поршня;

$\mu_{c1}$  – коэффициент расхода системы питающий резервуар – зазор между цилиндром и поршнем;

$\omega_{en}$  – живое сечение впускного трубопровода, м<sup>2</sup>;

$\omega_u$  – живое сечение цилиндра, м<sup>2</sup>;

$\mu_{c2}$  – коэффициент расхода системы питающий резервуар-цилиндр;

$\mu_{c3}$  – коэффициент расхода системы зазор между цилиндром и поршнем – выпускной трубопровод;

$\mu_{c4}$  – коэффициент расхода системы цилиндр – выпускной трубопровод.

Подставив уравнения (2), (3), (4), (5) в уравнение (1) в окончательном виде, имеем:

$$t_u = \frac{2}{\omega_{en} \sqrt{2g}} \left( \frac{\omega_{кз} \left( \sqrt{H} - \sqrt{H - h_n} \right) + \omega_u \left( \sqrt{H - h_n} - \sqrt{H - h_n - S} \right)}{\mu_{c1} + \mu_{c2}} \right) + \frac{2}{\omega_{вып} \sqrt{2g}} \left( \frac{\omega_{кз} \left( \sqrt{h_n + S} - \sqrt{S} \right) + \omega_u \sqrt{S}}{\mu_{c3} + \mu_{c4}} \right) \quad (6)$$

Левое слагаемое в правой части уравнения (6) представляет собой время заполнения цилиндра двигателя  $t_{px} = t_{px1} + t_{px2}$  (рабочий ход), а левое слагаемое – время опорожнения цилиндра  $t_{xx} = t_{xx1} + t_{xx2}$  (холостой ход).

Коэффициент полезного действия гидродвигателя представляет собой отношение полезной мощности, развиваемой гидродвигателем к потребляемой им мощности [2]

$$\eta_{сд} = \frac{N_{п}}{N}, \quad (7)$$

где  $N_{п}$  – полезная мощность, развиваемая гидродвигателем, Вт;

$N$  – мощность, потребляемая гидродвигателем, Вт.

Полезная мощность гидродвигателя

$$N_{п} = \frac{P_{АП} S}{t_{px}}, \quad (8)$$

где  $P_{АП}$  – полезная часть силы Архимеда, действующей на поршень и расходуемой на работу насоса, Н.

Потребляемая гидродвигателем мощность

$$N_{п} = \frac{P_A S}{t_{px}}, \quad (9)$$

где  $P_A$  – подъемная сила Архимеда, действующая на поршень, Н.

С учетом уравнений (8) и (9) КПД гидродвигателя можно выразить

$$\eta_{\omega} = \frac{P_{АП}}{P_A}. \quad (10)$$

Баланс сил, действующих на поршень во время рабочего хода, представляет собой

$$P_A = P_{АП} + G + T_{ТР}, \quad (11)$$

где  $G$  – вес поршня с рабочей камерой, Н;  $T_{ТР}$  – сила трения в сальниковом уплотнении, Н.

Вес поршня  $G$  представляет собой „консервативную” силу. Работа, затраченная на её преодоление в процессе рабочего хода, возвращается в работу на создание разрежения в рабочей камере насоса и её заполнение водой в процессе холостого хода. Из условия работы ГДН известно, что  $G \geq T_{ТР}$ . При  $G < T_{ТР}$  поршень гидродвигателя „зависнет” и его движение прекратится. Таким образом

$$\varepsilon_G = 1 - \frac{G}{P_A} = 1 - \frac{\rho' g W_{II}}{\rho g W_{II}} = 1 - \frac{\rho'}{\rho}, \quad (12)$$

где  $\varepsilon_G$  – весовой коэффициент, характеризующий долю весовой компоненты поршня с рабочей камерой в развиваемой подъемной силе Архимеда;

$W_{II}$  – объем поршня с рабочей камерой, м<sup>3</sup>;

$\rho'$  – средняя плотность материала поршня с рабочей камерой, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>.

Механические потери – это потери на механическое трение в сальниковом уплотнении. Для гидродвигателя они оцениваются механическим коэффициентом  $\varepsilon_{мех}$

$$\varepsilon_{мех} = 1 - \frac{T_{ТР}}{P_A} = 1 - \frac{f \pi d l p}{\rho g W_{II}}, \quad (13)$$

где  $\varepsilon_{ТР}$  – механический коэффициент;

$f$  – коэффициент трения;

$d$  – диаметр уплотняемого кольца, м;

$l$  – длина уплотнения, м;

$p$  – давление в рабочей камере, Па.

При рабочем ходе ГДН давление в рабочей камере

$$p = \frac{P_{АП}}{\omega_{рк}}, \quad (14)$$

где  $\omega_{рк}$  – площадь живого сечения рабочей камеры.

При холостом ходе

$$\begin{cases} p = p_0, \\ p_0 < p_a \end{cases}, \quad (15)$$

где  $p_0$  – абсолютное давление в рабочей камере, Па;

$p_a$  – атмосферное давление, Па.

С учетом уравнения (13) следует, что сила трения при рабочем ходе выше, чем при холостом ходе.

Полный КПД гидродвигателя

$$\eta_{\omega} = \varepsilon_G \cdot \varepsilon_{мех}. \quad (16)$$

Рассмотрим второй элемент подсистемы ГДН – сам насос. Применяя уравнение Бернулли и используя известную формулу для определения расхода жидкости через отверстие (в данном случае отверстие нагнетательного клапана) при наличии противодействия  $\rho gh_z$ , выразим напор насоса [1]

$$\frac{p}{\rho g} = h_z + \frac{q^2}{\mu_{кл}^2 \omega_{кл}^2 2g}, \quad (17)$$

где  $\mu_{кл}$  – коэффициент расхода (стеснения) нагнетательного клапана.

В уравнении (17) значение  $p/\rho g$  представляет собой напор насоса при заданных  $h_z$  и  $q$ , а  $\frac{q^2}{\mu_{кл}^2 \omega_{кл}^2 2g}$  характеризует потери напора при перемещении воды через отверстие нагнетательного клапана, т.е.

$$h = h_z + h_w, \quad (18)$$

где  $h$  – напор насоса, м;

$h_w$  – потери напора, м.

Таким образом, уравнение (18) представляет собой известное в гидравлических машинах определение напора насоса [2].

Основной величиной объемного насоса является его рабочий объем. Рабочий объем насоса и частота его рабочих циклов определяют идеальную подачу. Осредненную по времени идеальную подачу можно выразить:

$$q_m = \omega_{рк} S n, \quad (19)$$

где  $q_m$  – идеальная подача насоса (теоретическая), м<sup>3</sup>/с;

$n$  – частота рабочих циклов гидродвигателя, с<sup>-1</sup>.

Потери на утечки, циркуляцию жидкости через зазоры и степень наполнения рабочей камеры во время холостого хода оцениваются объемным КПД:

$$\eta_o = \frac{q}{q_m}, \quad (20)$$

где  $\eta_o$  – объемный КПД насоса;

$q$  – действительная подача насоса, м<sup>3</sup>/с.

КПД насоса есть отношение полезной мощности к мощности, потребляемой насосом от гидравлического двигателя.

$$\eta_n = \frac{N_{II}}{N_H}. \quad (21)$$

Полезная мощность насоса

$$N_{II} = q p. \quad (22)$$

Мощность, потребляемая насосом от гидродвигателя

$$N_H = N_o. \quad (23)$$

С учетом уравнений (19), (20), (22) и (23) после преобразований (21) примет вид

$$\eta_n = \frac{\rho g h_z}{\rho g h} \cdot \frac{q}{q_m}. \quad (24)$$

Для объемных насосов различают гидравлический  $\eta_z$ , объемный  $\eta_o$  и механический  $\eta_m$  КПД, учитывающие три вида потерь энергии: гидравлические

– потери напора (давления), объемные – потери на перетекание жидкости через зазоры и механические – потери на трение в механизме насоса [2]. В правой части уравнения (24) левый множитель есть не что иное, как гидравлический КПД насоса  $\eta_z$ , а правый множитель, как уже было сказано выше, является объемным КПД  $\eta_o$ . Окончательно уравнение (20) примет следующий вид

$$\eta_n = \eta_z \eta_o, \quad (25)$$

то есть КПД нашего насоса равен произведению двух частных КПД, гидравлического и объемного.

Отсутствие в правой части уравнения (25) механического КПД насоса объясняется тем, что потери мощности на трение учтены при определении КПД гидродвигателя, поэтому потери мощности на трение в механизме насоса отсутствуют и, следовательно, механический КПД насоса равен единице.

**Выводы.** 1. Системный подход позволяет рассмотреть ГДН, как две подсистемы, что упрощает проведение аналитических расчетов при определении основных параметров ГДН.

2. Представленные математические зависимости позволяют определить основные параметры ГДН: время цикла, напор, подачу, мощность и КПД.

#### Список литературы

1. Богомолов А.М. Гидравлика / А.И. Богомолов, К.А. Михайлов – М.: Стройиздат, 1972. – 648 с.
2. Башта Т.М. Гидравлика, гидромашин и гидроприводы / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
3. Кузьмин А.Е. Патент №2316681. Водяной насос с энергосберегающим приводом / А.Е. Кузьмин, П.В. Бутаков, В.Ю. Просвирнин // Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ - 10.02.2008.
4. Просвирнин В.Ю. Моделирование работы гидравлического двигателя / В.Ю. Просвирнин, А.Е. Кузьмин, Р.Д. Ахмадиев // Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства Восточной Сибири: Сб. науч. тр. – Иркутск: ИрГСХА, 2002. – С. 65-75.

#### References

1. Bogomolov A.M., Michajlov K.A. *Gidravlika* [Hydraulics]. Moscow, 1972, 648 p.
2. Bashta T.M., Rudnev S.S., Nekrasov B.B. *Gidravlika* [Hydraulics]. Moscow, 1982, 423 p.
3. Kuz'min A.E., Butakov P.V., Prosvirnin V.Ju. Patent №2316681. *Vodyanoj nasos s energosberegayuschim privodom* [The water pump with energy-efficient a drive]. Zaregistrirvano v Gosudarstvennom reestre izobretenij RF, 10.02.2008.
4. Prosvirnin V. Ju., Kuz'min A.E., Achmadiev R.D. *Modelirovanie raboti gidravlicheskogo dvigatelya* [Modelling the work of hydraulic engine]. Irkutsk, 2002, pp. 65-75.

#### Сведения об авторах:

**Кузьмин Ананий Ефимович** – доктор технических наук, профессор кафедры технического обеспечения агропромышленного комплекса инженерного факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041255981, e-mail: kvenbox@mail.ru).

**Пальвинский Виктор Викторович** – аспирант кафедры технического обеспечения агропромышленного комплекса инженерного факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89016508838, e-mail: kvenbox@mail.ru).

**Information about the authors:**

**Kuzmin Anany E.** – doctor of technical sciences, professor, department of technical supply of agroindustrial complex, engineering faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89041255981, e-mail: kvenbox@mail.ru).

**Palvinsky Viktor V.** – PhD student, department of technical supply of agroindustrial complex, engineering faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89016508838, e-mail: kvenbox@mail.ru).

УДК 629.114.2–192

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ НАДЁЖНОСТИ  
МАШИН**

**А.Е. Немцев, В.В. Коротких, С.В. Субочев**

ГНУ Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии, г. Новосибирск, Россия

Работа посвящена обоснованию рационального уровня надёжности сельскохозяйственной техники. Предлагается определять уровень надёжности машин, характеризуемый временем простоя, исходя из оптимального плана их использования и оптимальной потребности в машинах. Приведены практические примеры, иллюстрирующие определение требований к уровню надёжности технологической линии по подготовке семян картофеля для посадки и зерноуборочных комбайнов при уборке зерновых в районе. Выявлены резервы повышения эффективности использования техники при реализации технологических процессов в оптимальные агротехнические сроки.

*Ключевые слова:* надёжность машин, коэффициент технического использования, технический сервис, агротехнические сроки.

UDC 629.114.2-192

**RATIONALE FOR THE LEVEL OF RELIABILITY OF MACHINES**

**Nemtsev A.E., Korotkikh V.V., Subochev S.V.**

State Scientific Institution

Siberian Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture  
Russian Academy of Agriculture, *Novosibirsk, Russia*

The paper is devoted to the justification of the rational level of the reliability of agricultural machinery. It is offered to define the level of the reliability of cars characterized by idle time, proceeding from the optimum plan of their use and optimum need for cars. The practical examples illustrating the definition of the requirements for the level of reliability of the technological line on the preparation of potato seeds for sowing and combine harvesters at grain cleaning in the area are given. The reserves of the increase in the efficiency of the equipment use are revealed for the realization of technological processes in optimum agrotechnical terms.

*Key words:* reliability of machines, coefficient of technical use, technical service, agricultural terms.

Коренное улучшение разработки высокоэффективной и надёжной техники было и остаётся одной из основных задач в области механизации. Все работы в этой области, в конечном счёте, направлены на то, чтобы обеспечить полную надёжность её работы в период эксплуатации, когда машины

выполняют предназначенные функции.

Особую актуальность решение этой задачи приобретает при широком внедрении в сельскохозяйственное производство коллективов, имеющих минимальную численность работников, машин и оборудования, и использование высокопроизводительных дорогостоящих комплексов, когда низкая надёжность машин может привести, с одной стороны, к срыву агротехнических сроков производства работ, а с другой – к значительным потерям продукции по техническим причинам из-за их простоев.

От количества возникающих отказов зависит время простоев машин, от которого, в свою очередь, зависит уровень их надёжности. В практической деятельности важно знать его величину, чтобы можно было спланировать выполнение технологических работ в заданные агротехнические сроки. С другой стороны, необходимо наладить рациональную работу инженерных служб технического сервиса, чтобы не допустить срыва выполнения технологических работ в агротехнические сроки.

В работе [1] автор предлагает при определении показателей надёжности машин исходить из оптимального плана их использования, которому соответствует оптимальная потребность в машинах. Исходя из этого, на наш взгляд, **необходимо определять** и уровень надёжности машин и технологических комплексов, характеризующийся, как указано выше, временем их простоя.

В предлагаемой статье излагается один из возможных вариантов реализации такого подхода, позволяющий увязать надёжность машин с конечным результатом их работы.

**Условия и методы исследования.** Исследования проводились с учётом использования машин в АПК в производственных условиях. При этом использовались методы логического и математического анализов.

**Результаты исследования и их обсуждения.** С учётом агротехнических сроков выполнения любого технологического процесса, коэффициентов технического использования и использования календарного времени потребное количество машин ( $X$ ) согласно [2] может быть определено по формуле:

$$X = \frac{F}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{с}} \cdot D_{\text{опт}} \cdot K_{\text{к}} \cdot K_{\text{ти}}}, \quad (1)$$

где  $F$  – объём работ, необходимый для выполнения технологического процесса, га;

$W_{\text{ч}}$  – средняя часовая производительность машины, комплекса, га/ч;

$T_{\text{с}}$  – продолжительность смены, ч.;

$D_{\text{опт}}$  – оптимальная продолжительность выполнения технологического процесса, дни;

$K_{\text{к}}$  – коэффициент использования календарного времени по метеорологическим условиям [3];

$K_{\text{ти}}$  – коэффициент технического использования машин, комплекса.

Согласно [4] коэффициент технического использования можно

определить по формуле:

$$K_{\text{ти}} = \frac{t_p}{t_p + t_{\text{то}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{в}}}, \quad (2)$$

где  $t_p$  – время чистой работы машины;  
 $t_{\text{то}}$  – время на плановое техническое обслуживание;  
 $t_{\text{рем}}$  – время на плановый ремонт;  
 $t_{\text{в}}$  – время устранения последствий отказов.

Для того чтобы технологический процесс был выполнен в агротехнические сроки, необходимо, чтобы оптимальная его продолжительность была равна чистому времени работы агрегата (машины), т.е. чтобы выполнялось условие  $t_p = D_{\text{опт}}$ . Тогда формулу (2) можно записать в виде:

$$K_{\text{ти}} = \frac{D_{\text{опт}}}{D_{\text{опт}} + t_{\text{то}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{в}}}. \quad (3)$$

Определим значение коэффициента технического использования из выражения (1) и приравняем к значению, полученному из выражения (3):

$$\frac{F}{X \cdot W_r \cdot T_c \cdot D_{\text{опт}} \cdot K_k} = \frac{D_{\text{опт}}}{D_{\text{опт}} + t_{\text{то}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{в}}}. \quad (4)$$

Обозначим  $T_{\text{пр}} = t_{\text{то}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{в}}$ ,

$T_{\text{пр}}$  – время простоев машин по техническим причинам.

Определим значение  $T_{\text{пр}}$  из выражения (4):

$$T_{\text{пр}} = \frac{D_{\text{опт}} (D_{\text{опт}} \cdot X \cdot W_r \cdot T_c \cdot K_k - F)}{F}. \quad (5)$$

По выражению (5) можно определить допустимое значение простоев машины по техническим причинам, характеризующее надёжность машины, занятой на выполнении конкретного технологического процесса. Эта величина должна определяться по наиболее напряжённому периоду технологического процесса и закладываться в машину при её конструировании. С учётом эксплуатации она включает в себя как время на проведение плановых мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту, так и на устранение последствий внезапных отказов.

В случае увеличения  $T_{\text{пр}}$ , что будет соответствовать отклонению выполнения работ от агротехнических сроков, будут увеличиваться и стоимостные потери от недобора урожая, которые могут быть выражены зависимостью

$$П = K_n \times U_{\text{max}} \times C_n \times Д, \quad (6)$$

где  $П$  – стоимостные потери от недобора урожая;

$K_n$  – коэффициент учёта потерь сбора продукции (в долях) при

отклонении срока выполнения работы от оптимального момента на единицу времени;

$U_{max}$  – значение урожайности, соответствующее выполнению работ в агротехнические сроки, ц/га;

$C_n$  – закупочно-сдаточная цена продукции, р/ц;

$D$  – отклонение выполнения работы от агротехнического срока, дни.

С учётом формулы (6) можно производить взаиморасчёт между партнёрами агропрома, участвующими непосредственно в выполнении технологического процесса в производстве продукции.

Для выполнения технического процесса в агротехнические сроки необходимо, чтобы время простоев ( $T_{пр}$ ), определённое по формуле (5), не превышало фактического значения простоев машины (комплекса).

С учётом этого целесообразно формировать в хозяйствах, технических центрах службу технического сервиса.

Приведём примеры определения требований к уровню надёжности машин: технологической линии по подготовке семян картофеля для посадки и комбайнового парка сельскохозяйственного предприятия (примеры условные).

Пример 1. В хозяйстве возделывается 400 га картофеля. Норма посадки – 3.5 т/га. Производительность технологической линии по подготовке семян картофеля: – 10 т/ч. Продолжительность работы технологической линии в сутки – 14 ч. Оптимальные агротехнические сроки посадки картофеля – 15 дней.

Определим по формуле (5) допустимое значение времени простоя технологической линии:

$$T_{пр} = \frac{15(15 \cdot 10 \cdot 14 \cdot 0,95 - 400 \cdot 3,5)}{400 \cdot 3,5} \approx 6,4 \text{ ч.}$$

Таким образом, чтобы посадка картофеля в хозяйстве была произведена в агротехнические сроки, необходимо, чтобы за период обработки семян картофеля время простоев технологической линии по их подготовке по техническим причинам не превысило 6.4 часа. Исходя из этой величины времени простоев, должно быть организовано техническое обслуживание и ремонт технологической линии.

Пример 2. Определим допустимое время простоев зерноуборочных комбайнов в районе во время уборки зерновых с площади 100 000 га. В районе – 350 зерноуборочных комбайнов. Агротехнические сроки уборки – 14 дней. Продолжительность смены – 18 часов. Коэффициент использования календарного времени по метеорологическим условиям – 0.90. Средняя часовая производительность комбайна – 2 га/ч.

Допустимое значение времени простоев, определённое по формуле (5), составит:

$$T_{пр} = \frac{14(14 \cdot 350 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 18 - 100000)}{100000} \approx 8,2 \text{ ч.}$$

Таким образом, чтобы урожай в районе был убран в агротехнические сроки, необходимо, чтобы среднее время простоев каждого комбайна в период уборки не превысило 8.2 ч.

**Вывод.** С учётом вышеизложенного необходимо наладить технический сервис зерноуборочных комбайнов на основе расчёта допустимого времени его простоя с использованием сервисных служб хозяйства и района.

#### Список литературы

1. *Кормаков Л.Ф.* Методы определения оптимального срока службы машин / Л.Ф. Кормаков // Мех. и электр. соц. сельского хозяйства. 1975. – № 11. – С. 3-5.
2. *Киртбая Ю.К.* Резервы в использовании машинно-тракторного парка / Ю.К. Киртбая. – М.: Колос. 1982. – 320 с.
3. *Григорьева А.С.* Определение состава машин для комплексной механизации в сельском хозяйстве / А.С. Григорьева, Ю.А. Коган, Н.А. Востриков. - М.: Колос. 1975. – 288 с.
4. *Хазов В.Ф.* Справочник по расчёту надёжности машин на стадии проектирования / В.Ф. Хазов, В.Я. Дидусев. – М.: Машиностроение. 1986. – 224 с.

#### References

1. Kormakov L.F. *Metody opredelenija optimal'nogo sroka sluzhby mashin* [Methods of definition of optimum service life of cars]. Meh. i jelekt. soc. sel'skogo hozjajstva [Journal Mechanization and electrification of socialist agriculture]. 1975, vol. 11, pp. 3-5.
2. Kirtbaja Ju.K. *Rezervy v ispol'zovanii mashinno-traktornogo parka* [Reserve in use of machine and tractor park]. Moscow, 1982, 320 p.
3. Grigor'eva A.S., Kogan A.S., Vostrikov N.A. *Opredelenie sostava mashin dlja kompleksnoj mehanizacii v sel'skom hozjajstve* [Of structure of cars for complex mechanization in agriculture/ampere-second]. Moscow, 1975, 288 p.
4. Hazov V.F., Didusev V.Ja. *Spravochnik po raschjotu nadjozhnosti mashin na stadii proektirovaniya* [The directory on calculation of reliability of cars for design stage]. Moscow, 1986, 224 p.

#### Сведения об авторах:

**Немцев Анатолий Егорович** – доктор технических наук, заместитель директора по науке. Государственное научное учреждение Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии (630501, Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, п. Краснообск-1, а/я 460, тел. (383) 348-12-09, e-mail: sibime@ngs.ru).

**Коротких Владимир Владимирович** – кандидат технических наук, заведующий лабораторией технического обслуживания машинно-тракторного парка. Государственное научное учреждение Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии (630501, Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, п. Краснообск-1, а/я 460, тел. (383) 348-12-09, e-mail: sibime@ngs.ru).

**Субочев Станислав Викторович** – аспирант. Государственное научное учреждение Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии (630501, Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, п. Краснообск-1, а/я 460, тел. (383) 348-12-09, e-mail: sibime@ngs.ru).

#### Information about the authors:

**Nemtsev Anatoly E.** – doctor of technical sciences, deputy director for scientific affairs. State Scientific Institution Siberian Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture Russian Academy of Agriculture, Novosibirsk, Russia (630501, Russia, the Novosibirsk region, Novosibirsk area, the item Krasnoobsk-1, p.o. 460, bodies. (383)

348-12-09, an e-mail: sibime@ngs.ru).

**Korotkih Vladimir V.** – candidate of technical sciences, laboratory chief of maintenance service of mashine-tractor park. State Scientific Institution Siberian Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture Russian Academy of Agriculture, Novosibirsk, Russia (630501, Russia, the Novosibirsk region, Novosibirsk area, the item Krasnoobsk-1, p.o. 460, bodies. (383) 348-12-09, an e-mail: sibime@ngs.ru).

**Subochev Stanislav V.** – PhD student. State Scientific Institution Siberian Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture Russian Academy of Agriculture, Novosibirsk, Russia (630501, Russia, the Novosibirsk region, Novosibirsk area, the item Krasnoobsk-1, p.o. 460, bodies. (383) 348-12-09, an e-mail: sibime@ngs.ru).

**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

УДК 338.439.4:638.16/17 (571.53)

**ПРОИЗВОДСТВО И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА В  
ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Г.М. Винокуров, Е.О. Одинокова**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия  
Экономический факультет

В статье рассмотрена динамика производства и реализации продукции пчеловодства в Иркутской области за 2006-2010 гг. Проанализированы производственные затраты на продукцию пчеловодства в сельскохозяйственных организациях. Рассмотрен уровень товарности меда, а также основные каналы реализации продукции.

Основными производителями продукции пчеловодства в Иркутской области являются хозяйства населения и КФХ (92%). За исследуемый период происходит повышение цен на мед, но при этом высокими темпами увеличиваются затраты на производство этой продукции. Кроме того, происходит снижение продуктивности пчел на 5.3%, в связи с этим повышается себестоимость единицы меда и снижается рентабельность продукции.

*Ключевые слова:* производство, реализация, мед, рентабельность, себестоимость, продуктивность, Иркутская область.

UDC 338.439.4:638.16/17 (571.53)

**PRODUCTION AND REALIZATION OF BEE FARMING IN IRKUTSK REGION**

**Vinokurov G.M., Odinkova E.O.**

Irkutsk State Academy of Agriculture, *Irkutsk, Russia*  
Economy Faculty

The paper considers the dynamics of production and realization of bee farming in Irkutsk region for the period of 2006-2010. The production costs for the products of bee farming in the agricultural enterprises have been analysed. The marketability level of honey as well as main channels of production realization have been considered.

The main producers of bee farming production in Irkutsk region are farming settlements and individual farms (92%). During the study period there is an increase in the price of honey, but it rapidly increases the production costs of these products. In addition, there is a decrease in productivity of bees by 5.3%, which results in increasing the unit cost and reducing the profitability of honey production.

*Key words:* production, realization, honey, profitability, cost, productivity, Irkutsk region.

По данным Росстата Сибирский Федеральный округ по производству меда занимает 4-е место в РФ. При этом наибольший удельный вес производства меда приходится на такие регионы, как Алтайский край, Красноярский край, Омская область и Новосибирская область, в то время как Иркутская область по производству меда занимает лишь 26 место в России [3].

Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, годовые нормы потребления меда взрослым человеком составляют 11 кг., а детьми – 5.5 кг. В Иркутской области потребление меда в 2010 г. составило 0.640 кг в год на душу населения. При этом в 2010 г. в регионе произведено 0.195 кг

меда на 1 человека, т.е. потребности населения региона в этом продукте не удовлетворяются и значительная часть потребляемого меда завозится из других регионов.

**Цель** нашего исследования – выявление основных тенденций в производстве и реализации продукции пчеловодства в Иркутской области.

**Объектом** исследования выступают результаты деятельности сельхозтоваропроизводителей Иркутской области

**Результаты и обсуждения.** В Иркутской области за период 2006-2010 гг. производство меда увеличилось в 2.2 раза (табл. 1) за счет увеличения производства в хозяйствах населения в 2.6 раз [3]. Следует отметить тенденцию к увеличению доли хозяйств населения в общем производстве меда. Так, в 2010 г. по сравнению с 2006 г. удельный вес производства меда в хозяйствах населения увеличился на 13.3% и составил 92%.

Таблица 1 - Динамика производства меда в Иркутской области за 2006-2010 гг.

Показатель	Год					2010 г. в % к 2006 г.
	2006	2007	2008	2009	2010	
Произведено меда всего, тонн	220	268	489	486	488	221.8
В том числе: произведено меда в сельскохозяйственных предприятиях, тонн*	46.8	70.4	57.1	57.1	39.0	83.3
в хозяйствах населения и КФХ	173.2	197.6	431.9	428.9	449.0	259.2
Удельный вес производства меда в с/х предприятиях, %	21.3	26.3	11.7	11.7	8.0	-
Удельный вес производства меда в хозяйствах населения и КФХ, %	78.7	73.7	88.3	88.3	92.0	-

\* Данные сводных отчетов производственно-хозяйственной деятельности предприятий Иркутской области за 2006-2010 гг.

Высокие темпы развития пчеловодства в хозяйствах населения можно объяснить тем, что многие в условиях роста цен на продукцию пчеловодства (рис. 1) попытались обеспечить себя ими на собственной пасеке, при этом благодаря реализации излишков меда и другой продукции имели дополнительный доход [1, 4]. При успешном развитии этот вид деятельности – решение вопросов занятости сельского населения, сокращения миграции сельских жителей в город, повышения его экономического благосостояния в связи с созданием новых рабочих мест на пчелопасеках и привлечением для работы с пчелами пенсионеров, домохозяек, молодежи и других категорий населения.

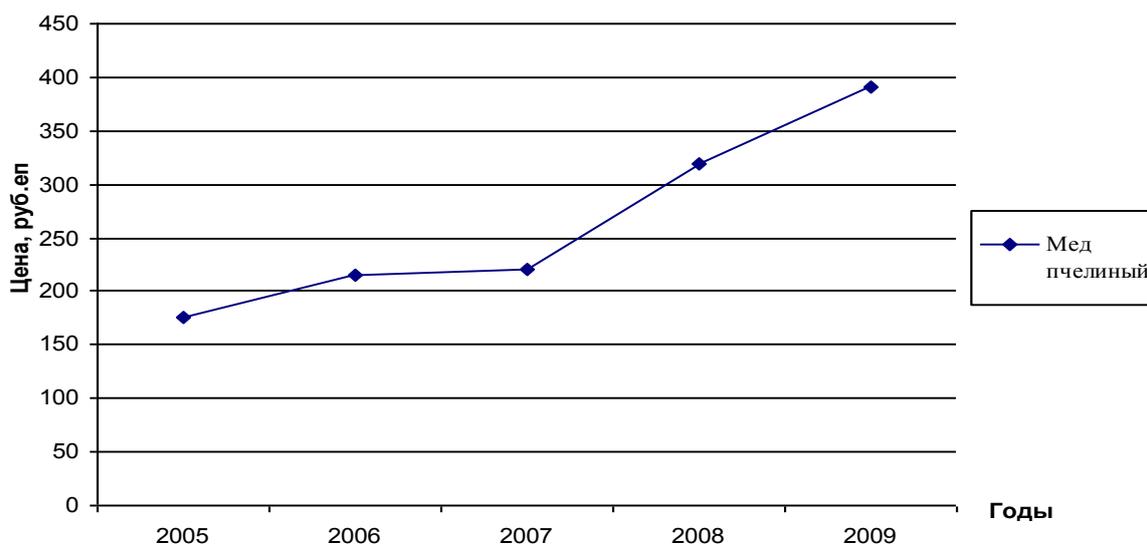


Рисунок 1 – Динамика цены на мед в Иркутской области за 2005-2009 гг.

Оценка показателей производственных затрат на производство единицы продукции пчеловодства свидетельствует о том, что они имеют тенденцию к повышению (табл. 2). Так, в 2010 г. материальные затраты в целом по отрасли увеличились на 21.6% по сравнению с 2006 г., в том числе увеличился расход кормов на 78.4%. Кроме того, наблюдается значительное повышение оплаты труда, приходящейся на один центнер меда, на 81% и в 2010 г. она составляет 5120 руб. При этом затраты труда на производство одного центнера меда составляют около двух рабочих недель.

Таблица 2 – Производственные затраты на продукцию пчеловодства в сельскохозяйственных организациях Иркутской области за 2006-2010 гг.

Показатель	Год					2010 г. в % к 2006г.
	2006	2007	2008	2009	2010	
Материальные затраты на 1 пчелосемью, руб.	2450	1830	3242	4053	2981	121,6
Расход кормов на 1 пчелосемью, руб.	1589	1954	2621	2621	2834	178,4
Оплата труда на 1 пчелосемью, руб.	745	1072	1255	1255	1280	171,8
Продуктивность пчелосемьи, кг.	26,4	43,9	36,5	36,5	25,0	94,7
Оплата труда на 1 ц меда	2822	2442	3438	3438	5120	181
Затраты труда на 1 ц меда, чел.-час.	170,9	68,2	105,1	105,1	120,7	70,6

Наряду с ростом затрат за исследуемый период происходит снижение продуктивности пчел на 5.3%. В связи с этим повышается себестоимость единицы меда и снижается рентабельность продукции (табл. 3).

**Таблица 3 – Эффективность производства товарного меда сельскохозяйственными организациями Иркутской области за 2006-2010 гг.**

Показатель	Год					2010 г. в % к 2006 г.
	2006	2007	2008	2009	2010	
Произведено продукции пчеловодства, в т.ч.:						
меда, т.	46.8	70.4	57.1	57.1	39.0	83.3
воска, т.	0.2	0.3	0.1	0,1	0.1	50
пчелиных семей, шт.	129	228	108	108	187	145
Реализовано меда, т.	16.7	32.3	26.3	25.4	14.9	88.5
Уровень товарности меда, %	35.7	45.8	46.1	44.5	38.2	-
Себестоимость реализации, тыс. руб.	1315	2922	3219	3737	3535	2.7 р.
Выручка от реализации, тыс. руб.	2197	4596	4367	5274	3798	173
Прибыль от реализации, тыс. руб.	882	1674	1148	1537	263	29.8
Рентабельность продукции, %	67	57	36	41	7.4	-

Необходимо отметить, что в сельскохозяйственных организациях из всей продукции пчеловодства товарную форму приобретает только мед. Кроме того, на предприятиях отсутствует производство и реализация таких продуктов, как прополис, перга, пчелиный яд. Объем производства и реализации меда колеблется по годам, что связано с природно-климатическими факторами. Так, в 2007 г. по сравнению с 2006 г. произошло увеличение объема реализации меда почти в 2 раза, что связано со значительным увеличением производства этой продукции. В последующие годы (2008-2010 гг.) происходит снижение объема реализации меда и в 2010 г. его уровень достигает 14.9 тонн меда, что на 11.5% ниже уровня 2006 г. При этом наблюдается незначительное увеличение уровня товарности меда – на 2.5%. Отрасль пчеловодства характеризуется низким уровнем товарности продукции, так как значительная часть произведенного меда используется на корм пчелам. Так, по мнению передовых пчеловодов, осенью пчелиным семьям необходимо оставлять около 30-35 кг доброкачественного меда. Следует отметить, что вопросы правильного кормообеспечения имеют важное экономическое значение, так как стоимость кормов для пчел составляет 40-50% всех затрат на пчеловодство [5].

Основными каналами реализации продукции сельскохозяйственными организациями в 2006-2010 гг. является продажа на рынке и работникам организации (табл. 4), в том числе в счет оплаты труда.

За исследуемый период произошло снижение продажи меда на рынке на 55%. Также произошли значительные структурные изменения. Так, в 2010 г. по сравнению с 2006 г. доля реализации меда работникам организации увеличилась на 35.7 процентных пункта.

**Таблица 4 – Каналы реализации меда сельскохозяйственными организациями Иркутской области за 2006-2010 гг.**

Показатель	2006 г.		2007 г.		2008 г.		2009 г.		2010 г.		2010 г. в % к 2006 г.
	тонн	%	тонн	%	тонн	%	тонн	%	тонн	%	
Реализовано всего	16.7	100	32.3	100	26.3	100	25.4	100	14.9	100	89.2
в т.ч. на рынках	12	71.9	16.7	51.7	15.8	60	14.1	55.5	5.4	36.2	45.0
работникам организации	4.7	28.1	15.6	48.3	10.5	40	11.3	44.5	9.5	63,8	2 р.

**Выводы.** 1. Производство меда в Иркутской области увеличивается за счет хозяйств населения, при этом происходит значительное сокращение производства меда в сельскохозяйственных организациях.

2. По нашему мнению, в сельскохозяйственных организациях Иркутской области в настоящее время уделяется недостаточно внимания отрасли пчеловодства, что проявляется в отсутствии обновления материально-технической базы на предприятиях, отсутствии посевов специальных медоносов, а также слабом использовании пчел с целью повышения урожайности энтомофильных культур. Кроме того, недооценивается роль квалифицированных специалистов по пчеловодству.

3. Происходит снижение рентабельности продукции, что связано с ростом затрат на производство.

4. Использование современного оборудования, внедрение более эффективных методов пчеловодства, обеспечивающих рост производительности труда, повышение квалификации пчеловодов, обеспечение непрерывного взятка путем посева специальных медоносов может способствовать снижению затрат на единицу продукции, а следовательно, повышению прибыльности производства.

5. Основная доля товарной продукции сельскохозяйственных организаций реализуется работникам, чаще всего в счет оплаты труда. Высокий объем продаж меда работникам организации объясняется, прежде всего, нехваткой у предприятий денежных средств на оплату труда, а также отсутствием налаженных каналов реализации продукции.

#### Список литературы

1. *Лебедев В.И.* Аспекты формирования рынка пчеловодной продукции в России / *В.И. Лебедев, Л.В. Прокофьева* // Пчеловодство. – 2007. - № 1. – С. 3-5.
2. Потребление пчелиного меда: стат. справка / сост. *И.И. Овсянникова*; Иркутскстат. – Иркутск: [б.и.], 2011 – 1 с.
3. Регионы России: социально-экономические показатели 2009: стат. сб. / Росстат. – М.: [б.и.], 2009. – 990 с.
4. Торговля в Иркутской области: стат. сб. / Иркутскстат. – Иркутск: [б.и.], 2010. – 121 с.
5. *Черевко Ю.А.* Пчеловодство / *Ю.А. Черевко, Л.И. Бойценюк, И.Ю. Верецака* – М.: КолосС, 2008. – 384 с.

#### References

1. Lebedev V. I., L. V. Prokof'eva: *Aspekty formirovaniya rynka pchelovodnoj produkcii v*

*Rossii* [Aspects of formation of the market of production of beekeeping in Russia]. Pchelovodstvo [Beekeeping] 2007, no.1, pp. 3-5.

2. *Potreblenie pchelinogo meda: stat. spravka* [Consumption of bee honey]. Irkutsk 2011, 1 p.

3. *Regiony Rossii social'no-jekonomicheskie pokazateli 2009 : stat. sb.* [Regions of Russia: social and economic indicators]. Moscow 2009, 990 p.

4. *Torgovlja v Irkutskoj oblasti : stat. sb.* [Trade in the Irkutsk region] Irkutsk 2010, 121 p.

5. Cherevko Ju., L.I. Wojcenjuk, I. Ju., Verewaka A. *Pchelovodstvo* [Beekeeping]. Moscow 2008, 384 p.

**Сведения об авторах:**

**Винокуров Геннадий Михайлович** – доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и анализа экономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89140078785, e-mail: kfa@igsha.ru).

**Одиноква Елена Олеговна** – аспирант кафедры финансов и анализа экономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел.89501047490, e-mail: elena230189@yandex.ru).

**Information about the authors:**

**Vinokurov Gennady M.** – doctor of economical sciences, professor, department of finances and analysis, economy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89140078785, e-mail: kfa@igsha.ru).

**Odinokova Elena O.** – PhD student, department of finances and analysis, economy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89501047490, e-mail: elena230189@yandex.ru).

УДК 338.1

**ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В  
СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Е.А. Дерунова**

Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского, г. Саратов, Россия

Обоснована актуальность формирования инновационной инфраструктуры в сельском хозяйстве как неотъемлемого условия инновационного развития АПК. Уточнены теоретико-методологические основы ее формирования и развития. Представлена схема формирования инновационной инфраструктуры в сельском хозяйстве в соответствии с этапами инновационного процесса. Проведен анализ и систематизация факторов, влияющих на ее формирование: организационно-экономических, информационно-методических, социально-психологических и экологических. Разработана нелинейная организационная модель управления инновационной инфраструктурой в сельском хозяйстве.

*Ключевые слова:* инновации, инфраструктура, маркетинг, организационная модель, управление, сельское хозяйство.

UDC 338.1

**FORMATION OF INNOVATIVE INFRASTRUCTURE IN AGRICULTURE**

**Derunova E.A.**

Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, *Saratov, Russia*

The actuality of formation of innovative infrastructure in agriculture as essential condition

of innovative development of AIC has been reasoned. The theoretical and methodological bases of its formation and development have been specified. The scheme of the formation of innovative infrastructure in agriculture in accordance with the stages of innovative processes is presented. The analysis and systematization of the factors influenced its formation: organizational, economical, information, methodological, social, psychological and ecological – has been conducted. Nonlinear organizational model of innovative infrastructure management in agriculture has been developed.

*Key words:* innovations, infrastructure, marketing, organizational model, management, agriculture.

В настоящее время инновации и научно-технический прогресс стали основополагающими факторами динамичного повышения конкурентоспособности и развития агропромышленного сектора экономики. Процессы внедрения научных достижений в сельскохозяйственное производство по своей природе являются индикатором взаимосвязи науки и производства, а также создают благоприятные условия для непрерывного обновления технических, химических средств, технологий, механизмов и способов ведения хозяйства, адаптации сельскохозяйственного производства к агроклиматическим факторам, преобладающим в конкретном регионе и современным требованиям рынка. Внедрение научных разработок позволяет повысить уровень интенсификации аграрного и перерабатывающего производства, производительность труда в сельском хозяйстве, получить ощутимую дополнительную прибыль во всех звеньях и отраслях агропромышленного комплекса. Позитивный опыт модернизации сельского хозяйства на основе внедрения научных достижений вызывает необходимость ее распространения и развития по всем регионам страны.

Для этого необходимо **изучать** региональные особенности развития инновационных процессов и проблемы, с которыми сталкиваются субъекты рыночной инфраструктуры в процессе продвижения научных достижений в сельскохозяйственное производство.

Для эффективного развития сельского хозяйства страны необходимо сформировать и обеспечить интеграцию субъектов инновационной инфраструктуры сельского хозяйства в интересах общества. Это необходимо для преодоления кризиса экономики и спада сельскохозяйственного производства, усиления конкурентоспособности и привлекательности сельскохозяйственной продукции, в том числе на экспорт, для дальнейшего развития научно-технического потенциала регионов и страны в целом.

Ускорение перехода агропромышленного комплекса на инновационный путь развития требует формирования в регионах инновационной инфраструктуры сельского хозяйства [2, 3]. Данное направление в формировании инновационной модели развития сельского хозяйства включает содействие развитию технопарков как в составе крупных аграрных вузов страны и научных организаций, так и в качестве отдельных юридических лиц, разработку нормативно-правовой и методической базы для определения статусов технопарков, бизнес-инкубаторов; развитие центров трансфера технологий с постоянным бюджетным финансированием деятельности, организацию патентной деятельности, поиска инвесторов, а также обеспечение

охраны прав на интеллектуальную собственность, формирование системы лизинга технологического и производственного оборудования для коллективного использования в научно-исследовательской деятельности; совершенствование организационно-экономического механизма управления элементами производственной инфраструктуры, обеспечение эффективного взаимодействия органов власти на федеральном, региональном и муниципальном уровне в процессе функционирования элементов инновационной инфраструктуры [4].

**Обсуждение полученных материалов.** Инновационная инфраструктура сельского хозяйства, по мнению автора, представляет собой совокупность организационной, экономической, производственной, информационной и правовой систем. Таким образом, формирование инновационной инфраструктуры сельского хозяйства – это формирование комплексной системы, состоящей из самостоятельных взаимодействующих и взаимодополняющих систем (рис. 1).



Рисунок 1 - Формирование инновационной инфраструктуры в сельском хозяйстве (составлено автором).

Инновационная система сельского хозяйства представляет собой сложную, динамическую, открытую модель инновационной деятельности, интегрирующую в пространстве и во времени множество элементов, их взаимоотношения в процессе достижения поставленных целей.

В преломлении взаимодействия входящих в состав субъектов, инновационная система сельского хозяйства представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов инновационной деятельности, отраслевых научно-исследовательских институтов, сельскохозяйственных товаропроизводителей, высших учебных заведений, инновационных центров, технопарков, малого инновационного бизнеса, инновационно - активных предприятий, венчурных фондов и прочих структур. При этом функционирование данных элементов направлено на внедрение принципиально новых научных разработок, необходимых сельскохозяйственному товаропроизводителю, в результате получения научно-технического, экономического, технологического, социального, политического или другого эффекта при обеспечении инновационного развития сельского хозяйства.

Рассмотрим роль, значение и перспективы развития каждой входящей в состав инновационной инфраструктуры сельского хозяйства системы.

Система законодательного обеспечения представляет собой комплекс нормативно-правовых актов, направленных на развитие инновационной деятельности. Система методического обеспечения функционирует на основе анализа ее фактического состояния, направлений оценки и эффективности научных разработок, принципов, подходов, методов исследования, а также сдерживающих развитие прогресса в отрасли факторов. Система маркетинговых исследований, анализ рыночного спроса являются основополагающими факторами в выборе направлений создания именно тех научных разработок, которые будут востребованы со стороны сельскохозяйственных товаропроизводителей, которые необходимы рынку в данный момент времени. Организационно-управленческая система в инновационной инфраструктуре сельского хозяйства определяет направления планирования и координации научных исследований, построение принципов управления инновационным процессом в сельском хозяйстве. Производственная система функционирует для поддержки создания новой конкурентоспособной научной продукции, новых сортов растений и гибридов животных, высокотехнологичной сельскохозяйственной техники и оборудования, их практического освоения на предприятиях. Система экспертизы и сертификации научных разработок и инновационных программ, проектов, предложений и заявок позволит обеспечить объективное качественное проведение комплексной экспертизы и оценки научных разработок по показателям научной, экономической, социальной, технологической, производственно-инвестиционной и экологической эффективности, сертификации научных разработок, а также предоставления субъектам инновационной инфраструктуры услуг в области метрологии, стандартизации и контроля качества. Система маркетинга, система внедрения научных достижений имеет своей целью продвижение научно-технической продукции в сельском хозяйстве на региональный,

межрегиональный, федеральный и зарубежные рынки, должна обеспечить мониторинг, маркетинг, рекламную деятельность, пропаганду научных достижений, ярмарочную и выставочную деятельность, патентолицензионную работу и защиту интеллектуальной собственности. На этом этапе необходима серьезная финансово-экономическая поддержка как производителей научно-технической продукции, так и посреднических консалтинговых структур. Система информационного обеспечения инновационной инфраструктуры сельского хозяйства в перспективе должна обслуживаться программными комплексами, которые обеспечивают научно-техническую базу оперативно достоверной информацией, необходимой для качественной реализации инновационных проектов – заказа “все включено”, и предоставляющим возможность доступа к базам данных и знаний на различных условиях. Также целесообразно проводить постоянный контроль качества инновационных проектов в сфере сельского хозяйства и на основе принципа обратной связи от сельхозтоваропроизводителей получать те параметры научно-технической продукции, которые необходимо совершенствовать или изменять. Это возможно на основе развития системы подготовки кадрового обеспечения, которая должна быть представлена профессионально подготовленными и имеющими опыт практической научно-технической деятельности руководителями проектов, учеными и исследователями научных учреждений в отрасли экономики и организации агропромышленного комплекса.

Каждая из перечисленных систем инновационной инфраструктуры должна иметь свои собственные механизмы реализации поставленных функций и соответствующие организационные структуры в виде отраслевых научных учреждений и институтов, обеспечивающих функционирование этих механизмов. Результатом работы инновационной инфраструктуры является научно-техническая продукция в виде открытий, гипотез, теорий, концепций, проектов законов, экспертных систем, моделей, научных разработок в различных отраслях сельского хозяйства.

К основополагающим условиям формирования инновационной инфраструктуры в сельском хозяйстве относятся разработка методик исследования рынка научно-технической продукции, развитие научно-технической политики в сельском хозяйстве, законодательное и правовое обеспечение рынка научно-технической продукцией, разработка производителем инновационной научно-технической продукции, создание специальных подразделений в информационно-консультационной службе по внедрению и продвижению научных разработок в сельскохозяйственное производство, государственная поддержка продвижения наукоемких технологий, а также эффективное продвижение научно-технической продукции от производителя к потребителю.

Формирование инновационной инфраструктуры в сельском хозяйстве базируется на основе глубокого всестороннего анализа существующей научно-технической политики в агропромышленном комплексе, выявление сдерживающих и ускоряющих процесс продвижения достижений научно-технического прогресса и результативность функционирования инновационной

инфраструктуры в целом.

Таким образом, для формирования инновационной инфраструктуры в сельском хозяйстве необходим комплексный подход к изучению факторов как сдерживающих, так и ускоряющих. Анализ таких факторов позволит более объективно оценить текущее состояние и предложить более конкретные пути развития инновационной инфраструктуры в сельском хозяйстве (рис. 2).

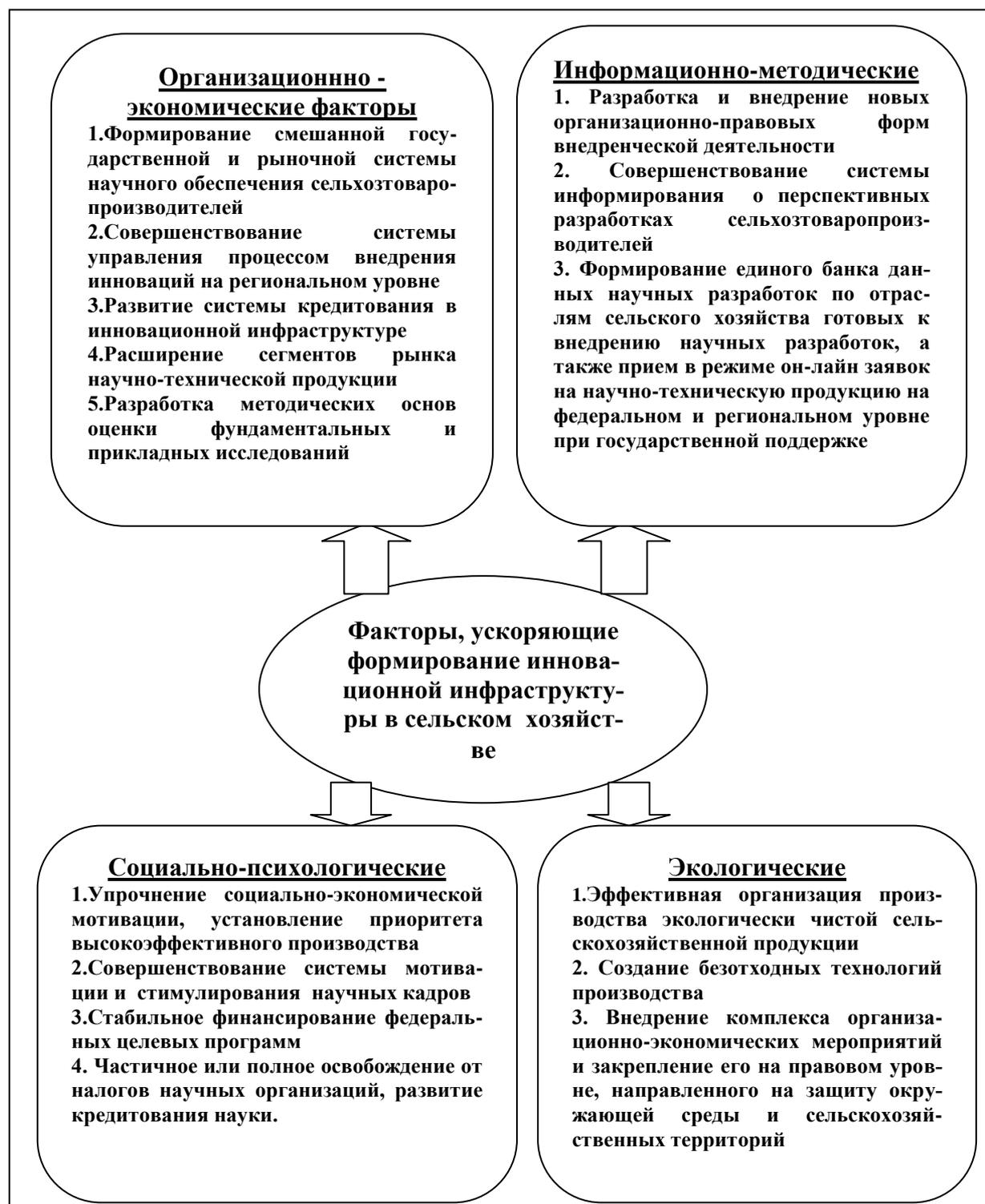


Рисунок 2 - Факторы, влияющие на формирование инновационной инфраструктуры сельского хозяйства (составлено автором).

В результате установлено, что под влиянием перечисленных выше факторов выстраиваются отношения между производителями и потребителями научных достижений, формируется рынок научно-технической продукции.

Следует отметить, что при формировании инновационной инфраструктуры в сельском хозяйстве необходимо учитывать ускоряющие факторы (организационно-экономические, информационно-методические, социально-психологические, экологические), реализация которых на практике будет способствовать интеграции системы наука-производство.

В основе управления инновационной инфраструктурой сельского хозяйства, безусловно, находится анализ спроса, т.е. исследование текущих и перспективных потребностей сельхозтоваропроизводителей в той или иной научно-технической продукции. В литературных источниках такие линейные организационные модели управления называются моделями на «вызове спроса». Но в последнее время требуется расширение границ маркетингового подхода в управлении инновациями. Это возможно на основе интеграции маркетинга, научно-исследовательских работ и производственных систем.

Результаты маркетинговых исследований в организационных моделях, основанных на «вызове спроса», рассматриваются как стартовые события инновационного цикла. Вследствие обострения конкурентной борьбы, расширения границ инновационной деятельности автором предлагается формирование нелинейной организационной модели управления инновационной инфраструктурой в сельском хозяйстве (рис. 3).

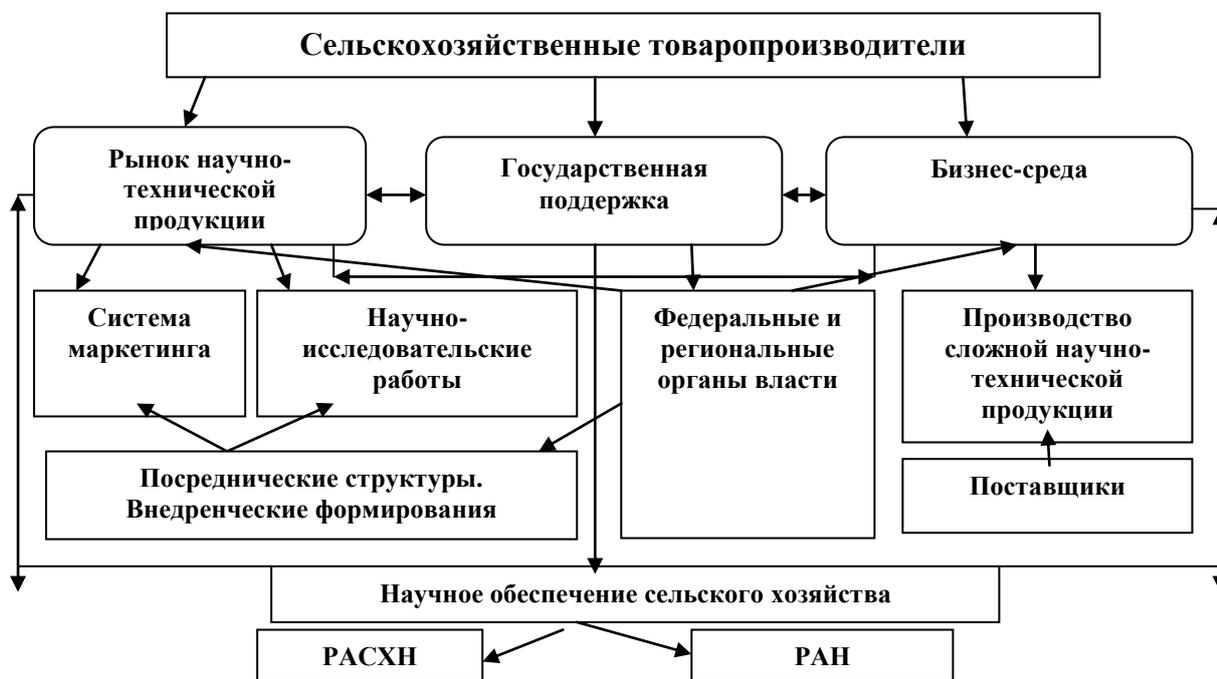


Рисунок 3 - Нелинейная организационная модель управления инновационной инфраструктурой в сельском хозяйстве (составлено автором).

Основная идея создания нелинейных моделей управления заключается в установлении баланса рыночного регулирования, государственной поддержки и

современных производственных возможностей. Весомую роль в управлении инновационной инфраструктурой оказывают федеральные и региональные органы власти, сельхозтоваропроизводители, различные посреднические внедренческие структуры, поставщики сырья и материалов и другие субъекты [1].

**Выводы.** 1. Создание нелинейных моделей управления инновационной инфраструктурой в сельском хозяйстве обеспечит повышение функционирования всей системы в целом за счет гибкого комплексного взаимодействия организационных звеньев корпоративной модели управления научными достижениями в сельском хозяйстве, что увеличит масштабы и оперативность производства востребованной научно-технической продукции, обеспечит качественно совершенствование научно-технической продукции и перспективы расширения рынка научных разработок в сельском хозяйстве в условиях глобализации экономики.

2. Формирование и развитие комплексной инновационной инфраструктуры в сельском хозяйстве, а также обеспечение эффективного организационно-экономического механизма управления – необходимое условие повышения уровня кадрового потенциала, интеграции фундаментальных и прикладных научных исследований в сельском хозяйстве, а также ускорения освоения перспективных научных достижений в сельскохозяйственном производстве.

#### Список литературы

1. *Иванюк И.А.* Развитие системы управления инновационной деятельностью / *И.А. Иванюк, М.Б. Пономарева* //Изв. Волгоград. гос.ударственного технического университета. – Вып. 5. – Волгоград: РПК “Политехник”, 2006.
2. *Нечаев В.И.* Агроуниверситет на инновационном этапе / *В.И. Нечаев* // Экономика сельского хозяйства России. – 2007. – № 1. – С. 14-15.
3. *Полунин Г.А.* Организационно-экономический механизм инновационного развития АПК/ *Г.А. Полунин* //АПК: Экономика, управление, – 2010. – №11. – С. 25-28.
4. *Санду И.С.* Формирование инновационной модели развития сельского хозяйства / *И.С. Санду* // АПК: Экономика, управление, 2010. – №11. – С. 72-75.

#### References

1. *Ivanjuk I.A., Ponomareva M.B.* *Razvitie sistemy upravlenija innovacionnoj dejatel'nost'ju* [Development of management system of innovative activity] *Izvestija Volgogradskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta* [News Volgograd State Technical University]. Volgograd, 2006, no. 5.
2. *Nechaev V.I.* *Agrouniversitet na innovacionnom jetape* [Agrouniversity at innovative stage] *Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossii* [Economics of agriculture in Russia]. 2007, no.1, pp. 14-15.
3. *Polunin G.A.* *Organizacionno-jekonomičeskij mehanizm innovacionnogo razvitija APK* [Organization and economical mechanism of innovative development of AIC]. 2010, no.11, pp. 25-28.
4. *Sandu I.S.* *Formirovanie innovacionnoj modeli razvitija sel'skogo hozjajstva* [Formation of innovative model of agricultural development]. *APK: Jekonomika, upravlenie* [AIC: Economics, management]. 2010, no.11, pp. 72-75.

**Сведения об авторе:**

**Дерунова Елена Анатольевна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры туризма и культурного наследия экономического факультета. Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (410012, Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, тел. 89873093797, 8 (8452)548851, e-mail: elenaderunova@bk.ru).

**Information about the author:**

**Derunova Elena A.** – candidate of economical sciences, assistant professor, department of tourism and cultural heritage, economy faculty. Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky (83, Astrakhansky str., Saratov, Russia, 410012, tel. 89873093797, 8(8452)548851, e-mail: elenaderunova@bk.ru).

УДК 338.439.4:637.12 (571.53)

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА  
В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**М.Ф. Тяпкина, Е.А. Ильина**

*Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Иркутск, Россия  
Экономический факультет*

В статье рассмотрена динамика производства молока и факторы на него влияющие – поголовье коров и уровень надоя на одну корову за период 2000-2010 гг. в Иркутской области. Также исследуется динамика поголовья и продуктивности племенных коров, аргументированы возможности предприятий по расширению кормовой базы. Представлены данные передовых хозяйств региона по уровню производства молока и продуктивности коров. Сделаны выводы об имеющихся перспективах развития отрасли молочного скотоводства в регионе, поскольку рост продуктивности коров способствует снижению себестоимости и повышению конкурентоспособности продукции.

*Ключевые слова:* производство, молоко, поголовье, продуктивность, племенная работа, Иркутская область.

UDC 338.439.4:637.12 (571.53)

**MODERN STATE OF MILK PRODUCTION IN IRKUTSK OBLAST**

**Тяпкина М.Ф., Ильина Е.А.**

*Irkutsk State Academy of Agriculture, Irkutsk, Russia  
Economy Faculty*

This article considers the dynamics of milk production and factors affecting it - number of cows and milk yield per cow for the period of 2000-2010 in Irkutsk oblast. The dynamics and productivity of breeding cows' livestock have been also examined; the ability of enterprises to increase food supply has been substantiated. The data on the advanced economies of the region in terms of milk production and productivity of cows have been presented. The conclusions about the prospects of the existing dairy industry in the region, since the growth of productivity of cows helps to reduce the costs and improve the competitiveness, have been made.

*Key words:* production, milk, livestock population, efficiency, breeding work, Irkutsk oblast.

Молоко – один из главных элементов здорового рациона людей любых возрастов, поскольку в нем сочетаются питательные вещества, без которых

человеческий организм не может существовать, и уникальные вкусовые качества.

Проблема производства молока в настоящее время особенно актуальна, поскольку сокращение поголовья дойного стада, недостаточный уровень и полноценность кормления стали причиной низкой продуктивности стада, что, в свою очередь, повлияло на уровень производства и конкурентоспособность отрасли молочного скотоводства области. В связи с этим необходимо выявить проблемы, стоящие перед молочным скотоводством, а также имеющиеся перспективы развития отрасли.

**Цель** исследования заключается в изучении основных тенденций производства молока в регионе, а также факторов, оказывающих на него влияние.

**Объектом** исследования выступают результаты деятельности производителей молока в Иркутской области

**Результаты и обсуждение.** В регионе за анализируемый период во всех категориях хозяйств производство молока уменьшилось на 5.3% (табл. 1), в том числе за счет сокращения производства в сельскохозяйственных организациях и хозяйствах населения на 19.9% и 3.7% соответственно, а также за счет роста производства в крестьянских (фермерских) хозяйствах в 2.3 раза, что в 2010 г. составило 24.1 тыс.тонн.

**Таблица 1 – Производство молока в Иркутской области за период 2000-2010 гг. [1]**

Категории хозяйств	2000г.		2002г.		2004г.		2006г.		2008г.		2010г.		2010г. в % к 2000г.
	тыс.т.	%											
Хозяйства всех категорий	476.5	100	511.1	100	517.1	100	468.4	100	495.1	100	451.1	100	94.7
Сельскохозяйственные организации	136.2	28.6	120.9	23.7	100.1	19.4	97.2	20.8	108.2	21.9	109.1	24.2	80.1
Крестьянские (фермерские) хозяйства	10.3	2.2	12.3	2.4	15.2	2.9	15.9	3.4	20.0	4.0	24.1	5.3	234.0
Хозяйства населения	330.0	69.3	377.9	73.9	401.8	77.7	355.3	75.9	366.9	74.1	317.9	70.5	96.3

Хозяйствами всех категорий в 2010 г. было произведено 451.1 тыс.тонн молока, при этом наибольший объем производства приходится на хозяйства населения – от 69% в 2000 г. до 92% – в 2009 г. В общем объеме производства сельскохозяйственные организации произвели наименьший объем молока в 2004 г. (около 20% от общего объема производства), затем начали наращивать объемы производства и в 2010 г. достигли уровня 2001 г. (более 24% от общего объема производства). Снижение производства молока вызвано низкой

урожайностью кормовых культур.

Наиболее крупными производителями молока в регионе являются: СХОАО “Белореченское” – 29952 тонн (Усольский район), ЗАО “Железнодорожник” – 7363 тонн (Усольский район), ЗАО “Большееланское” – 5049 тонн (Усольский район), ОАО “Сибирская Нива” – 1978 тонн (Иркутский район).

Производство молока находится в прямой зависимости от поголовья коров, в связи с этим рассматривается динамика поголовья коров (табл. 2).

**Таблица 2 – Поголовье коров в Иркутской области за период 2000-2010 гг. [1]**

Категории хозяйств	2000г.		2002г.		2004г.		2006г.		2008г.		2010г.		2010г. в % к 2000г.
	тыс. гол.	%	тыс.т.	%									
Хозяйства всех категорий	201.4	100	204.6	100	170.4	100	153.8	100	153.4	100	133.2	100	66.1
Сельскохозяйственные организации	75.4	37.4	58.8	28.7	41.0	24.1	32.4	21.1	31.8	20.7	29.1	21.8	38.6
Крестьянские (фермерские) хозяйства	3.6	1.8	4.9	2.4	5.1	3.0	5.4	3.5	8.0	5.2	8.5	6.4	236.1
Хозяйства населения	122.4	60.8	140.9	68.9	124.3	72.9	116.0	75.4	113.6	74.1	95.5	71.7	78.0

В хозяйствах всех категорий поголовье коров сократилось на 34%, в том числе в сельскохозяйственных организациях и хозяйствах населения на 61.4% и 22% соответственно, несмотря на увеличение поголовья в крестьянских (фермерских) хозяйствах в 2.4 раза. В целом по региону за анализируемый период наибольшая численность поголовья была зафиксирована в 2002 г. – 204.6 тыс. гол.

Наибольший удельный вес по количеству поголовья коров принадлежит хозяйствам населения (колеблется от 61% в 2000 г. до 76% в 2007 г.) 72% в 2010 г. На долю сельскохозяйственных организаций в отчетном году приходится лишь 22%. Крестьянские (фермерские) хозяйства на протяжении всего анализируемого периода увеличивают поголовье коров, а, следовательно, удельный вес увеличился с 1.8% до 6.4%.

Таким образом, за период 2000-2010 гг. в регионе производство молока снижается медленнее (сокращение на 5%), чем поголовье коров (сокращение на 34%), одной из причин такой тенденции является увеличение надоя на одну корову (табл. 3).

**Таблица 3 – Надой молока на одну корову в Иркутской области  
за период 2000-2010 гг. [1]**

Категории хозяйств	2000г.	2002г.	2004г.	2006г.	2008г.	2010г.	2010 г. в % к 2000 г.
Хозяйства всех категорий	2365.9	2498.0	3034.6	3045.5	3227.5	3386.6	143.1
Сельскохозяйственные организации	1806.4	2056.1	2441.5	3000.0	3402.5	3749.1	207.6
Крестьянские (фермерские) хозяйства	2861.1	2510.2	2980.4	2944.4	2500.0	2835.3	99.1
Хозяйства населения	2696.1	2682.0	3232.5	3062.9	3229.8	3328.8	123.5

За исследуемый период в хозяйствах всех категорий надой на одну корову увеличился в 1.4 раза, при этом наибольший рост зарегистрирован в сельскохозяйственных организациях – в 2.1 раза; в крестьянских (фермерских) хозяйствах – сократился на 1%.

Если в 2000 г. по уровню надоев на одну корову на ведущем месте находились крестьянские (фермерские) хозяйства – 2861.1 кг, затем – хозяйства населения (2696.1 кг), далее – сельскохозяйственные организации (1806.4 кг), то в 2010 г. ситуация изменилась, ведущие позиции занимают сельскохозяйственные организации – 3749.1 кг, затем – хозяйства населения (3328.8 кг), далее – крестьянские (фермерские) хозяйства (2835.3 кг).

При росте производства молока в 2.3 раза и увеличении поголовья коров в 2.4 раза, сокращение надоя молока на одну корову в крестьянских (фермерских) хозяйствах свидетельствуют об экстенсивном пути развития производства в данной категории хозяйств.

Интенсивный путь развития производства молока наблюдается в сельскохозяйственных организациях (рост надоя молока на одну корову в 2.1 раза), что связано с результатами селекционно-племенной работы на предприятиях, улучшением структуры и качества стада, пересмотр кормовой базы.

Например, в Иркутской области за период 2007-2010 гг. количество хозяйств, занимающихся племенной работой, возросло в 1.5 раза (с 8 до 12 предприятий), при этом поголовье племенных коров и уровень продуктивности имеют четкую тенденцию к увеличению (табл. 4).

Таблица 4 – **Динамика поголовья и продуктивности племенных коров Иркутской области за период 2007 – 2010 гг.**

Тип хозяйства	2007г.		2008г.		2009г.		2010г.		Темп роста, %	
	кол-во голов	средняя продуктивность, кг	кол-во голов	средняя продуктивность, кг						
Все хозяйства	7674	4425	8069	4713	11527	4901	13993	5003	182.3	113.1
Племенные хозяйства	6032	4944	6732	5091	8569	5188	10138	5348	168.1	108.2

\* по данным министерства сельского хозяйства Иркутской области

За исследуемый период уровень надоя на одну племенную корову вырос на 13.1% и составил 5003 кг, а в племенных хозяйствах добились показателя – 5348 кг на одну корову. Следует отметить, что темп роста поголовья коров в племенных хозяйствах (1.7 раза) опережает темп роста количества племенных хозяйств, что является благоприятной тенденцией.

Наибольшей продуктивности в регионе добились такие хозяйства, как ЗАО “Большееланское” - 6917 кг, ЗАО “Железнодорожник” - 6402 кг, ЗАО Агрофирма “Ангара” - 6356 кг, СХОАО “Белореченское” – 5816 кг.

Кроме того, рост посевных площадей занятых кормовыми культурами в предприятиях, занимающихся производством молока, за аналогичный период на 38.4% свидетельствует об улучшении структуры и качества кормовой базы в сельскохозяйственных предприятиях.

**Выводы.** 1. За анализируемый период в Иркутской области, несмотря на рост производства молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах, производство молока сокращается, за счет его сокращения в сельскохозяйственных организациях и хозяйствах населения. Такая тенденция вызвана увеличением количества зарегистрированных крестьянских (фермерских) хозяйств, которое было вызвано реализацией Областной государственной целевой программы, поскольку увеличилась доля субсидий и дотаций крестьянским (фермерским) хозяйствам из бюджета.

2. В крестьянских (фермерских) хозяйствах наблюдается сокращение надоя молока по сравнению с сельскохозяйственными организациями, где надой молока увеличивается, в связи с пересмотром кормовой базы, результатами селекционно-племенной работы на предприятиях, улучшением структуры и качества стада.

На территории региона рост продуктивности коров свидетельствует об имеющихся перспективах развития отрасли молочного скотоводства, так как способствуют снижению себестоимости и повышению конкурентоспособности продукции.

#### Список литературы

1. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области [Электронный ресурс] / Режим доступа: [www.irkutskstat.gks.ru](http://www.irkutskstat.gks.ru)

2. Развитие сельского хозяйства и поддержка развития рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Иркутской области на 2009-2012 гг: областная государственная целевая программа [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [www.agroline.ru](http://www.agroline.ru)

#### References

1. *Oficial'nyj sajt Territorial'nogo organa Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Irkutskoj oblasti* [Official site of Territorial organ of Federal service of the state statistics in the Irkutsk region] [www.irkutskstat.gks.ru](http://www.irkutskstat.gks.ru).

2. *Razvitie sel'skogo hozjajstva i podderzhka razvitija rynkov sel'skohozjajstvennoj produkcii, syr'ja i prodovol'stviya Irkutskoj oblasti na 2009-2012gg* [Development of agriculture and support of development of the markets of agricultural production, raw materials and the food in the Irkutsk region on 2009-2012] [www.agroline.ru](http://www.agroline.ru).

#### Сведения об авторах

**Тяпкина Мария Федоровна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов и анализа экономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел.89086567695, e-mail: [mft74@mail.ru](mailto:mft74@mail.ru)).

**Ильина Елена Андреевна** – магистрант кафедры финансов и анализа экономического факультета. Иркутская государственная сельскохозяйственная академия (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел.89501001771, e-mail: [ermilova1771@rambler.ru](mailto:ermilova1771@rambler.ru)).

#### Information about the authors:

**Tyapkina Maria F.** – candidate of economical sciences, assistant professor, department of finances and analysis, economy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89086567695, e-mail: [mft74@mail.ru](mailto:mft74@mail.ru)).

**Iilina Elena A.** – Master Degree student, department of finances and analysis, economy faculty. Irkutsk State Academy of Agriculture (Molodezhny Settlement, Irkutsk region, Irkutsk oblast, Russia, 664038, tel. 89501001771, e-mail: [ermilova1771@rambler.ru](mailto:ermilova1771@rambler.ru)).

**УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС**

УДК 371.274/.276(09)

**ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТЕСТОВ, ИХ  
ИСТОРИЯ И НЕДОСТАТКИ**

**В.С. Агафонов**

Восточно-Сибирская государственная академия образования, г. Иркутск, Россия  
Институт психологии

В данной статье кратко рассказывается об истории возникновения и развития системы тестирования, начиная с древних государств Китая и Египта и существовавших на то время систем отбора кандидатов, которые и явились основоположниками современных тестов. О процессе совершенствования систем тестирования на момент начала первой и второй мировых войн, оказавших значительное влияние на их развитие и распространение, и заканчивая состоянием систем тестирования на сегодняшний день. Указывается на существующую уязвимость в системах тестирования на примере разных видов систем и возможность её использования для искажения результатов в свою пользу.

*Ключевые слова:* история возникновения тестов, Современная ситуация сферы тестирования, Возможность искажения результатов тестирования

UDC 371.274/.276(09)

**HISTORICAL ASPECTS OF OCCURRENCE OF TESTS, ITS HISTORY AND  
DISADVANTAGES**

**Agafonov V.S.**

Eastern Siberian State Academy of Education, Irkutsk, Russia  
Institute of Psychology

The given paper briefly deals with the history about the occurrence and development of the system of testing from China to Egypt and with the existed system of candidate selection, who have been considered to be founders of modern tests. It considers the process of the improvement of the systems of testing from the moment of the first and second world wars, which had a significant influence on its development and distribution, to the state of the testing systems at the present day. There has been noted the current sensitivity in the systems of testing by example of different kinds of systems and the possibility of its use for distortion of testing results for its own benefit.

*Key words:* history of occurrence of tests, modern situation of testing sphere, possibility of distortion of testing results.

**Задачей** данной статьи является желание автора рассмотреть историю возникновения тестовых систем, показать кратко процесс их развития, а так же тот факт, что имеющиеся на данный момент системы далеки от идеала и имеют недостатки. Рассматриваемый вопрос интересен тем, что в наше время, время повсеместного распространения тестов и их проникновения в большое количество сфер деятельности человека, приводит не только к положительным, но и к отрицательным результатам.

**Материалы, результаты и обсуждение.** Изначально системы тестирования и проверки были для большинства людей чем-то необычным и непривычным. Тесты были сложны и их результаты непредсказуемы для большинства тестируемых, что давало безусловный плюс точности

результатов. Необходимость проверки кандидатов на те или иные должности, или выявление некоторых как позитивных, так негативных качеств человека, делали тесты всё более и более популярными в данной сфере, что в последующем привело к снижению планки сложности и соответственно к снижению точности результатов. Конечно, в отличии от тестов, использовавшихся в послевоенных армиях (и считавшихся одним из военных преимуществ над противником), такие тесты “мирной” направленности стали менее точны, но в нашей повседневной жизни такое снижение точности не особо сказалось на результатах, ведь отпала необходимость жесткого отбора кандидатов, как она к примеру необходима в большинстве сфер военного искусства. Но упрощение привело к общедоступности и массовому распространению тестов, что является безусловным плюсом. Так и к менее очевидным минусам, в данном контексте, я говорю о возможности искажения результатов тестирования в свою пользу. Снижение планки сложности привело к возможности исказить результат в пользу тестируемого, чем, конечно, не преминёт воспользоваться любой здравомыслящий человек, поставивший себе цель пройти испытание с максимальным результатом. Конечно, такая возможность доступна далеко не каждому и отнюдь не со всеми видами тестов. Однако большинство достаточно образованных людей, наверняка, ловили себя на мысли при прохождении того или иного тестирования, что они могут предположить как тот или иной ответ может повлиять не исходный результат, и маловероятно кто-нибудь удержится от соблазна приукрасить себя на пути к своей цели.

В наше время тесты (“*test*” англ.(испытание, проверка, проба)) распространены повсеместно, и они проникли во все сферы деятельности человека, если в них необходимо провести ту или иную оценку кого, или чего-либо. И всё же, несмотря на явные плюсы такой системы оценки, имеются и минусы, неявные или же незначительные. Для начала давайте углубимся в историю и узнаем, как собственно зародилась нынешняя система тестирования

История тестов уходит своими корнями в рассвет человечества, в древние цивилизации Египта и Месопотамии.

Еще в середине III тысячелетия до н.э. в Древнем Вавилоне проводились испытания выпускников в школах, где готовились писцы. Благодаря обширным, по тем временам, знаниям профессиональный писец был центральной фигурой месопотамской цивилизации; он умел измерять поля, делить имущество, петь, играть на музыкальных инструментах. Во время испытаний проверяли его умения разбираться в тканях, металлах, растениях, а также знаниях всех четырех арифметических действий и, естественно, умение писать [1].

Безусловно, из-за ключевой роли писца в древнем обществе отбор кандидатов требовал достаточно придирчивой оценки, и такая необходимость возникала не только в Древнем Вавилоне. В Древнем Египте искусству жрецов обучали только тех, кто выдерживал систему определенных испытаний. Вначале кандидат проходил процедуру, которую можно было бы сейчас назвать собеседованием. При этом выясняли биографические данные, уровень

образованности, оценивали внешность, умение вести беседу. Затем проверяли умения - трудиться, слушать, молчать. Тем, кто не уверен, что выдержит все тяготы длительного образования, предлагалось подумать - с какой стороны окончательно закрыть за собой дверь в храм - с внутренней или внешней [4]. Сообщается (там же), что эту суровую систему испытаний и отбора успешно преодолел в молодые годы Пифагор. Вернувшись после учебы в Грецию, он основал свою школу, допуск в которую открывал только после серии различных испытаний, похожих на те, которые выдержал он сам.

В III тысячелетии до н.э. в Китае существовала должность правительственного чиновника. Соответственно, появились и первые элементы профотбора на эту должность. Отбору способствовала атмосфера торжественности и внимания к молодым людям, осмелившимся держать государственные экзамены на занятие по этой должности. В китайском обществе эти экзамены воспринимались почти как празднество. Тему экзамена нередко давал сам император, и он же проводил проверку знаний претендентов и на заключительном этапе конкурса [5].

Однако тесты в нынешнем, привычном виде появились много позже. В начале XX века, всё усиливающаяся глобализация общества и конфликты, связанные с нею, подтолкнули их развитие. С усложнением техники стали более высоки требования к кандидатам, а значит, появились потребности в отборе наиболее приспособленных людей на ту или иную должность.

Первая мировая война активизировала разработку тестов для определения профессиональной пригодности и для ускоренной подготовки лиц, обладающих нужными для военного дела знаниями и навыками, интеллектуальными и физическими качествами. Интенсивное техническое перевооружение промышленности ведущих капиталистических государств в начале XX века актуализировало проблему “человек – техника”. Все острее стала осознаваться мысль о том, что не каждый желающий сможет управлять сложными техническими устройствами: для этого необходимы знания, способности и соответствующие навыки, а значит, нужны тесты, профессиональный отбор и профессиональная подготовка. По данным английской статистики, в первую мировую войну только 2% потерь авиации были связаны непосредственно с боевыми операциями; 8% было потеряно из-за дефектов материальной части, а больше всего – 90% потерь было вызвано профессиональной непригодностью тех, кто пилотировал самолеты [2]

Война существенно обострила интерес к вопросам соотношения способностей человека с требованиями профессий. “Всем стало ясно, - писал в те годы Г. Мюнстерберг, - что никакая расточительность ценных благ не носит столь пагубного характера, как расточительность ... живых сил народа, распределяющихся в полной зависимости от случая. ... Совершенно не обращается внимание на соответствие между трудом и работником” [3]

Военные исследования безусловно дали самый сильный толчок к развитию тестирования, но как множество других нововведений в дальнейшем они распространились и на другие сферы деятельности.

Однако помимо вполне наглядных положительных сторон системы

тестирования, у нее есть и свои неявные недостатки. Мне бы хотелось сосредоточить ваше внимание на так называемой возможности искажения результата теста, или на возможности подстроить результаты для своих целей. Достаточно образованный человек, задавшейся целью получить приемлемый для себя результат, сможет с высокой долей вероятности предположить, как повлияет тот или иной ответ на результат тестирования и дать ответ, направленный на удовлетворение своих интересов, соответственно результативность теста при таком подходе стремительно падает. Искажение результатов теста как раз и заключается в использовании подобной возможности. Особенно уязвимы небольшие текстовые тесты с вариантами ответов. При анализе вариантов ответов в тесте можно отсеять неприемлемые и выбрать подходящий.

Менее подвержены тесты, не имеющие вариантов и предлагающие тестируемому самому написать ответ, однако такая система ответа на тесты получает достаточно расплывчатые результаты, которые бывает довольно сложно интерпретировать в правильном ключе. Для примера можно привести “Тест Роршаха”, несмотря, что там в качестве вопросов используются цветные пятна, а не текст. Это очень распространенный тест, однако его точность так и не была до конца оценена. Исходя из этого, можно сказать, что хоть тесты с не заданным набором ответов более устойчивы в плане защиты, они неточны в своих результатах, которые приходится интерпретировать в зависимости от тестируемого, что соответственно снижает точность результата.

Некоторое увеличение защищённости даёт вариант, при котором необходимо дать два или более варианта ответов на вопрос, на данный момент из всех вариантов такой можно назвать самым оптимальным с точки зрения противодействия искажению. Однако как и предыдущие виды тестов, несмотря на увеличение вероятности на правильный ответ со стороны тестируемого, это приводит к снижению точности результата теста, так как чем больше вариантов ответа, тем больше неопределенность в результате.

Конечно, для системы, где тесты являются только частью общей проверки, такая уязвимость малозначительна, ведь на общей картине неверные результаты тестирования будут видны слабо, и, возможно, не окажут никакого влияния. Но в системах, где тестирование и, особенно тестирование с вариантами ответов, стоит во главе угла такая возможность искажения становится критичной.

Особняком тут стоят тесты, в которых необходимо сформулировать ответ своими словами, достаточно сложно в системах тестов предугадать, как повлияет тот или иной ответ на результат становится маловероятным, но всё же исключать такую возможность полностью нельзя. Даже в старом и повсеместно используемом “Тесте Роршаха” возможно дать ответ, который исказит практически всю картину в целом, а в тестах, особенно на психическую устойчивость, такая возможность крайне критична.

**Выводы.** 1. Система тестов “вопрос – несколько ответов” ненадёжна в плане точности и может быть использована для достижения своих целей соискателем, проходящем тест, что приведёт к искажению результатов,

необходимых для тестирующего.

2. Системы тестов “вопрос – произвольный ответ (где ответ должен дать сам тестируемый, а не выбирать из предложенных вариантов)” более надежны, но страдают из-за недостатка точности при получении ответов.

#### Список литературы

1. Дандамаев М.А. Вавилонские писцы / М.А. Дандамаев – М.: Наука, 1983. – 245 с.
2. Методические основы профессионального отбора – Рига, 1968. – 77 с.
3. Мюнстерберг Г. Психология и экономическая жизнь / Г. Мюнстерберг – М., 1914. – 90 с.
4. Шюре Э. Великие посвященные / Э. Шюре – Калуга: Лотос (Пер. с фр.), 1914. – 419 с.
5. DuBois P.H. A History of Psychological Testing / P.H. DuBois // Boston, Allyn and Bacon Inc., 1970. – 152 p. cit.
6. <http://oren-test.narod.ru>

#### References

1. Dandamaev M.A. *Vavilonskie pistsy* [Babylonian penmen]. Moskow, 1983, 245 p.
2. *Metodicheskie osnovy professional'nogo otbora* [Methodological bases for professional selection]. Riga, 1968, 77 p.
3. Myunsterberg G. *Psikhologiya i ehkonomicheskaya zhizn'* [Psychology and economical life]. Moskow, 1914, 90 p.
4. SHyure EH. *Velikie posvyashhennye* [Great initiate]. Kaluga, 1914, 419 p.
5. DuBois P.H. *A History of Psychological Testing*. Boston, Allyn and Bacon Inc., 1970. 152 p. cit.
6. <http://oren-test.narod.ru>.

#### Сведения об авторе:

**Агафонов Виктор Сергеевич** – аспирант кафедры психодиагностики и дисциплин специализации Института психологии. Восточно-Сибирская государственная академия образования. (664011, Россия, г. Иркутск, ул. Нижняя Набережная, д. 6, тел. 89500550160, e-mail:agafonov38@)rambler.ru).

#### Information about the author:

**Agafonov Victor S.** – PhD student, department of psychodiagnostics and specialization disciplines, Institute of Psychology. Eastern Siberian State Academy of Education. (6, Nizhnyaya Naberezhnaya Street, Irkutsk, Russia, 664011, tel. 89500550160, e-mail:agafonov38@)rambler.ru).

## **Требования к статьям, публикуемым в научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”**

### **Условия опубликования статьи.**

1. Представленная для публикации статья должна быть актуальной, обладать новизной, содержать постановку задач (проблем), описание основных результатов исследования, полученных автором, выводы.

2. Соответствовать правилам оформления.

3. Для авторов, кроме студентов, аспирантов очной и заочной формы обучения, условием публикации статей является годовая подписка – 1500 руб., при этом объем статьи не должен превышать 8 страниц. Число авторов в статье - не более пяти.

4. Оформление подписки через бухгалтерию ИрГСХА (ИНН 3811024304 КПП 382701001 УФК по Иркутской области (ФГОУ ВПО ИрГСХА Л/СЧ.03341439730) БАНК: ГРКЦ ГУ БАНКА РОССИИ по ИРКУТСКОЙ ОБЛ. г. ИРКУТСК БИК 042520001 Р/СЧ 40503810300001000001 (за годовую подписку журнала „Вестник ИрГСХА”).

5. Автор может опубликовать одну статью в полугодие и два раза в год в соавторстве.

### **Правила оформления статьи.**

1. Статья направляется в редакцию журнала по адресу: 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный ФГБОУ ВПО “Иркутская государственная сельскохозяйственная академия”, “Редакция журнала “Вестник ИрГСХА” зам. главного редактора, ауд. 349, e-mail: nikulina@igsha.ru, 8(3952) 237-472, 89500885005.

2. Статья представляется в бумажном виде и на электронном носителе (по e-mail или на электронном носителе) в формате Microsoft Word. Бумажный вариант должен полностью соответствовать электронному. При наборе статьи необходимо учитывать следующее: форматирование по ширине; поля: справа и слева – по 230 мм, остальные – 200 мм, абзацный отступ – 12,5 мм.

3. Текст статьи должен быть тщательно вычитан и подписан автором, который несет ответственность за научно-теоретический уровень публикуемого материала.

4. Нумерация страниц обязательна.

### **Структура статьи:**

1. УДК размещается в левом верхнем углу: полужирный шрифт, размер – 12 пт.

2. Название статьи (ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ), полужирный шрифт, 14 кегль, межстрочный интервал – 1,0.

3. И.о. фамилия автора, полужирный шрифт, 12 кегль.

4. Название организации, кафедры, 12 кегль, межстрочный интервал – 1,0.

5. Аннотация статьи должна отражать основные положения работы и содержать от 500 до 750 знаков (шрифт – Times New Roman, размер – 12 пт, интервал – 1,0).

6. После аннотации располагаются ключевые слова (шрифт – Times New Roman, курсив, размер – 12 пт.).

7. Далее: пункты 1, 2, 3, 4, 5, 6 дублируются на английском языке.

8. Основной текст статьи - шрифт Times New Roman, размер – 14 пт., межстрочный интервал – 1,0 пт.

9. В конце статьи размещается список литературы (по алфавиту) на русском языке, оформленный в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.

10. Далее - транслитерация всего списка литературы.

11. Ссылки на литературу приводятся в тексте в квадратных скобках.

12. Благодарность (и) или указание (я) на какие средства выполнены исследования, приводятся в конце основного текста после выводов (шрифт Times New Roman, размер – 12 пт.).

13. Оформление графиков и таблиц согласно стандарту (ГОСТ 7.1-2003).

14. Сведения об авторе(ах): фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место работы (место учебы или соискательство), контактные телефоны, e-mail, почтовый индекс и адрес учреждения.

### **Сопроводительные документы к статье.**

1. Заявление от имени автора (ров) на имя главного редактора научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА”, внутренняя и внешняя рецензии на статью.

2. Для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук необходима рекомендация, подписанная лицом, имеющим ученую степень и заверенная печатью учреждения. В рекомендации отражается актуальность раскрываемой проблемы, оценивается научный уровень представленного материала и делаются выводы о возможности опубликования статьи в научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”.

### **Регистрация статей**

1. Поступившая статья регистрируется в общий список по дате поступления.

2. Автор (ы) извещаются по e-mail или по контактному телефону о публикации статьи (ей) в соответствующем выпуске.

3. Зам. главного редактора в течение 7 дней уведомляет автора (ов) о получении статьи.

### **Порядок рецензирования статей.**

1. Научные статьи, поступившие в редакцию, проходят рецензирование.
2. Формы рецензирования статей:
  - внутренняя (рецензирование рукописей статей членами редакционной коллегии);
  - внешняя (направление на рецензирование рукописей статей ведущим специалистам в соответствующей отрасли).
3. Зам. главного редактора определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование специалисту (доктору или кандидату наук), имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию.
4. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются зам. главного редактора с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.
5. В рецензии должны быть освещены следующие вопросы:
  - соответствует ли содержание статьи заявленному в названии теме;
  - насколько статья соответствует современным достижениям научно-теоретические мысли;
  - доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и т.д.;
  - целесообразна ли публикация статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу научной литературы;
  - в чем конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки; какие исправления и дополнения должны быть внесены автором;
  - вывод о возможности опубликования данной рукописи в журнале: “рекомендуется”, “рекомендуется с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков” или “не рекомендуется”.
6. Рецензии завершаются в порядке, установленном в учреждении, где работает рецензент.
7. В случае отклонения статьи от публикации редакция направляет автору мотивированный отказ.
8. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Текст отрицательной рецензии направляется автору по электронной почте, факсом или обычной почтой.
9. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редакционной коллегией.
10. После принятия редколлегией решения о допуске статьи к публикации зам. главного редактора информирует об этом автора и указывает сроки публикации.
11. Оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала “Вестник ИрГСХА”.

### **Порядок рассмотрения статей**

1. Представляя статью для публикации, автор тем самым выражает согласие на размещение полного ее текста в сети Интернет на официальных сайтах научной электронной библиотеки ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)) и научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА”.
2. Статьи принимаются по установленному графику:
  - в № 1 (февраль) – до 1 ноября текущего года;
  - в № 2 (апрель) – до 1 декабря текущего года;
  - в № 3 (июнь) – до 1 февраля текущего года;
  - в № 4 (август) – до 1 марта текущего года;
  - в № 5 (октябрь) – до 1 апреля текущего года;
  - в № 6 (декабрь) – до 1 мая текущего года.
- В исключительных случаях, по согласованию с редакцией журнала, срок приема статьи в ближайший номер может быть продлен, не более, чем на три недели.
3. Поступившие статьи рассматриваются редакционной коллегией в течение месяца.
4. Редакционная коллегия правомочна отправить статью на дополнительное рецензирование.
5. Редакционная коллегия правомочна осуществлять научное и литературное редактирование поступивших материалов, при необходимости сокращать их по согласованию с автором, либо, если тематика статьи представляет интерес для журнала, направлять статью на доработку автору.
6. Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонить статью, не отвечающую установленным требованиям оформления или тематике журнала.
7. В случае отклонения представленной статьи редакционная коллегия дает автору мотивированное заключение.
8. Автор(ы) в течение 7 дней получают уведомление о поступившей статье. Через месяц после регистрации статьи, редакция сообщает автору (рам) о результатах рецензирования и о плане публикации статьи.

Подробную информацию об оформлении статей можно получить по e-mail: [nikulina@igsha.ru](mailto:nikulina@igsha.ru) или [nbsbk@mail.ru](mailto:nbsbk@mail.ru).

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

**“ВЕСТНИК ИРГСХА”**

**Выпуск 51**

**август**

**Литературный редактор – В.И. Тесля**  
**Технический редактор – Н.В. Каклимова**  
**Перевод – В.С. Андреева**

Подписано в печать 09.08.2012 г.

Усл. печ. л. 9,75.

Тираж 500. Заказ № 2387.

Цена договорная.

Почтовый адрес редакции:

664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, п. Молодежный,  
т. (3952) 237-472