

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет
им. А.А. Ежевского”**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

“ВЕСТНИК ИрГСХА”

**Выпуск 72
февраль**

**Иркутск
2016**

Научно-практический журнал "Вестник ИрГСХА", 2016, выпуск 72, февраль.
Издается по решению Ученого совета Иркутской государственной сельскохозяйственной академии с 26 ноября 1996 г.

Главный редактор: Б.Ф. Кузнецов, д.т.н., проректор по научной работе ИрГАУ им. А.А. Ежевского.

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

Ответственный секретарь: О.П. Ильина, д.в.н.

Члены редакционной коллегии: В.Н. Хабардин, д.т.н.; **В.О. Саловаров**, д.б.н.; **В.И. Солодун**, д.с.-х.н.; **И.И. Силкин**, д.б.н.; **Л.М. Белова**, д.б.н. (Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург); **Э.В. Ивантер** – д.б.н., чл.-кор. РАН (Петрозаводский государственный университет Республики Карелия), **Ю.Н. Литвинов** – д.б.н. (Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск), **С.Н. Степаненко**, д.ф.-м.н. (Одесский государственный экологический университет, Украина), **К. Кузмова**, д.б.н. (Аграрный университет, г. Пловдив, Болгария); **Р. Горнович** – д.б.н., проф. (Познаньский университет жизненных наук, г. Познань, Польша).

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.

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.

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

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. Рецензии хранятся в редакции не менее 5 лет в бумажном и электронном вариантах и могут быть предоставлены в Министерство образования и науки РФ по запросу.

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

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

Журнал удостоен диплома II степени в конкурсе изданий учреждений ДПО, подведомственных Минсельхозу РФ, "Новые знания – практикам" в номинации "Лучшее серийное издание", диплома III степени Министерства сельского хозяйства РФ, диплом II степени в номинации "Лучшее печатное издание" I Международного конкурса за лучшее учебное и научное издание.

Статьи проверены с использованием Интернет-сервиса "Антиплагиат".

Присвоен DOI: 10.17238/issn1999-3765.2014.72.

Scientific-Practical journal "Vestnik IrGSCCHA", 2016, 72 th edition, February.

Edited under the decision of the Scientific Council of Irkutsk State Academy of Agriculture since 26 November, 1996.

Chief editor: B.F. Kuznetsov, D.Sc in engineering, pro-rector for research of ISAU of A. A. Ezhevsky.

Deputy chief editor: N.A. Nikulina, D. Sc in biology

Executive secretary: O.P. Ilyina, D. Sc. in veterinary

The members of the editorial board: V.N. Khabardin, d. sc. in engineering; V.O. Salovarov, d. sc. in biology; V.I. Solodun, d. sc. in agriculture; I.I. Silkin, d. sc. in biology; L.M. Belova, d. sc. in biology (St. Petersburg Academy of Veterinary Medicine, Saint-Petersburg); E.V. Ivanter – d. sc. in biology, corresponding member of RAS (Petrozavodsk State University in the Republic of Karelia), Yu.N. Litvinov – d. sc. in biology (Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, Novosibirsk), S.N. Stepanenko, d. sc in physics and mathematics (Odessa State Ecological University, Ukraine), K. Kusmova, d. sc. in biology (Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria); R. Gornovich – d. sc. in biology, prof. (Poznan University of Life Sciences, Poznan, Poland).

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.

The journal is registered by the Federal Supervision Service for Legislation Mass Media and Culture Heritage Protection. Registration certificate of mass medium ПИ № FS77-30938.

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

Manuscripts are not returned to the authors. The authors are fully responsible for the compilation and presentation of information contained in their papers; their views may not reflect the Editorial Board's point of view. Copyright. All rights protected. No part of the Journal materials can be reprinted without permission from the Editors. Reviews are stored in the office of editorial board at least 5 years in the paper and electronic versions and they can be provided on request to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation. In addition, the editorial board provides its opinion on the compliance of the scientific work and the possibility of the publication.

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

The journal is included to the List of Leading Peer-Reviewed Research Journals and Publications in accordance with the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation Ministry.

The journal is awarded by the Diploma of II degree in the competition of publications of the institutions of CPE subordinated to the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, "New knowledge – practice" in the category "Best Issues".

ISSN 1999-3765

© ФГБОУ ВО "Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского", 2016, февраль.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ

- Бояркин Е.В., Большедворская В.К.*
Результаты сортоизучения белокочанной капусты в условиях лесостепной зоны Предбайкалья..... 7
- Павлова С.А., Пестерева Е.С., Захарова Г.Е., Жиркова Н.Н., Слепцова Н.А.*
Возделывание многолетних трав на зеленый конвейер в условиях Центральной Якутии.. 12
- Раченко М.А., Шигарова А.М., Макарова Л.Е.*
Различия в количестве фенольных соединений в плодах яблонь, выращенных в Предбайкалье..... 17
- Солодун В.И., Цвынтарная Л.А.*
Влияние чистых и сидеральных паров на засоренность зерновых культур..... 22
- Султанов Ф.С., Габдрахимов О.Б.*
Действие минеральных удобрений на урожайность, качество зерна и семян озимой тритикале..... 28

БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

- Белых О.А., Галёмина М.А.*
Интродукция мяты в Иркутской области..... 35
- Виньковская О.П., Лузан А.А., Деловеров А.Т., Поваринцев А.И., Юндунов Х.И.*
Памятник природы регионального значения “Эоловые формы рельефа урочища Песчанка” (Ольхонский район Иркутской области): результаты инвентаризации..... 42
- Ердаков Л.Н., Литвинов Ю.Н., Абрамов С.А.*
Цикличность в динамике многолетней численности копытного (*Dicrostonyx*) лемминга.. 55
- Кузеванов В.Я.*
Многолетние тренды в динамике ботанических садов мира..... 64
- Литвинова Е.А., Литвинов М.Н.*
Грызуны (*Rodentia* Bowdich, 1821) семейства хомяковые (*Cricetidae* Fischer, 1817) южной части Приморского края (Сообщение второе Подсемейство Хомячиные *Cricetinae* Murray, 1866)..... 73
- Мокрый А.В.*
Динамика и видовой состав фитопланктона пелагиали южного Байкала..... 82
- Музыка С.М., Скокова Е.Н.*
Анализ туристического потенциала регионального государственного природного заказника “Кадинский” Иркутской области..... 91

ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА. ЗООТЕХНИЯ

Ефанова Н.В., Баталова С.В., Осина Л.М.

Функциональное состояние Т- и В- звеньев иммунной системы у супоросных свиноматок с учетом некоторых биологических особенностей..... 99

Носырева Ю.Н., Молькова А.А.

Влияние разного состава комбикорма на воспроизводительные качества свиноматок..... 105

Сулоев А.М., Смирнова М.Ф., Сафронов С.Л.

Возможность ускоренного импортозамещения говядины в условиях Ленинградской области..... 108

МЕХАНИЗАЦИЯ. ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

Бастрон А.В., Бастрон Т.Н.

Энергоэффективные системы инфракрасного электрообогрева сельских жилых домов и общественных зданий..... 117

Болоев П.А., Шумай Т.А.

Исследование процесса сгорания дизельного двигателя..... 126

Долгих П.П., Самойлов М.В.

Расширение функций облучательных установок при использовании в системе регулирования микроклимата теплиц..... 130

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

Экспериментальное исследование показателей качества электрической энергии на физической модели сети 0.38 Кв с симметрирующим устройством..... 138

Овчинникова Н.И., Косарева А.В.

Оценка обеспеченности сельскохозяйственных предприятий Иркутской области зерноуборочными комбайнами..... 146

Пильцов М.В., Кузнецов Б.Ф., Бузунова М.Ю., Бузунов Д.С.

Разработка программно-аппаратного комплекса для исследования и применения методов машинного зрения в частных задачах сельского хозяйства..... 152

CONTENTS

AGRONOMY. LAND-RECLAMATION

- Boyarkin E.V., Bolshedvorskaya V.K.*
Results of varieties of cabbage in the forest-steppe zone of the Cis-baikal region..... 7
- Pavlova S.A., Pestereva E.S., Zakharova G.E., Zhirkova N.N., Sleptsova N.A.*
Cultivation of perennial grasses for green conveyor system under the conditions of Central Yakutia..... 12
- Rachenko M.A., Shigarova A.M., Makarova L.E.*
Differences in the amount of phenolic compounds in apple fruits, grown in the Cis-baikal..... 17
- Solodun V.I., Tsvintarnaya L.A.*
Effect of organic and vapor green manure clogging grain..... 22
- Sultanov F.S., Gabdrakhimov O.B.*
The effect of mineral fertilizers on yields, grain and seed quality of winter triticale..... 28

BIOLOGY. NATURE CONSERVANCY

- Belikh O.A., Galyomina M.A.*
Introduction of mint in the Irkutsk region..... 35
- Vinkovskaya O.P., Luzan A.A., Deloverov A.T., Povarintsev A.I., Yundunov H.I.*
The natural monument of regional significance “Aeolian landforms of the Peschanka plot of land” (the Olkhon district of the Irkutsk region): the results of the inventory..... 42
- Erdakov L.N., Litvinov Y.N., Abramov S.A.*
Cyclicality in dynamics of multi-year number of collared (*Dicrostonyx*) lemmings..... 55
- Kuzevanov V.Ya.*
Long-term trends in the dynamics of the world’s botanic gardens..... 64
- Litvinova E.A., Litvinov M.N.*
Rodents (Rodentia Bowdich, 1821) of hamsters bloodline (Cricetidae Fischer, 1817) in the southern area of Primorsky territory (Second report Hamsters Subfamily Cricetinae Murray, 1866)..... 73
- Mokry A.V.*
Dynamics and species composition of phytoplankton in southern Baikal pelagic zone..... 82
- Musica S.M., Skokova E.N.*
Analysis of the tourism potential of the regional state “Kadinsky” nature reserve in the Irkutsk region..... 91

VETERINARY MEDICINE. ZOOTECHNOLOGY

- Efanova N.V., Batalova S.V., Osina L.M.*
Functional status of T- and B- cells of immune systems of pregnant sows, considering some biological features..... 99

<i>Nosyreva J.N., Molkova A.A.</i> Influence of different compounds of combined feed on reproductive qualities of sows.....	105
<i>Suloev A.M., Smirnova M.F., Safronov S.L.</i> The possibility of accelerated import phase-out of beef under the conditions of the Leningrad region.....	108
MECHANIZATION. ELECTRIFICATION	
<i>Bastron A.V., Bastron T.N.</i> Energy-efficient system of infrared electrical heating for rural residential and public buildings.	117
<i>Boloev P.A., Schumai T.A.</i> The study of diesel engine combustion process.....	126
<i>Dolgikh P.P., Samoilov M.V.</i> Function enhancement of irradiation facility for using in microclimate regulation system of greenhouses.....	130
<i>Lukina G.V., Bondarenko S.I., Samarkina E.V.</i> Experimental study of the parameters quality of electrical energy in the physical models network of 0.38 with balanced-to-unbalanced device.....	138
<i>Ovchinnikova N.I., Kosareva A.V.</i> Harvester-thresher supply assessment for agricultural businesses of the Irkutsk region.....	146
<i>Piltsov M.V., Kuznetsov B.F., Buzunova M.Yu., Buzunov D.S.</i> The development of soft hardware complex for studying and applying machine vision methods in private problems of agriculture.....	152

АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ

УДК 635.342:631.52(571.53)

РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИЗУЧЕНИЯ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

Е.В. Бояркин, В.К. Большедворская

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В данной работе представлены результаты продолжительности вегетационного периода урожайности, технологических качеств кочанов перспективных сортов гибридов белокочанной капусты, различных групп спелости, а также приводятся данные об экономической эффективности возделывания капусты в условиях Иркутской области. Самую высокую урожайность показали сорт стандартный “Подарок” (564 ц/га) и гибрид “Деватор F1” (557 ц/га) (среднепоздняя группа). Гибриды “СГВ 0021”, “Килатон”, и “Сократес” вообще не сформировали товарной продукции в условиях лесостепной зоны Иркутской области. Товарность урожая у исследованных сортов была выше 81%. Стандартный для региона сорт “Подарок” показал наилучшие экономические результаты.

Ключевые слова: белокочанная капуста, Иркутская область, экономическая эффективность.

RESULTS OF VARIETIES OF CABBAGE IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE CIS-BAIKAL REGION

Boyarkin E.V., Bolshedvorskaya V.K.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

This paper presents the results about the length of the growing season of seed yield, technological qualities of heads of promising varieties of green cabbage hybrids, various ripeness groups and provides data on the economic efficiency of cabbage cultivation in the conditions of the Irkutsk region. The highest yield was shown by a standard breed “Gift” (564 c/ha) and hybrid “Devator F1” (557 c/ha) (middle-late group). Hybrids “SGV 0021”, “Kilaton” and “Socrates” haven’t formed a commercial yield in the forest-steppe zone of the Irkutsk region at all. Marketability of the crops in the studied varieties was higher than 81%. Standard for the region breed “Gift” has shown the best economic results.

Key words: green cabbage, the Irkutsk region, economic efficiency.

Глобализация сельского хозяйства и международная конкуренция за рынки сбыта создают новую ситуацию, которую необходимо учитывать при разработке стратегии развития производства продовольствия в России, в частности, в области овощеводства. Распространение на внутреннем рынке России импортируемой овощеводческой продукции из стран с датируемым государствами сельскохозяйственным производством приводит к необходимости быстрого внедрения новых технологий в овощеводство, направленных на удешевление конечной продукции, и, таким образом, повышение ее конкурентоспособности на внутренних рынках страны, а также на поддержку мелких овощеводческих хозяйств [2,7].

В России самая распространенная культура по занимаемой площади открытого грунта, 23.1% (1771 тыс. га), это белокочанная капуста. Наибольшие

площади этой культуры приходится на личные подсобные хозяйства – 74% [1, 4, 6]. А так как урожайность можно повысить, в том числе и за счет внедрения новых сортов, то тема нашей работы представляется актуальной.

Цель нашей работы – провести сортоиспытание белокочанной капусты среднеспелых, среднепоздних и поздних сроков созревания в условиях лесостепной зоны Иркутской области

Методика и условия проведения опытов. Опыт проводился по методике государственного сортоиспытания в четырехкратной повторности [3, 5]. Схема посадки растений 50*70 см. Общая площадь делянки в опыте 16.8 м², учетная – 11.2 м². Рассадку капусты выращивали способом, применяемым в производственных условиях, с учетом местных агротехнических рекомендаций (рис. 1).



Рисунок 1 – Вид теплицы с рассадой капусты

Результаты исследований и их обсуждение. Фенологические наблюдения проводили в одном из повторений. По каждому сорту отмечали даты посева, начала (появилось примерно 10-15%) и полных всходов (75% растений), пикировки, высадки в грунт, начало образования технической спелости кочанов (при появлении их у 10-15% растений сорта), массового созревания кочанов (примерно у 75% растений) и дату каждого сбора. Посев семян капусты всех сортов в не зависимости от спелости проводили 21-22 апреля, а высадку рассады капусты проводили в первой – начале второй декадах июня с учетом прогноза заморозков (табл. 1).

Следует отметить, что длина вегетационного периода у исследованных сортов составила от 145-149 у сортов среднеспелой группы до 157-158 дней позднеспелых сортов. Следует отметить, что у гибридов “Килатон”, “СГВ 0021” и “Сократес” товарная урожайность не была получена из-за длительного периода вегетации.

Таблица 1 – Фенологические наблюдения по белокочанной капусте, 2014 г.

№	Сорт	Дата посева	Первые всходы	Пикировка	Высадка в грунт	Начало образования технической спелости	Дата сбора	Число дней от массовых всходов до начала тех. спелости
Среднеспелая группа								
1	Ринда F1	22.04	25.04	05.05	10.06	16.09	28.09	145
2	Куизор F1	22.04	24.04	05.05	10.06	16.09	28.09	146
3	Мишутка F1	22.04	24.04	05.05	10.06	19.09	28.09	149
Среднепозднеспелая группа								
1	Подарок ст	22.04	25.04	06.05	12.06	21.09	28.09	150
2	Деватор F1	22.04	25.04	05.05	12.06	21.09	28.09	150
3	Киладжек F1	22.04	24.04	06.05	12.06	21.09	28.09	151
4	Ризкшен F1	22.04	24.04	06.05	12.06	21.09	28.09	151
5	Адаптор F1	22.04	25.04	05.05	12.06	25.09	28.09	154
Поздняя группа								
1	Купидон F1	21.04	24.04	04.05	12.06	28.09	28.09	158
2	Флибустьер F1	21.04	24.04	04.05	12.06	28.09	28.09	158
3	Агрессор F1	21.04	24.04	04.05	12.06	25.09	28.09	155
4	Зенон F1	21.04	25.04	04.05	12.06	28.09	28.09	157
5	Килатон F1	21.04	24.04	04.05	12.06	-*	-	-
6	СГВ 0021 F1	21.04	24.04	04.05	12.06	-	-	-
7	Сократес F1	21.04	25.04	04.05	12.06	-	-	-
8	Сторидор F1	21.04	25.04	04.05	12.06	28.09	28.09	157

* – урожайность не получена в результате очень длительного вегетационного периода

Из трех лет наблюдений самая высокая урожайность у капусты зафиксирована в 2014 году (табл. 2). Это может быть связано с количеством осадков в период вегетации, который, скорее всего, был близок к оптимальному, чего нельзя сказать про 2012, 2013 гг. наблюдений, когда проявилась засуха (данные не представлены).

Товарность урожая практически всегда была выше 90%, за исключением гибридов “Флибустьер”, “Сторидон” и “Зенон”, у которых данный показатель был ниже. Плотность кочанов в годы исследований можно характеризовать от 3.6-3.7 баллов до очень плотных 4.9-5.0 баллов (“Киладжек” и “Ринда”). Дегустационная оценка показала, что все изученные сорта обладали средневкусовыми и высокими вкусовыми качествами. Но самыми высокими вкусовыми качествами обладают гибриды “Ринда” и “Деватор” (4.4 баллов).

Себестоимость продукции является одним из наиболее важных показателей экономической эффективности сельскохозяйственного производства, она показывает, во что обходится производство сельскохозяйственной продукции, в том числе и на предприятии. Так, в опыте самая низкая себестоимость продукции получена у сорта Подарок – 230.2 руб./ц. и самая высокая у гибрида “Адаптор” – 586 руб./ц. (табл. 3).

Таблица 2 – Урожайность различных по скороспелости сортов белокочанной капусты, 2014 г.

№	Сорт	Общая урожайность, ц/га	Товарная урожайность, ц/га	% товарной продукции	% нестандартной продукции	Средняя масса кочана, кг	Плотность кочана, балл	Вкусовые качества, балл
Среднеспелая группа								
1	Ринда F ₁	514	510	99.2	0.8	2.6	5.0	4.4
2	Куизор F ₁	374	362	96.7	3.3	1.8	4.8	4.2
3	Мишутка	336	325	96.7	3.3	2.2	4.0	4.0
Среднепозднеспелая группа								
1	Подарок ст	564	561	99.5	0.5	2.7	4.4	4.0
2	Деватор	557	554	99.5	0.5	2.6	4.4	4.4
3	Киладжек F ₁	457	442	96.7	3.3	2.5	5.0	4.0
4	Ризкшен F ₁	390	378	96.9	3.1	1.8	4.8	4.0
5	Адаптор	208	202	97.1	2.9	2.0	4.6	3.8
Поздняя группа								
1	Купидон F ₁	204	190	93.1	6.9	1.3	4.2	4.2
2	Флибустьер F	148	130	87.8	12.2	1.8	4.0	4.0
3	Агрессор F ₁	321	307	95.6	4.4	2.1	4.0	3.8
4	Зенон F ₁	115	94	81.7	18.3	0.8	3.8	4.0
5	Килатон F ₁	-*	-	-	-	-	-	-
6	СГВ 0021 F ₁	-	-	-	-	-	-	-
7	Сократес F ₁	-	-	-	-	-	-	-
8	Сторидор F ₁	123	108	87.8	12.2	1.2	3.8	3.8

* – урожайность не получена в результате очень длительного вегетационного периода

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания среднепоздних сортов белокочанной капусты, 2014 г.

Показатели	Сорта					
	Подарок (стандарт)	Деватор F1	Киладжек F1	Ризкшен F1	Адаптор F1	
Урожайность, ц/га	564.0	557.0	457.0	390.0	208.0	
Стоимость продукции с 1 га, р.*	564000	557000	457000	390000	208000	
Затраты труда, чел./ч:	на 1 га	68.6	68.1	59.8	54.3	39.2
	на 1 т	1.22	1.22	1.31	1.39	1.88
Производственные затраты на 1 га, р.	129859	129702	127461	125960	121882	
Себестоимость 1 ц, р.	230.2	232.86	278.9	323.0	586.0	
Чистый доход на 1 га, р.	434141	427298	329539	264040	86118	
Уровень рентабельности, %	334.3	329.5	258.5	209.6	70.66	

* – из расчета цены реализации 10 р./кг продукции

Из таблицы 3 следует, что при проведении экспериментов стандартный сорт Подарок показал наилучшие экономические результаты. Так, в 2014 г. он превысил по урожайности все изученные сорта данной группы спелости. Чистый доход составил 434141 рубль с 1 га, а уровень рентабельности – 343.3%.

Выводы. 1. Все исследованные среднеспелые и среднепоздние сорта имели высокий выход товарной продукции, среднеплотный и плотный кочан с высокими вкусовыми качествами.

2. При проведении экспериментов стандартный для региона сорт “Подарок” показал наилучшие экономические результаты. Так, в 2014 он превысил по урожайности все изученные сорта данной группы спелости. Чистый доход составил 434141 рубль с 1 га, а уровень рентабельности – 343.3%. Следует, что в целом выращивание белокочанной капусты экономически выгодно, т.к. подтверждается высоким процентом рентабельности.

Список литературы

1. Езепчук Л.Н. Адаптивные технологии возделывания овощных культур открытого грунта Забайкалья: Монография / Л.Н. Езепчук – Улан-Удэ: БГСХА, 2007. – 149 с.
2. Круг Г. Овощеводство / Г. Круг; пер. с нем. В.И. Леунова – М.: Колос, 2000. – 572 с.
3. Крутиков И.А. Реестр районированных сортов и итоги испытания сельскохозяйственных культур по Иркутской области на 2013 год / И.А. Крутиков – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2012. – 81 с.
4. Лудилов В.А. Все об овощах: Полный справочник / В.А. Лудилов, М.И. Иванова – М.: Фитон+, 2010. – 424 с.
5. Мансурова Л.И. Практикум по овощеводству / Л.И. Мансурова, В.Н. Титов, В.Г. Кириченко – М.: Колос, 2006. – 319 с.
6. Опыт внедрения перспективных технологий возделывания и уборки кочанной капусты: науч. анализ. обзор / Л.М. Колчина [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2010. – 91 с.
7. Эколого-физиологические условия формирования урожая овощных культур / Отв. ред. С.Я. Мухортов – Воронеж: ВГАУ, 1994. – 60 с.

References

1. Ezepchuk, L.N. *Adaptivnyie tehnologii vozdelevaniya ovoschnyih kultur otkryitogo grunta Zabaykalya* [Adaptive technologies of the cultivation of vegetable open ground cultures in the Trans-Baikal region]. Ulan-Ude, 2007, 149 p.
2. Krug G. *Ovoshhevodstvo* [Vegeticulture]. Moscow, 2000, 572 p.
3. Krutikov I.A. *Reestr rajonirovannyh sortov i itogi ispytaniya sel'skhozajstvennyh kul'tur po Irkutskoj oblasti na 2013 god* [Register of regional varieties and the results of the crop test in the Irkutsk Region in 2013]. Irkutsk, 2012, 81 p.
4. Ludilov V.A., Ivanova M.I. *Vse ob ovoschah* [Everything about vegetables]. Moscow, 2010, 424 p.
5. Mansurova L.I., Titov V.N., Kirichenko V.G. *Praktikum po ovoshevodstv* [Workshop on vegetable culture]. Moscow, 2006, 319 p.
6. Kolchina L.M., Romanovskiy N.V., Shamonin V.I., Gogolev, G.A. *Opyt vnedreniya perspektivnyh tehnologij vozdelevaniya i uborki kochannoj kapusty* [Experience of introduction of the advanced technologies of cultivation and harvesting of cabbage]. Moscow, 2010, 91 p.
7. *Ekologo-fiziologicheskie usloviya formirovaniya urozhaya ovoschnyih kultur* [Ecological and physiological conditions of formation of vegetable crops]. Voronezh, 1994, 60 p.

Сведения об авторах:

Большедворская Вера Камельевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и бухгалтерского учета в АПК института экономики, управления и прикладной

информатики. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89834035915, e-mail: boyarkinevgenii@mail.ru).

Бояркин Евгений Викторович – кандидат биологических наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500513963, e-mail: boyarkinevgenii@mail.ru).

Information about authors:

Bolshedvorskaya Vera K. – Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor of the Department of Economics and Accounting in the Agribusiness of the Institute of Economics, Management and Applied Informatics. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodejnyi village, tel. 89834035915, e-mail: boyarkinevgenii@mail.ru).

Boyarkin Eugene V. – Candidate of Science (Biology), Assistant Professor of the Department of Agriculture and Crop of the Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodejnyi village, tel. 89500513963, e-mail: boyarkinevgenii@mail.ru).

УДК 636.085.51/52

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ЗЕЛЕНЬ КОНВЕЙЕР В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

¹С.А. Павлова, ¹Е.С. Пестерева, ¹Г.Е. Захарова, ¹Н.Н. Жиркова, ²Н.А. Слепцова

¹Якутский НИИ сельского хозяйства, г. Якутск, Россия

²Якутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Якутск, Россия

В условиях засушливого короткого летнего периода Якутии роль зеленых витаминных кормов резко возрастает. Опыты по созданию зеленого конвейера проводились на научно-производственном стационаре “Илгэлэх” Якутского НИИ сельского хозяйства, расположенном в 70 км выше г. Якутска на надпойменной террасе р. Лены. За годы исследований при рядовом способе посева люцерны (8 кг/га при 100% всхожести семян) обеспечила урожайность 72.3 ц/га зеленой массы, при этом сохранность люцерны в травостое 98.8%; из злаковых пырейник сибирский (16 кг/га) – 53.0 ц/га зеленой массы, участие в травостое – 79.6%. Из двухкомпонентных смесей злаковой и бобово-злаковой смеси максимальную урожайность обеспечила люцерны (8 кг/га) + костреч безостый (15 кг/га) – 84,0 ц/га зеленой массы, при этом участие люцерны 49.3%, костреча безостого 50.1%. Из трехкомпонентных смесей высокую урожайность зеленой массы составили люцерны (8 кг/га) + пырейник (8 кг/га) + костреч (15 кг/га) – 63.5 ц/га.

Ключевые слова: зеленый конвейер, зеленая масса, многолетние травы, урожайность, ботанический состав, химический состав, питательная ценность, экономическая эффективность.

CULTIVATION OF PERENNIAL GRASSES FOR GREEN CONVEYOR SYSTEM UNDER THE CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

¹Pavlova S.A., ¹Pestereva E.S., ¹Zakharova G.E., ¹Zhirkova N.N., ²Sleptsova N.A.

¹Yakutsk Agricultural Research Institute, Yakutsk, Russia

²Yakutsk State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia

Under the conditions of drought short summer in Yakutia the role of green vitamin food

increases sharply. The experiments on the creation of green conveyor were conducted in the scientific and manufacturing permanent study area "Ilgeleh" of Yakutsk Agricultural Research Institute, located 70 km higher up of Yakutsk on the terrace above the flood-plain of the Lena river. Through years of research under the simple method of planting (8 kg/ha to 100% germination) alfalfa provided a yield of 72.3 c/ha of green mass, at that maintenance of alfalfa in the plant stand is 98.8%; in the grass family Siberian wildrye (16 kg / ha) – 53.0 t / ha of green mass, participation in the grass stand – 79.6%. Of the two-component mixtures of grain and legume-grass mixtures the maximum yield was provided by the alfalfa (8 kg/ha) + smooth brome (15 kg/ha) – 84.0 hwt/ha of green mass, at that the participation of alfalfa is 49.3%, brome – 50.1%. Of the three-component mixtures the high yield of green mass was provided by the alfalfa (8 kg/ha) + wildrye (8 kg/ha) + brome (15 kg/ha) – 63.5 hwt/ha.

Key words: green conveyor, green mass, perennial grasses, yield, botanical combination, chemical composition, nutritional value, economic efficiency.

Одной из главных задач сельскохозяйственного производства является укрепление кормовой базы как решающего фактора развития всех отраслей животноводства. Большое значение повышения продуктивности скота, а также улучшения качества животноводческой продукции имеет правильная организация кормления скота в летний период.

В условиях засушливого короткого летнего периода Якутии роль зеленых витаминных кормов резко возрастает. В Сибири и в западных областях России для создания зеленого конвейера сеют многолетние травы многоукосного использования.

Для правильного решения вопроса о подборе многолетних трав как компонентов зеленого конвейера большое значение имеет изучение особенностей растений и, прежде всего, продуктивности зеленой массы и длительности вегетационного периода [4].

Цель исследования – подбор многолетних трав на зеленый конвейер.

Методика исследований. Опыты по созданию зеленого конвейера проводились на научно-производственном стационаре “Илгэлэх” Якутского НИИ сельского хозяйства, расположенном в 70 км выше г. Якутска на надпойменной террасе р. Лены (вблизи летней фермы “Илгэлээх”).

Срок посева многолетних трав на зеленый конвейер – летний. Посев многолетних трав проведен в 2011 г. В опыте 12 вариантов многолетних трав и их смеси: кострец безостый, пырейник сибирский, люцерна серповидная, овсяница красная, ломкоколосник ситниковый и их смеси. Контроль – естественный травостой.

Общая площадь опытной делянки – 72 м², учетная – 50 м². Расположение делянок рендомизированное в 3-х-кратной повторности. Способ посева – рядовой. Фоновое внесение минеральных удобрений в дозе (NPK)₆₀.

Почва опытного участка мерзлотная пойменно – дерновая (остепненная) с содержанием в слое 0-30 см гумуса 4.0%, подвижного фосфора – 167.7, обменного калия – 236.5 мг/кг почвы, рН солевое – 6.4, рН водное – 7.4.

Обработка почвы проведена по принятой технологии, рекомендованной зональной системой земледелия Якутии [2]. Учеты и наблюдения проведены по общепринятым методикам ВНИИ кормов по кормопроизводству [3]. Статистическую обработку данных урожайности проводили методом

дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [1]. Метеорологические условия приведены по данным Покровской метеостанции. За годы исследований вегетационный период был благоприятным.

Результаты исследований. Рост и развитие многолетних трав имеет свои особенности. Различия в темпах роста и общей высоте растений были отмечены не только у трав разных видов, но и у одной и той же культуры в зависимости от разнообразия смеси [5]. Наличие достаточного количества влаги в период продолжения фаз кущения у пырейника сибирского, люцерны серповидной обеспечивает интенсивное накопление зеленой массы на ранних фазах растений, а у костреца безостого, ломкоколосника ситникового, овсяницы красной на поздних фазах. Фаза бутонизации у бобовых и выметывания у злаковых трав характеризуется максимальным развитием надземной массы. Начало отрастания многолетних трав до фазы бутонизации – выметывания длится 40-45 дней в зависимости от вида травостоев. Высота роста многолетних трав варьировала от соотношений компонентов.

Скашивание многолетних трав на зеленый конвейер проводили дробно по мере наступления фазы выметывания злаковых трав и цветения у бобовых трав, начиная с третьей декады июня. Нами установлено, что за четыре года исследований при рядовом способе посева люцерна (8 кг/га при 100% всхожести семян) обеспечила урожайность 72.3 ц/га зеленой массы, при этом сохранность люцерны в травостое 98.8%; из злаковых пырейник сибирский (16 кг/га) – 53.0 ц/га зеленой массы, участие в травостое – 79.6%. Из двухкомпонентных смесей злаковой и бобово-злаковой смеси максимальную урожайность обеспечила люцерна (8 кг/га) + кострец безостый (15 кг/га) – 84,0 ц/га зеленой массы, при этом участие люцерны 49.3%, костреца безостого 50.1%. Из трехкомпонентных смесей высокую урожайность зеленой массы составили люцерна (8 кг/га) + пырейник (8 кг/га) + кострец (15 кг/га) – 63.5 ц/га (табл. 1).

Сеяные многолетние травы на зеленый конвейер отличались по качеству полученного корма. Из изученных травостоев (пырейник сибирский (16 кг/га), люцерна серповидная (8 кг/га), люцерна (8 кг/га) + кострец (15 кг/га), люцерна (8 кг/га) + пырейник (8 кг/га) + кострец (15 кг/га) максимальное содержание сырого протеина содержалась у двухкомпонентной смеси (люцерна + кострец) – 23.6%, при этом содержание переваримого протеина 180 г. в 1 кормовой единице, кормовых единиц – 0.69 в 1 кг СВ, обменной энергии 9.3 МДж в 1 кг СВ. Из одновидовых посевов наибольшее содержание переваримого протеина в 1 корм. ед. наблюдается у люцерны – 167 г, что выше контроля в 2.1 раза, кормовых единиц – 0.69, обменной энергии 9.3 МДж в 1 кг СВ.

Экономическую оценку сеяных злаковых и бобово-злаковых травостоев на основе различного соотношения компонентов проводили с учетом капитальных и текущих затрат на создание, уход за травостоями. В производственные (ежегодные) затраты входили: внесение минеральных удобрений, урожайность зеленой массы многолетних трав с учетом технологических потерь при уборке. Для определения размеров прибыли рассчитывали себестоимость полученного корма (в кормовых единицах). Затраты в вариантах рассчитаны на 1 га в

рублях.

Таблица – Урожайность и питательная ценность многолетних трав на зеленый конвейер (среднее за 2012-2015 гг.)

Состав травосмесей (норма высева, кг/га)	Урожайность ЗМ, ц/га	Содержание в кг, СВ		Содержание ПП в 1 корм. ед.
		ОЭ, МДж	корм. ед.	
1. Кострец безостый сорт Аммачаан (20 кг/га при 100% всхожести семян)	48.0	8.6	0.59	112.0
2. Пырейник сибирский сорт Амгинский (16 кг/га)	53.0	7.9	0.50	116.8
3. Люцерна серповидная сорт Якутская желтая (8 кг/га)	72.3	9.3	0.69	166.7
4. Овсянница красная сорт Мюрюнская (12 кг/га)	40.4	8.4	0.58	96.4
5. Ломкоколосник ситниковый сорт Манчаары (8кг/га)	36.3	8.7	0.61	147.6
6. Кострец б/о(15)+пырейник сиб (12)	41.0	8.6	0.60	158.5
7. Ломкоколосник (6) + кострец б/о (15) + пырейник сибирский (12)	43.0	8.5	0.58	158.7
8. Ломкоколосник (8) + кострец б/о (10) + овсянница (12)	51.0	8.5	0.58	128.5
9. Ломкоколосник (8)+овсянница (12)	45.2	8.5	0.58	148.0
10. Люцерна (8) +кострец (15)	84.0	9.1	0.69	180.2
11. Люцерна (8)+пырейник сибирский (8)+кострец б/о (15)	63.5	9.3	0.68	168.0
12. Люцерна (4) +ломкоколосник (4) +кострец б/о (10)	62.0	9.2	0.70	163.0
НСР ₀₅	4.2			

Наибольший условно чистый доход (5529 руб/га) получен из однокомпонентных трав при посеве люцерны в чистом виде, стоимость продукции 11418 руб/га, рентабельность 93%. Из смесей высокий условно чистый доход получен в смеси люцерна + кострец с общей нормой высева 23 кг/га 7767 руб/га, при стоимости продукции 13656 руб/га, рентабельность 131%; люцерна (8 кг/га) +кострец (15 кг/га) + пырейник (8 кг/га при 100% всхожести семян) обеспечивает получение условно чистого дохода до 6293 руб./га при рентабельности производства корма 107%.

Таким образом, себестоимость зеленого корма однолетних культур обычно выше по сравнению с многолетними злаковыми и бобово-злаковыми травами, что объясняется более значительными затратами при возделывании однолетних культур.

Выводы. 1. При создании зеленого конвейера из многолетних трав максимальная урожайность – 84.0 ц/га ЗМ получена на бобово-злаковой смеси люцерна (8 кг/га) + кострец безостый (15 кг/га при 100% хозгодности). При этом содержание обменной энергии 9.3 МДж в 1 кг СВ, 0.69 кормовых единиц и 180 г переваримого протеина в 1 кормовой единице.

2. Экономически выгодными и рентабельными являются злаково-бобовые травостои люцерна (8 кг/га при 100% всхожести семян) + костреч (15 кг/га), люцерна (8 кг/га) + пырейник (8 кг/га) + костреч (15 кг/га) и чистый посев люцерны (8 кг/га).

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: Колос, 1985. – 335 с.
2. Зональная система земледелия Якутской АССР // Новосибирск: Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ, 1985. – 284 с.
3. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Россельхозакадемия, 1997. – 155 с.
4. Павлова С.А. Зеленый конвейер для молочного скотоводства / С.А. Павлова // Комбикорма. – 2007. – №3. – С. 62-63.
5. Попов Н.Т. Производство сочного корма и создание зеленого конвейера в условиях Якутии / Н.Т. Попов, С.А. Павлова, Е.С. Пестерева // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2013. – №12. – С. 9-16.

References

1. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opyta* [The method of field experience]. Moscow, 1985, 335 p.
2. *Zonal'naja sistema zemledelija Jakutskoj ASSR* [Zonal system of agriculture of Yakutsk ASSR]. Novosibirsk, 1985, 284 p.
3. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniju polevyh opytov s kormovymi kul'turami* [Guidelines for the conduct of field experiences with forage crops]. Moscow, 1997, 155 p.
4. Pavlova S.A. *Zelenyj konvejer dlja molochnogo skotovodstva* [Green conveyor for dairy cattle]. *Kombikorma* [Комбикорма Combined feed]. 2007, no. 3, pp. 62-63 .
5. Popov N.T., Pavlova S.A., Pestereva E.S. *Proizvodstvo sochnogo korma i sozdanie zelenogo konvejera v uslovijah Jakutii* [The production of juicy fodder and the creation of green conveyor under the conditions of Yakutia]. *Kormlenie sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo* [Farm animal's nutrition and forage production]. 2013, no.12, pp. 9-16.

Сведения об авторах:

Жиркова Наталья Николаевна – научный сотрудник лаборатории кормопроизводства. Якутский НИИ сельского хозяйства (677000, Россия, г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского 23, тел. 84112214574, e-mail: yniicx@mail.ru).

Захарова Галина Егоровна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории кормопроизводства. Якутский НИИ сельского хозяйства (677000, Россия, г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского 23, тел. 89141032503, e-mail: yniicx@mail.ru).

Павлова Сахаяна Афанасьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории кормопроизводства. Якутский НИИ сельского хозяйства (677000, Россия, г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского 23, тел. 89142238124, e-mail: yniicx@mail.ru).

Пестерева Елена Семеновна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории кормопроизводства. Якутский НИИ сельского хозяйства (677000, Россия, г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского 23, тел. 89142741396, e-mail: yniicx@mail.ru).

Слепцова Наталья Алексеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой агрономии. Якутская государственная сельскохозяйственная академия (677007, Россия, г. Якутск, ул. Красильникова, 15, тел. 89241730492, e-mail: vlas-2002-1969@mail.ru).

Information about authors:

Zhirkova Natalia N. – researcher of the forage production laboratory. Yakutsk Agricultural Research Institute (677000, Russia, Yakutsk, st. Bestuzhev-Marlynsky, 23, tel. 84112214574, e-mail: yniicx@mail.ru).

Zakharova Galina E. – candidate of agricultural sciences, senior researcher of the forage production laboratory. Yakutsk Agricultural Research Institute (677000, Russia, Yakutsk, st. Bestuzhev-Marlynsky, 23, tel. 89141032503, e-mail: yniicx@mail.ru).

Pavlova Sahayana A. – candidate of agricultural sciences, leading researcher of the forage production laboratory. Yakutsk Agricultural Research Institute (677000, Russia, Yakutsk, st. Bestuzhev-Marlynsky 23, tel. 89142238124, e-mail: yniicx@mail.ru).

Pestereva Elena S. – candidate of agricultural sciences, senior researcher of the forage production laboratory. Yakutsk Agricultural Research Institute (677000, Russia, Yakutsk, st. Bestuzhev-Marlynsky 23, tel. 89142741396, e-mail: yniicx@mail.ru).

Sleptsova Natalia A. – candidate of agricultural sciences, head of the department of agronomy. Yakutsk State Agricultural Academy (677007, Russia, Yakutsk, st. Krasilnikova, 15, tel. 89241730492, e-mail: vlas-2002-1969@mail.ru).

УДК 634.11.634.12.634.1.076

РАЗЛИЧИЯ В КОЛИЧЕСТВЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПЛОДАХ ЯБЛОНЬ, ВЫРАЩЕННЫХ В ПРЕДБАЙКАЛЬЕ

М.А. Раченко, А.М. Шигарова, Л.Е. Макарова

Сибирский институт физиологии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия

Изучено содержание фенольных соединений в плодах 23 генотипов яблони, выращенных в условиях Южного Предбайкалья. Исследования проводились на базе СИФИБР СО РАН и фермерских хозяйствах Иркутской области (2011-2013 гг.). В качестве подвоев использовали двухлетние сеянцы яблони ягодной. В исследованиях использованы: сибирская ягодная яблоня (2 подвида), ранетки (4 сорта), мелкоплодные (7 сортов) и крупноплодные полукультурки (6 сортов), а также европейские сорта яблонь (4 сорта). Выделены сорта с наибольшим содержанием фенольных соединений. К ним относятся плоды ранеток “Авангард” (5470 ± 147 мкг/г с.в.), “Бугристое” (4227 ± 150 мкг/г с.в.) и *Malus baccata* Borch. (подвид вишнеплодная (3490 ± 65 мкг/г с.в.)).

Ключевые слова: Южное Предбайкалье, двухлетние сеянцы яблони ягодной, фенольные соединения.

DIFFERENCES IN THE AMOUNT OF PHENOLIC COMPOUNDS IN APPLE FRUITS, GROWN IN THE CIS-BAIKAL

Rachenko M.A., Shigarova A.M., Makarova L.E.

Siberian Institute of Plant Physiology SB RAS, Irkutsk, Russia

The content of phenolic compounds in fruits of 23 apple genotypes, grown in the conditions of the Southern Cis-Baikal, was studied. The studies were conducted on the basis of SIFABP SB RAS and the farms of the Irkutsk Region (2011-2013). Two-year seedlings of a dwarf apple were used as a seedling stock. The studies used: Siberian dwarf apple tree (2 subspecies), crab apples (4 varieties), small-fruited (7 varieties) and the large-fruited half-cultures (6 varieties), as well as European varieties of apples (4 varieties). Varieties with the highest content of phenolic compounds are detached. They include crab apples' fruits “Avanguard” (5470 ± 147 ppm. s. v.), “Bugristoe” (4227 ± 150 ppm s. v.) and *Malus baccata* Borch (subspecies of cherry fruits (3490 ± 65 ppm s. v.)).

Key words: the Southern Cis-Baikal, two-year seedlings of a dwarf apple, phenolic compounds.

Большинство фенольных соединений, содержащихся в плодах и ягодах,

оказывают благоприятное действие на организм человека, что связано в основном с их антиоксидатными свойствами. Это, прежде всего, важно для профилактики сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Яблоко является основным источником фенольных соединений, так как его потребление широко распространено во многих странах, и этот фрукт имеется на рынке весь год. Фенольный состав яблок, и, следовательно, их антиоксидантная активность зависит от многих факторов: сортовой принадлежности, места произрастания, погодных условий, уровня агротехники и т. д. [5].

Яблоня – одна из немногих культур, которая активно выращивается в любительских садах сибирского региона и является очень привлекательной культурой для промышленного выращивания [3].

В связи с этим **цель этой работы** – выяснить особенности накопления фенольных соединений в плодах сортов яблонь, пригодных к выращиванию в условиях Южного Предбайкалья.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования послужили яблони разных селекционных станций и народной селекции. Работу проводили в 2011-2013 гг. на базе СИФИБР СО РАН и фермерских хозяйств Иркутской области.

Посадочный материал для коллекционного участка выращивали в равных агротехнических и климатических условиях. В качестве подвоев использовали двухлетние сеянцы яблони ягодной (для стандартной прививки в низкий штамб).

Плоды собирались в потребительской зрелости, замораживались в жидком азоте (-193°C) и хранились в кельвинаторе при -80°C .

Выделение общих фенольных соединений проводили по стандартной методике [1]. Были подсчитаны средние значения и стандартное отклонение. Количество фенольных соединений выражено в микрограммах/грамм сырого веса (мкг/г с.в.).

Результаты и их обсуждение. В настоящее время известно более 2000 фенольных соединений растительного происхождения, из них более 150 обладают *P*-витаминной активностью.

К настоящему времени выработаны требования к уровню содержания *P*-активных веществ в плодах новых сортов яблонь при передаче их в государственное испытание и при включении в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию. В частности, для сибирского региона эта цифра колеблется от 4000 до 6500 мкг/г [4]. Подбор пар для селекции яблони по содержанию как общих фенольных соединений, так и *P*-активных веществ представляется важным.

В наших исследованиях мы использовали сибирскую ягодную яблоню (2 подвида), ранетки (4 сорта), мелкоплодные полукультурки (7 сортов), крупноплодные полукультурки (6 сортов) и европейские сорта яблонь (4 сорта).

Сравнение полученных результатов показало, что наибольшее содержание фенольных соединений обнаружено в плодах ранеток “Авангард” (5470 ± 147 мкг/г с.в.) и “Бугристое” (4227 ± 150 мкг/г с.в.) и *Malus baccata* Borch., подвид

вишнеплодная (3490 ± 65 мкг/г с.в.).

Из мелкоплодных полукультурок (рис. 1) количеством фенольных соединений отличились сорта “Аленушка” (3204 ± 147 мкг/г с.в.), “Красная гроздь” (2992 ± 28 мкг/г с.в.) и “Зарево” (3007 ± 83 мкг/г с.в.).

Несмотря на то, что “Ранетка Ермолаева” и ранетка “Пурпуровая” считаются одними из лучших сортов по содержанию Р-активных веществ [2,4], в наших экспериментах попали в группу со средним содержанием фенольных соединений (2633 ± 29 и 1412 ± 257 мкг/г с.в. соответственно). В плодах сибирской ягодной яблони (*Malus baccata* Borch.) количество фенольных соединений было ниже, чем описано в литературе [4].

Уровень фенольных соединений в плодах крупноплодных полукультурок (рис. 2) был ниже, чем у мелкоплодных. Самое большое его значение отмечено у сортов “Светлое” (2496 ± 0 мкг/г с.в.) и “Алтайское юбилейное” (1950 ± 250 мкг/г с.в.).

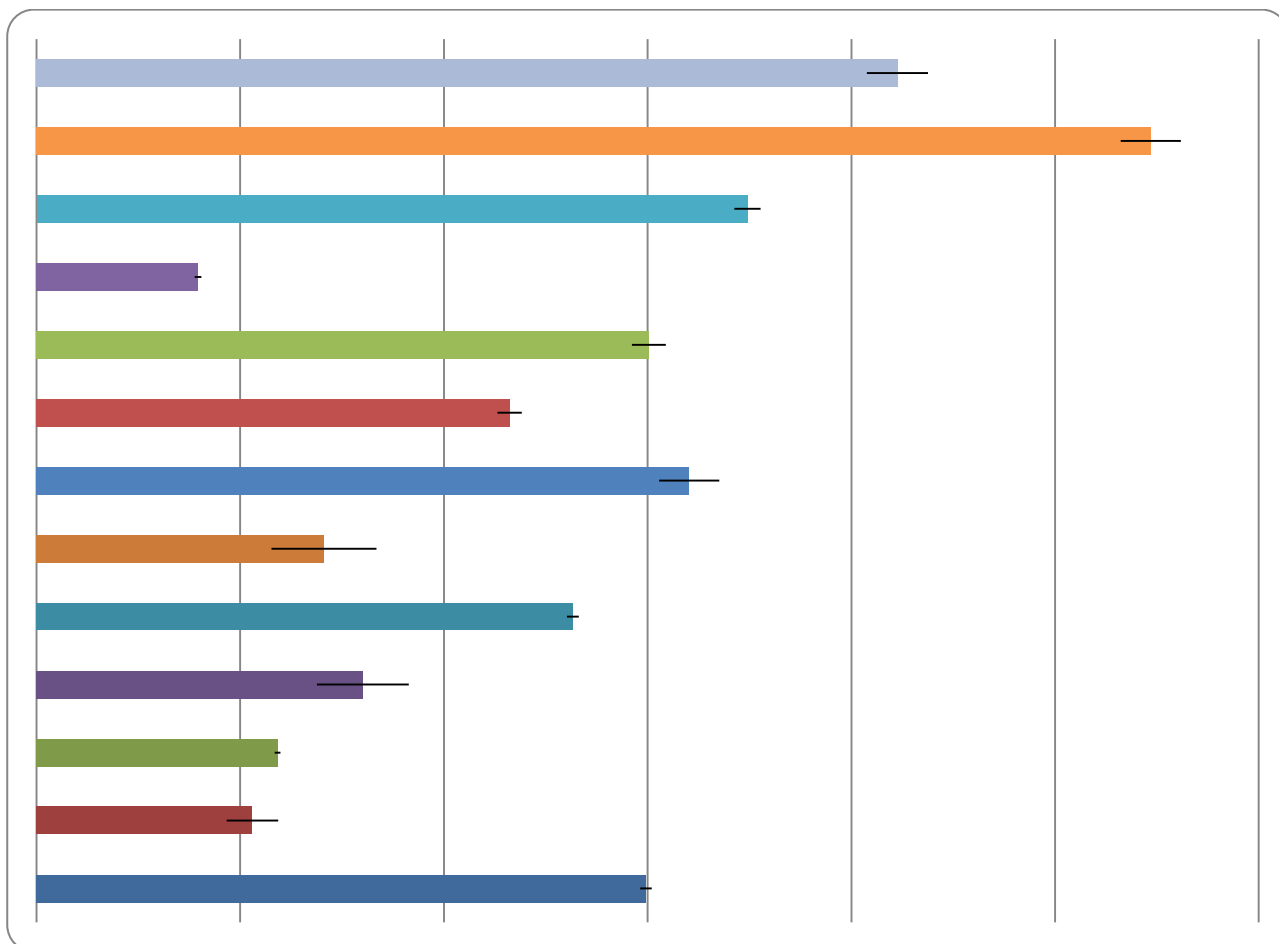


Рисунок 1 – Количество фенольных соединений в плодах диких видов яблони, ранеток и мелкоплодных полукультурок (мкг/г с.в.)

У культурных сортов (рис. 3) только в плодах “Папировка” среднее значение фенольных соединений было на уровне мелких полукультурок (3066 ± 93 мкг/г с.в.), что согласуется с литературными данными [2, 6]. У остальных сортов оно не превышало 929 мкг/г сырого веса.

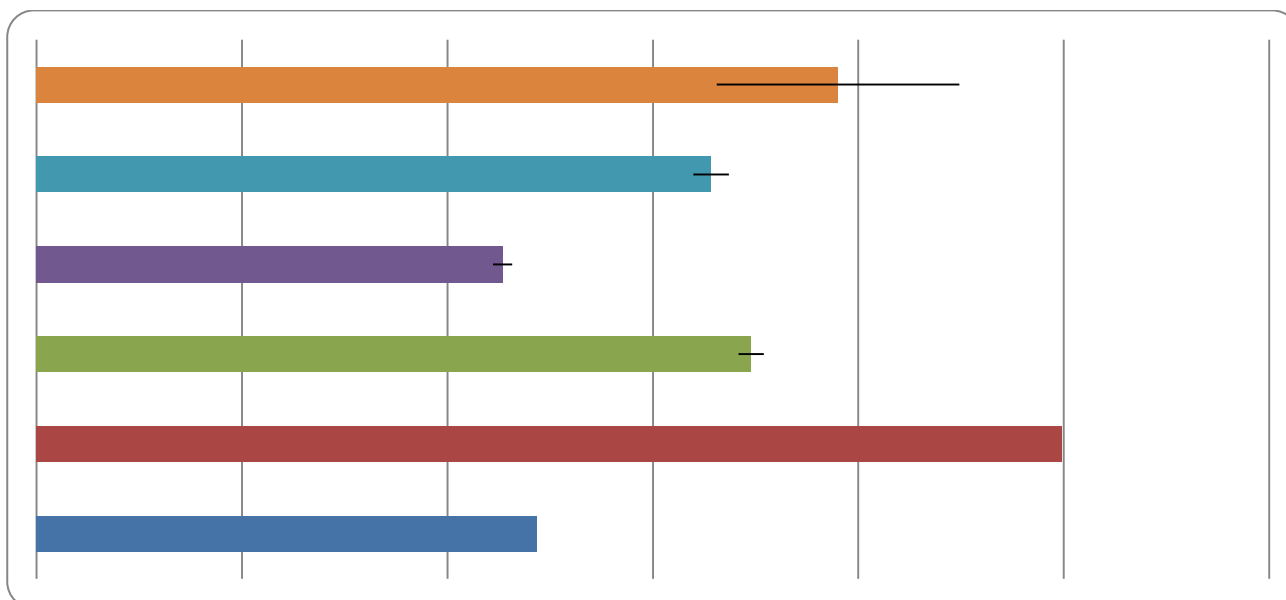


Рисунок 2 – Количество фенольных соединений в плодах крупноплодных полукультурок (мкг/г с.в.)

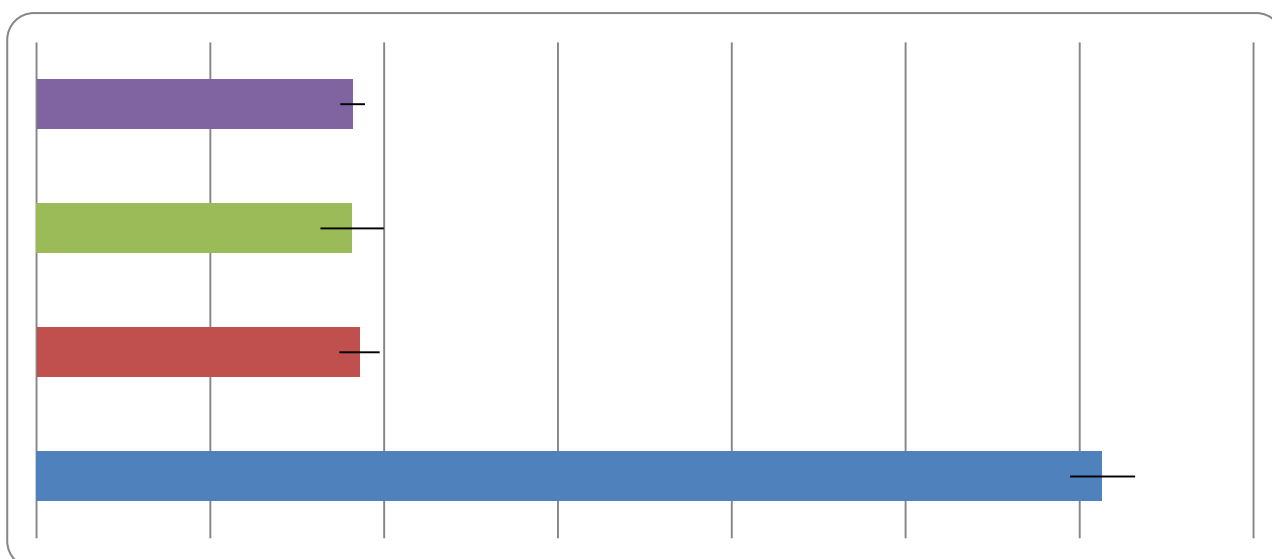


Рисунок 3 – Количество фенольных соединений в плодах культурных яблонь (мкг/г с.в.)

Выводы. 1. Уровень фенольных соединений в плодах крупноплодных полукультурок был ниже, чем у мелкоплодных.

2. В условиях Южного Предбайкалья максимальное количество фенольных соединений было обнаружено в плодах яблонь-ранеток сортов “Авангард” и “Бугристое” и *Malus baccata* Borch., подвид вишнеплодная, крупноплодной яблони-полукультурки сорта “Светлое” и культурной яблони сорта “Папировка”.

Список литературы

1. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений / М.Н. Запрометов – М.: Высшая школа, 1974. – 214 с.

2. Помология. Яблоня / Под ред. *Е.Н. Седова* – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2005. – Т. 1. – 575 с.
3. *Раченко М.А.* Перспективы промышленного садоводства в Южном Предбайкалье / *М.А. Раченко, А.М. Шигарова, Т.Е. Путилина, Е.И. Раченко* // Вестник РАСХН. – 2013. – № 3. – С. 18-21.
4. *Седов Е.Н.* Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони / *Е.Н. Седов, М.А. Макаркина, Н.С. Левгерова* – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2007. – 312 с.
5. *Упадышев М.Т.* Роль фенольных соединений в процессах жизнедеятельности садовых растений / *М.Т. Упадышев* – М.: Изд. дом МСП, 2008. – 320 с.
6. *Ширко Т.С.* Биохимия и качество плодов / *Т.С. Ширко, И.В. Ярошевич* – Минск: Наука и техника. 1991. – 294 с.

References

1. Zaprometov M.N. *Osnovy biohimii fenol'nyh soedinenij* [Fundamentals of biochemistry of phenolic compounds]. Moscow, 1974, 214 p.
2. *Pomologija. Jablonja* [Pomology. Apple tree]. Orel, 2005, vol. 1, 575 p.
3. Rachenko M.A. et all. *Perspektivy promyshlennogo sadovodstva v Juzhnom Predbaikal'e* [Prospects for commercial horticulture in the Southern Cis-Baikal]. Vestnik RASHN [Journal of RAAS] 2013, no.3, pp. 18-21.
4. Sedov E.N. et all. *Biohimicheskaja i tehnologicheskaja harakteristika plodov genofonda jabloni* [Biochemical and technological characteristics of fruits of apple genofond]. Orel, 2007, 312 p.
5. Upadyshev M.T. *Rol' fenol'nyh soedinenij v processah zhiznedejatel'nosti sadovyh rastenij* [The role of phenolic compounds in horticultural plant life processes]. Moscow, 2008, 320 p.
6. Shirko T.S., Jaroshevich I.V. *Biohimija i kachestvo plodov* [Biochemistry and fruit quality]. Minsk, 1991, 294 p.

Сведения об авторах:

Макарова Людмила Евгеньевна – доктор биологических наук, заведующая лабораторией физиологии устойчивости растений. Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН (664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, e-mail: bigmks73@rambler.ru).

Раченко Максим Анатольевич – научный сотрудник лаборатории физиолого-биохимической адаптации, начальник опытной станции Фитотрон и Оранжереи. Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН (664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, e-mail: bigmks73@rambler.ru).

Шигарова Анастасия Михайловна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории физиологической генетики. Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН (664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, e-mail: bigmks73@rambler.ru).

Information about authors:

Makarova Lyudmila E. – doctor of biological sciences, head of the laboratory of physiology of plant resistance. Siberian Institute of Physiology and Biochemistry of Plants SB RAS (664033, Russia, Irkutsk, st. Lermontov, e-mail: bigmks73@rambler.ru).

Rachenko Maxim A. – researcher of the laboratory of physiological and biochemical adaptation, head of the experimental station Phytotron and Greenhouses. Siberian Institute of Physiology and Biochemistry of Plants SB RAS (664033, Russia, Irkutsk, st. Lermontov, e-mail: bigmks73@rambler.ru).

Shigarova Anastasia M. – candidate of biological sciences, researcher of the laboratory of physiological genetics. Siberian Institute of Physiology and Biochemistry of Plants SB RAS (664033, Russia, Irkutsk, st. Lermontov, e-mail: bigmks73@rambler.ru).

УДК 631.582

УДК 632.51:633.1

ВЛИЯНИЕ ЧИСТЫХ И СИДЕРАЛЬНЫХ ПАРОВ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

В.И. Солодун, Л.А. Цвынтарная

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В статье представлены данные о влиянии чистых и сидеральных (горох+овес, рапс, клевер красный) паров, а также способов заделки сидератов и навоза (вспашка на глубину 20-22 см и дискование на глубину 8-10 см) на засоренность пшеницы в прямом действии и овса в последствии в зернопаровом севообороте. Результаты исследований показали, что замена вспашки на дисковую заделку удобрений, как прием безотвальной обработки почвы увеличивает засоренность посевов в среднем по количеству сорняков в 1.24 раза, а по фитомассе в 1.5 раза. Степень засоренности по всем вариантам пара была слабой (до 5% от фитомассы), что свидетельствует о высокой эффективности как чистых, так и сидеральных паров как предшественников.

Ключевые слова: сидеральные и чистые пары, обработка почвы, сорные растения, пшеница, дискование, вспашка.

EFFECT OF ORGANIC AND VAPOR GREEN MANURE CLOGGING GRAIN

Solodun V.I., Tsvintarnaya L.A

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article presents data on the impact of clean and green manure (peas + oats, canola, red clover) vapor, as well as ways of embedding green manure and manure (plowing to a depth of 20-22 cm and disking to a depth of 8-10 cm) on wheat debris in direct action and oats in the aftereffect in zernoparovom rotation. The results showed that the replacement of plowing on the disk sealing of fertilizers, as a method of subsurface tillage increases the infestation of crops in the average number of weeds at 1.24 times and at 1.5 times phytomass. The degree of contamination on all variants couple was weak (up to 5% of a biomass), which indicates a high efficiency as a clean and green manure as a precursor vapor.

Key words: green manure and fallow, tillage, weeds, wheat, disking, plowing.

Одна из основных задач земледелия – это борьба с сорными растениями. Многочисленными исследователями установлено, что сорняки потребляют из почвы питательные вещества, влагу значительно больше, чем культурные растения. Все это приводит к потерям урожая [1, 4].

Сорняки наносят огромный ущерб сельскохозяйственному производству. По данным ЦИНАО, более 60% общей площади зерновых культур засорены в средней или сильной степени. Это во многом связано с сокращением возможности механического воздействия на сорные растения из-за невысокой доли чистых паров (9.2%) и пропашных культур (23.7%) в севооборотах, а также с увеличением использования безотвальных обработок почвы [1].

В последнее время в Предбайкалье произошли существенные изменения в характере землепользования – резко уменьшились объемы применения минеральных, органических удобрений и химических средств защиты растений, нарушились севообороты, сократился набор предшественников, в результате ухудшилось фитосанитарное состояние посевов, снизилось

плодородие почвы и качество сельскохозяйственной продукции[3].

Самым эффективным способом борьбы с сорняками является севооборот, роль которого возрастает в современных условиях в связи с дороговизной применения гербицидов.

Для повышения плодородия почвы и улучшения фитосанитарного состояния посевов в зернопаровых севооборотах немаловажное значение имеет применение органических удобрений (навоз, сидераты, солома).

Применение сидератов способствует снижению засоренности посевов основных культур севооборота, снижается пораженность корневыми гнилями, усиливается активность почвенных ферментов, следовательно, сидерация способствует улучшению фитосанитарной ситуации в полевых севооборотах [2]. Поэтому возникает необходимость проведения комплексных исследований по изучению влияния паров, органических (навоз, сидерация) и минеральных удобрений на засоренность и урожайность зерновых культур.

Материалы и методы. Исследования проводились на опытном поле Иркутского НИИСХ. Опыт заложен в 2011 году и был рассчитан на 5 лет исследований. В опыте изучалось два способа заделки сидеральной массы в почву: дискатором “Рубин” на глубину 8-10 см и запашка плугом на глубину 20-22 см.

Схема севооборота: чистый и сидеральные пары (горохо-овес, рапс, клевер красный) – пшеница – овес. В качестве контроля выступал чистый неудобренный пар.

По общей характеристике почва опытного участка серая лесная, тяжелосуглинистая, слабокислая.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования в 2011-2015 гг. позволили получить данные по засоренности яровой пшеницы и овса (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Засоренность посевов яровой пшеницы по разным видам пара и способам заделки удобрений в фазу кушения за 2012– 2015 гг., шт/м²

Вариант пара	Биологическая группа сорняков			Всего
	малолетние	многолетние	прочие	
Вспашка на глубину 20-22 см				
Горохо-овес	67	1	2	70
Рапс	69	13	1	83
Клевер	60	10	3	73
Чистый пар+навоз 30 т/га	93	3	0	96
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	94	2	1	97
Чистый пар–контроль	88	1	3	92
Дискование на глубину 8-10 см				
Горохо-овес	80	2	3	85
Рапс	137	13	2	152
Клевер	116	6	4	126
Чистый пар +навоз 30 т/га	72	2	3	77
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	83	1	10	94
Чистый пар–контроль	81	6	6	93

В результате установлено, что в агрофитоценозе пшеницы как в фазу

кущения (табл. 1), так и в период уборки (табл. 2) пшеницы преимущественно встречались малолетние сорняки (куриное просо, марь белая, торица, звездчатка злачная, хвощ полевой и др.); по сидеральным парам при дисковании количество сорняков было больше в 1.21-1.83 раза, чем при вспашке; многолетние сорняки по численности значительно уступали малолетним, но по массе находились на соизмеримом уровне.

Степень засоренности (табл. 3) по всем вариантам пара была слабой (до 5%), что свидетельствует о высокой эффективности как чистых, так и сидеральных паров как предшественников.

Таблица 2 – Засоренность посевов пшеницы перед уборкой по разным видам пара и способам заделки в почву удобрений, (среднее за 2012-2015 гг.)

Вариант пара	Биологическая группа сорняков				Всего сорняков, шт/м ²
	Малолетние		Многолетние		
	кол-во, шт/м ²	масса, г	кол-во, шт/м ²	масса, г	
Вспашка на глубину 20-22 см					
Горохо-овес	41	2.4	0.3	2.0	41
Рапс	32	2.3	7	5.5	39
Клевер	49	4.3	5	5.4	54
Чистый пар+ навоз 30 т/га	64	7.0	0	0.0	64
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	49	7.1	0	0.0	49
Чистый пар – контроль	62	7.2	0	0.0	62
Дискование на глубину 8-10 см					
Горохо-овес	31	1.4	1	1.6	32
Рапс	24	2.4	1	1.4	25
Клевер	88	8.0	2	4.9	90
Чистый пар+ навоз 30 т/га	93	8.2	0.3	0.2	93
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	58	6.4	3	7.6	61
Чистый пар – контроль	46	5.6	3	7.8	49

Таблица 3 – Степень засоренности посевов пшеницы по фитомассе сорняков в агрофитоценозе среднее за 2012-2015 гг.

Вариант пара	Масса снопа с 1 м ² , г	Масса сорняков с 1 м ² , г	% от фитомассы агрофитоценоза	Степень засоренности
Вспашка на глубину 20-22 см				
Горохо-овес	658	4.4	0.7	слабая
Рапс	596	8.1	1.4	слабая
Клевер	850	9.7	1.1	слабая
Чистый пар+ навоз 30 т/га	667	7.0	1.0	слабая
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	701	7.1	1.0	слабая
Чистый пар – контроль	785	7.2	0.9	слабая
Дискование на глубину 8-10 см				
Горохо-овес	685	3.0	0.4	слабая
Рапс	712	3.8	0.5	слабая
Клевер	639	12.9	2.0	слабая
Чистый пар+ навоз 30 т/га	723	8.4	1.2	слабая
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	815	14.0	1.7	слабая
Чистый пар – контроль	651	13.4	2.1	слабая

В таблице 4 представлены данные по засоренности овса за 2013-2015 годы в фазу кущения. Установлено, что в сравнении с пшеницей, число сорняков в посевах овса значительно выше. Это связано с тем, что овес произрастает после пшеницы, обе эти культуры относятся к одному семейству – злаковых (Poaceae), после которых остаются сопутствующие им сорняки. Максимальное количество сорных растений встречалось после контроля и пара с минеральными удобрениями при вспашке. Минимальное количество сорных растений было после клеверного сидерального пара при вспашке, что связано с тем, что под покров овса подсевали клевер, который составлял конкуренцию сорным растениям. При дисковании количество сорняков по этому виду пара возросло в 1.78 раз.

Таблица 4 – Засоренность посевов овса по разным видам пара и способам заделки удобрений в фазу кущения за 2013 - 2015 гг., шт/м²

Вариант пара	Биологическая группа сорняков			Всего
	малолетние	многолетние	прочие	
Вспашка на глубину 20-22 см				
Горохо-овес	112	4	3	119
Рапс	134	5	1	138
Клевер	79	8	1	88
Чистый пар+навоз 30 т/га	87	3	1	91
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	159	2	2	163
Чистый пар-контроль	172	1	1	174
Дискование на глубину 8-10 мм				
Горохо-овес	159	0	0	159
Рапс	111	2	0	113
Клевер	155	1	1	157
Чистый пар +навоз 30 т/га	120	2	1	123
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	112	1	0	113
Чистый пар-контроль	121	10	0	131

В период уборки (табл. 5) основные закономерности засоренности овса соответствовали засоренности пшеницы, наиболее встречающийся сорняк – просо куриное.

Степень засоренности (табл. 6) по всем предшествующим парам была слабой, до 5% от фитомассы агрофитоценоза овса с 1 м², что свидетельствует о слабом засорении, не оказывающем влияния на урожайность.

Численность сорняков превышала их численность в посевах пшеницы, идущей первой культурой по парам.

Под овсом засоренность возрастала преимущественно за счет яровых поздних сорняков (просо куриное). К концу ротации севооборотов малолетний тип засоренности яровыми ранними сорняками постепенно меняется на засоренность яровыми поздними просовидными сорняками.

Таблица 5 – Засоренность посевов овса перед уборкой по разным видам пара и способов заделки в почву удобрений, (среднее за 2013-2015 гг.)

Вариант пара	Биологическая группа сорняков				Всего сорняков, шт/м ²
	Малолетние		Многолетние		
	кол-во, шт/м ²	масса, г	кол-во, шт/м ²	масса, г	
Вспашка на глубину 20-22 см					
Горохо-овес	23	1.6	0	0.0	23
Рапс	43	2.7	2	12.9	45
Клевер	30	1.8	1	1.1	31
Чистый пар+навоз 30	46	2.6	1	1.3	47
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	53	5.6	0	0.0	53
Чистый пар-контроль	38	2.7	0	0.0	38
Дискование на глубину 8-10 см					
Горохо-овес	45	4.0	0	0.0	45
Рапс	50	2.7	1	0.4	51
Клевер	19	2.2	2	11.4	21
Чистый пар+навоз 30 т/га	69	6.0	0	0.0	69
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	59	5.3	0	0.0	59
Чистый пар-контроль	57	2.2	12	14.9	49

Таблица 6 – Степень засоренности посевов овса по фитомассе сорняков в агрофитоценозе, среднее за 2013-2015 гг.

Вариант пара	Масса снопа с 1 м ² , г	Масса сорняков с 1 м ² , г	% от фитомассы агрофитоценоза	Степень засоренности
Вспашка на глубину 20-22 см				
Горохо-овес	486	1.6	0.3	слабая
Рапс	434	15.7	3.6	слабая
Клевер	454	2.9	0.6	слабая
Чистый пар+навоз 30 т/га	594	3.9	0.7	слабая
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	651	5.6	0.9	слабая
Чистый пар-контроль	588	2.7	0.5	слабая
Дискование на глубину 8-10 см				
Горохо-овес	494	4.0	0.8	слабая
Рапс	480	3.0	0.6	слабая
Клевер	528	13.6	2.6	слабая
Чистый пар+навоз 30 т/га	598	6.0	1.0	слабая
Чистый пар + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	461	5.3	1.1	слабая
Чистый пар-контроль	504	17.1	3.4	слабая

Выводы: 1. В зернопаровом севообороте с чистыми и сидеральными парами засоренность посевов нарастает к концу ротации.

2. Замена вспашки на дисковую заделку удобрений, как прием безотвальной обработки почвы, увеличивает засоренность посевов в среднем по количеству сорняков в 1.24 раза, а по фитомассе – в 1.5 раза.

3. Степень засоренности посевов как пшеницы, так и овса по численности и фитомассе находилась на допустимом уровне (не превышала 5% от фитомассы), что показывает высокую эффективность паровых предшественников.

Список литературы

1. Баздырев Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г.И. Баздырев. – Москва: КолосС. – 2004. – 328 с.
2. Гасанов Г.Н. Сидерация как фактор улучшения фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы / Г.Н. Гасанов, А.А. Римиханов, С.А. Салихов // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 32-34.
3. Горбунова М.С. Влияние разных видов паров на засоренность и урожайность зерновых культур / М.С. Горбунова, А.М. Зайцев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. - № 2. – С.16-21.
4. Телегин В.А. Влияние способов обработки почвы на засоренность культур в зернопаровом севообороте / В.А. Телегин, С.Д. Гилев, И.Н. Цымбаленко, О.С. Бастрычкина // Земледелие. – 2011 – № 3. – С. 27-29.

References

1. Bazdyrev G.I. *Zashhita sel'skhozjajstvennyh kul'tur ot sornyh rastenij* [The protection of agricultural crops of weeds]. Moscow, 2004, 328 p.
2. Gasanov G.N., Rimihanov A.A., Salihov S.A. *Sideracija kak faktor uluchshenija fitosanitarnogo sostojanija posevov ozimoy pshenicy* [Sideration as a factor in the improvement of phytosanitary condition of winter wheat crops]. *Sashita i karantin rastenii* [Protection and quarantine of plants]. 2012, no 2, 32-34 p.
3. Gorbunova M.S., Zaizev A.M. *Vlijanie raznyh vidov parov na zasorennost' i urozhajnost' zernovyh* [The influence of different kinds of vapours on infestation and yield of grain crops]. *Sibirskii vestnik selskohosjaistvennoi nauki* [The Siberian reporter of agricultural science]. 2008, no 2, 16-21 p.
4. Telegin V.A. Gileev S.D., Zymbalenko I.N., Bystrichkina O.S. *Vlijanie sposobov obrabotki pochvy na zasorennost' kul'tur v zernoparovom sevooborote* [The influence of tillage methods on infestation of crops in grain-vapoury crop rotation]. *Zemledelie* [Agriculture]. 2011, no 3, 27-29 p.

Сведения об авторах:

Солодун Владимир Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный, тел. 89149520068, e-mail: rector@igsha.ru).

Цвынтарная Любовь Алексеевна – аспирант кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный, тел. 89246032607, e-mail: lyubov_zyryanova@mail.ru).

Information about authors:

Solodun Vladimir I. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Plant Agriculture and Agronomy Department. Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk, Irkutsk district, Molodejnii village, tel. 89149520068, e-mail: rector@igsha.ru).

Tsvintarnaya Lyubov A. – postgraduate student, Department of Agriculture and Crop Agronomy Department. Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk, Irkutsk district, Molodejnii village, tel. 89246032607, e-mail: lyubov_zyryanova@mail.ru).

УДК 633.112.9:631.82

ДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО ЗЕРНА И СЕМЯН ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

¹Ф.С. Султанов, ²О.Б. Габдрахимов

¹Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Иркутск, Россия

²Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В статье приводятся результаты исследований по влиянию минеральных удобрений на урожайность, качество зерна и семян озимой тритикале. Установлено, что применение минеральных удобрений способствует увеличению сохранности растений во время перезимовки, их более интенсивному росту и развитию в период вегетации. С повышением доз удобрений увеличивается количество продуктивных стеблей, число зёрен в колосе и их масса, натура зерна и содержание сырого протеина. Окупаемость туков с полученной продукции зависит от их доз и составляет от 3.0 до 9.6 кг зерна на 1 кг д.в. При использовании минеральных удобрений значительно увеличиваются затраты на производство зерна тритикале, происходит рост себестоимости продукции и снижение рентабельности, но в связи с повышением урожайности увеличивается чистая прибыль. Более высокую урожайность 3.88 т/га и чистую прибыль 7794.7 ₺/га обеспечивает внесение удобрений в дозе N₇₅P₃₀K₄₅.

Ключевые слова: озимая тритикале, доза минеральных удобрений, урожайность, качество зерна и семян, себестоимость, чистая прибыль, рентабельность.

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON YIELDS, GRAIN AND SEED QUALITY OF WINTER TRITICALE

¹Sultanov F.S., ²Gabdrakhimov O.B.

¹Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture, Irkutsk, Russia

²Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article gives the results of studies on the influence of mineral fertilizers on yielding capacity, grain and seed quality of winter triticales. It has been revealed that application of mineral fertilizers promotes to better preservation of plants during winter period, their more intensive growth and development through vegetation. The higher doses of fertilizers increase the amount of productive stems, the number of kernels in an ear and their weight, bushel weight and wet protein content. In all variants of the trial they correspond to the standard of seeding. Fertilizers' payback from obtained products depends on their doses and amounts from 3.0 to 9.6 kg of grain per 1 kg active substance. Application of mineral fertilizers significantly raises the expenses for triticales grain production, products prime cost grows, and profitability reduces, but, thanks to the rise in yields, pure income increases. Higher yields 3.88 t/ha and pure income 7794.7 ₺/ha are provided with the dose of fertilizers application N₇₅P₃₀K₄₅.

Key words: winter triticales, doses of mineral fertilizers, yielding capacity, quality of grain and seeds, prime cost, pure income, profitability.

Озимая тритикале – довольно новая сельскохозяйственная культура в Прибайкалье. Унаследованные ею от озимой ржи и пшеницы такие полезные хозяйственно-биологические свойства, как зимостойкость, слабая восприимчивость к ряду заболеваний, высокая продуктивность, качество зерна и зелёной массы, обуславливают перспективность данной культуры [1, 2, 8]. По содержанию белка и незаменимых аминокислот она превосходит озимую рожь и пшеницу [5, 10].

Жёсткие климатические условия и отсутствие технологии возделывания сдерживают распространение озимой тритикале в нашем регионе. Поэтому разработка экономически эффективных элементов технологии возделывания этой ценной культуры в условиях Прибайкалья является актуальной задачей [11, 12]. В технологиях возделывания одним из основных приёмов, существенно повышающих продуктивность сельскохозяйственных культур, является применение минеральных удобрений. В настоящее время наукой и практикой доказано, что до 50% прироста урожая получают за счёт внесения минеральных удобрений. При правильном использовании удобрений повышается содержание белка, углеводов, сухого вещества [3, 7].

Исследователи, занимающиеся изучением действия минеральных удобрений в посевах озимой тритикале, рекомендуют на почвах с высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия применять только азотные удобрения в весеннюю подкормку в дозе 30-60 кг д.в. на гектар, а на почвах с низким содержанием фосфора и калия – полное минеральное удобрение [6, 9].

Цель исследований – установить оптимальные дозы минеральных удобрений в посевах озимой тритикале для разработки технологии её возделывания.

В **задачи** исследований входило: изучение влияния доз минеральных удобрений на зимостойкость озимой тритикале, рост и развитие растений, сроки созревания, урожайность, качество зерна и семян, экономическую эффективность.

Методика проведения исследований. Полевые исследования выполнены на базе опытного поля Иркутского НИИСХ, в лабораториях определялось качество семян и проводился агрохимический анализ по общепринятым методикам. Статистическую обработку полученных данных осуществляли методом дисперсионного анализа [4].

Почва опытного участка серая лесная, тяжелосуглинистая; в пахотном слое (0-20 см) содержание гумуса составило 4.2-4.8%, P_2O_5 – 9.6-10.3 и K_2O – 8.4-9.6 мг/100 г почвы по Кирсанову, $pH_{сол}$ – 4.6-4.8, сумма поглощённых оснований 21.0-23.4 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 68.0-74.0%.

Предшественник – пар. Система обработки почвы общепринятая для зоны. Посев проводили 20 августа с использованием сорта “Алтайская 5”, норма высева – 6.0 млн. всхожих семян на гектар. Минеральные удобрения вносили вручную под предпосевную культивацию. Схема опыта приведена в таблице 1.

Осенью определялась полевая всхожесть семян, высота роста растений и фаза развития тритикале; зимой – сохранность растений, высота снежного покрова, температура почвы в зоне узла кущения; весной – количество сохранившихся растений. В течение вегетации велись фенологические наблюдения. Перед уборкой определялась структура урожайности. Учёты урожайности проводились в фазе полной спелости зерна комбайном “Сампо 500”.

Погодные условия в годы проведения исследований были не одинаковыми. Вегетационные периоды 2012-2013 гг. по теплообеспеченности и запасам

продуктивной влаги в почве оказались близки к среднемноголетним показателям, а 2014 год – засушливым.

Результаты исследований и их обсуждение. Полевая всхожесть семян озимой тритикале составила 70.9-72.0%. Растения ушли в зиму в фазе кущения, их высота роста составила 12-15 см.

В 2012-2014 годах агроклиматические условия осени и зимы были благоприятными для перезимовки озимых культур, температура почвы в зоне узла кущения не опускалась ниже -12°C , гибель растений не превысила 12.6-15.0%.

При перезимовке применение минеральных удобрений способствует увеличению сохранности растений на 4.9-9.2%.

Фенологические наблюдения показывают, что с увеличением доз удобрений растения становятся выше на 3.6-13.8 см, но при этом удлиняются сроки созревания на 1-4 дня.

По результатам определения структуры урожайности установлено, что при применении минеральных удобрений увеличивается количество продуктивных стеблей на 7-21 шт./м², а число зёрен с каждого колоса – на 2-5 шт. (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на структуру урожайности озимой тритикале (среднее за 2012-2014 гг.)

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Длина соломины, см	Число зёрен в колосе, шт.	Масса зёрен с 1 колоса, г	Масса 1000 зёрен, г	Соотношение зерна к соломе
Без удобрений (контроль)	404	106	34	1.27	36.4	0.83
N ₃₀	411	112	36	1.29	37.5	0.85
N ₄₅	416	114	36	1.30	37.7	0.84
N ₆₀	418	120	38	1.31	37.4	0.85
N ₆₀ P ₃₀	420	118	37	1.33	37.9	0.87
N ₆₀ P ₃₀ K ₄₅	421	122	38	1.37	38.7	0.89
N ₆₀ P ₃₀ K ₄₅ + N ₃₀ весной	425	125	39	1.41	40.5	0.91
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₅	423	124	38	1.43	40.3	0.92
На планируемый урожай 3.5 т/га	422	123	38	1.42	39.9	0.91

С увеличением доз минеральных удобрений повышается продуктивность колоса на 2.3-12.6%, масса 1000 зёрен – на 1.3-4.1 г.

Применение минеральных удобрений способствует повышению урожайности и улучшению качества зерна тритикале (табл. 2). Даже при внесении азотных удобрений в дозе N₃₀ прибавка урожая составляет 0.28 т/га, или 10.2% к контролю. При повышении дозы азота до 60 кг д.в. на 1 га урожайность увеличивается на 0.58 т/га, или на 21.2%.

Таблица 2 – Действие минеральных удобрений на урожайность, качество зерна и семян озимой тритикале (среднее за 2012-2014 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Натура зерна, г/л	Содержание сырого протеина, %	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания семян, %	Всхожесть семян, %
Без удобрений (контроль)	2.74	630.3	14.3	43.7	84.2	97.1
N ₃₀	3.02	631.7	15.4	44.8	83.8	96.2
N ₄₅	3.16	631.2	15.8	45.4	84.1	96.0
N ₆₀	3.32	632.6	16.3	46.5	83.0	95.1
N ₆₀ P ₃₀	3.41	632.9	16.2	47.3	85.2	97.5
N ₆₀ P ₃₀ K ₄₅	3.66	632.7	16.5	47.9	86.9	97.8
N ₆₀ P ₃₀ K ₄₅ + N ₃₀ весной	3.86	634.5	16.9	48.4	83.9	95.8
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₅	3.88	633.8	16.7	49.1	84.2	96.0
На планируемый урожай 3.5 т/га	3.72	634.1	16.4	48.1	84.5	96.7

НСР₀₅ 0.23

Добавление к азотным удобрениям фосфорных в дозе 30 кг д.в. на 1 га не обеспечивает существенного роста урожая. Внесение калийных удобрений в дозе 45 кг д.в. на 1 га даёт 0.25 т/га достоверной прибавки зерна. Предпосевное внесение N₆₀P₃₀K₄₅ и проведение весенней подкормки N₃₀ позволило поднять урожайность на 1.20 т/га, или на 40%. Наиболее высокая урожайность зерна получена при применении N₇₅P₃₀K₄₅.

В посевах озимой тритикале с повышением доз минеральных удобрений увеличивается натура зерна, их масса и содержание сырого протеина. Возрастание доз азотных удобрений приводит к некоторому снижению энергии прорастания и всхожести семян, а добавление к ним фосфорных и калийных туков обеспечивает рост этих показателей. В целом, во всех вариантах опыта полученные семена по качеству соответствуют посевному стандарту.

Окупаемость туков с полученной продукции зависит от их вида и доз и составляет от 3.0 до 9.6 кг зерна на 1 кг д.в. Наибольшая окупаемость 9.3-9.6 кг зерна была в вариантах с внесением одних азотных удобрений. Окупаемость фосфорных удобрений составила 3.0, калийных – 5.5 кг зерна. При внесении N₇₅P₃₀K₄₅, обеспечивающих получение наиболее высокого урожая в опыте, окупаемость 1 кг д.в. составила 7.6 кг зерна.

Результаты расчётов экономической эффективности показывают, что возделывание озимой тритикале в условиях лесостепной зоны Прибайкалья рентабельно даже без применения удобрений (табл. 3). При внесении минеральных удобрений, из-за их дороговизны, значительно увеличиваются затраты на производство зерна, происходит рост себестоимости продукции и снижение рентабельности.

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений на экономическую эффективность при возделывании озимой тритикале (среднее за 2012-2014 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Сумма затрат, руб./га	Стоимость продукции, руб./га	Условно чистая прибыль, руб./га	Себестоимость зерна, руб./т	Рентабельность, %
Без удобрений (контроль)	2.74	9748.1	16440	6691.9	3557.7	68.6
N ₃₀	3.02	10953.1	18120	7166.9	3626.8	65.4
N ₄₅	3.16	11575.0	18960	7385.0	3662.9	63.8
N ₆₀	3.32	12193.7	19920	7726.3	3672.8	63.4
N ₆₀ P ₃₀	3.41	13896.0	20460	6564.0	4075.1	47.2
N ₆₀ P ₃₀ K ₄₅	3.66	14961.4	21960	6998.6	4087.8	46.8
N ₆₀ P ₃₀ K ₄₅ + N ₃₀ весной	3.86	16128.0	23160	7032.0	4178.2	43.6
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₅	3.88	15485.3	23280	7794.7	3991.0	50.3
На планируемый урожай 3.5 т/га	3.72	15226.2	22320	7093.8	4093.1	46.6

Из разных вариантов применения туков самая низкая себестоимость зерна и наиболее высокая рентабельность получена при внесении N₃₀. Дальнейшее увеличение доз минеральных удобрений приводит к удорожанию продукции и снижению рентабельности. Но при этом, в связи с ростом урожайности, происходит рост чистой прибыли. Более высокая чистая прибыль получена при внесении N₇₅P₃₀K₄₅.

Выводы. 1. Применение минеральных удобрений в посевах озимой тритикале способствует лучшей сохранности растений во время перезимовки, их более интенсивному росту и развитию в период вегетации.

2. С повышением доз удобрений увеличивается количество продуктивных стеблей, число зёрен в колосе и их масса, натура зерна и содержание сырого протеина.

3. Дозы минеральных удобрений не оказывают существенное влияние на посевное качество семян озимой тритикале. Во всех вариантах опыта они соответствуют посевному стандарту.

4. Из разных вариантов более высокую урожайность зерна 3.88 т/га и чистый доход 7794.7 руб./га обеспечивает применение N₇₅P₃₀K₄₅.

Список литературы

1. Горбунов В.Н. Селекционные достижения по тритикале в научных центрах России и ближайшего зарубежья / В.Н. Горбунов, В.Е. Шевченко // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 4. – С. 24-27.
2. Грабовец А.И. Перспективы возделывания озимой тритикале в центральном регионе России / А.И. Грабовец, А.В. Крахмаль // Владимирский земледелец. – 2012. – № 1. – С. 16-19.
3. Дмитриев Н.Н. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур / Н.Н. Дмитриев, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов и др. // Иркутск: ИрГАУ, 2015. – 131 с.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: Колос, 1986. – 280 с.
5. Карчевская О.Е. Исследование хлебопекарных свойств тритикалевой муки при производстве хлеба / О.Е. Карчевская, Г.Ф. Дремучева // Тритикале // Матер. межд. науч.-практ. конф. // Ростов-на Дону. – 2010. – С. 229-231.
6. Лапшин Ю.А. Основные факторы продуктивности озимой тритикале / Ю.А. Лапшин // Земледелие. – 2005. – № 8. – С. 19-21.
7. Основы ресурсосберегающего земледелия Приангарья: Методические рекомендации // Иркутск: Изд-во ИрГСХА. – 2001. – 175 с.
8. Сечняк Л.К. Тритикале / Л.К. Сечняк, Ю.К. Сулима – М.: Колос, 1984. – 317 с.
9. Соловцов Р.И. Влияние применения подкормок азотом и гуминовым препаратом “Биолан Флора” на продуктивность озимой тритикале / Р.И. Соловцов, О.С. Яковлева, В.С. Сетяев // Кормопроизводство. – 2011. – № 5. – С. 17-20.
10. Степочкин П.И. Характеристика и питательная ценность зерна озимой тритикале Цекад 90 / П.И. Степочкин, В.Н. Филатов // Сиб. Вестник с.-х. наук. – 2008. – № 2. – С. 47-53.
11. Султанов Ф.С. Оптимальная норма высева озимой тритикале в условиях лесостепной зоны Прибайкалья / Ф.С. Султанов, О.Б. Габдрахимов // Вестник ИрГСХА. – 2015. – Вып. 70. – С. 32-37.
12. Султанов Ф.С. Сроки посева озимой тритикале в Центральных агроландшафтных районах Иркутской области / Ф.С. Султанов, О.Б. Габдрахимов // Вестник ИрГСХА. – 2014. – Вып. 61. – С. 25-29.

References

1. Gorbunov V.N. *Seleksionnyye dostizheniya po tritikale v nauchnykh tseentrakh Rossii i blizhaishego zarubezhiya* [Selection achievements on triticale in scientific centers of Russia and nearest abroad]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology in Agribusiness]. Moscow, 2015, no. 4, pp. 24-27.
2. Grabovets A.I. *Perspektivy vozdeliyvaniya ozimoy tritikale v tseentralnom regione Rossii* [Perspectives of winter triticale cultivation in central region of Russia] *Vladimirsky zemledelets* [Vladimir's arable farmer]. Vladimir, 2012, no. 1, pp. 16-19.
3. Dmitriev N.N. *Adaptivnyye tekhnologii vozdeliyvaniya selskokhozyaistvennykh kultur* [Adaptive technologies of farm crop cultivation]. Irkutsk, 2015, 131 p.
4. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field trial]. Moscow, 1986, 280 p.
5. Karchevskaya O.E., Dremucheva G.F. *Issledovanie hlebopekarnykh svoystv tritikalevoy muki pri proizvodstve hleba* [The study of baking properties of triticale flour in bread production]. *Tritikale. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Triticale. The materials of international scientific practical conference]. Rosrov-na-Donu, 2010, pp. 229-231.
6. Lapshin Yu.A. *Osnovnyye factory produktivnosti ozimoy tritikale* [The main factors of winter triticale productivity]. *Zemledelie* [Arable farming]. 2005, no. 8, pp. 19-21.
7. *Osnovy resursosberegayushhego zemledelia* [The fundamentals of resource-saving arable farming]. Irkutsk, 2001, 175 p.
8. Sechnyak L.K. *Tritikale* [Triticale]. Moscow, 1984, 317 p.
9. Solovtsov R.I. *Vliyanie primeneniya podkormok azotom i guminovym preparatom “Biolan Flora” na produktivnost ozimoy tritikale* [The influence of nitrogen application and dressings with humic preparation “Biolan Flora” on winter triticale productivity]. *Kormoproizvodstvo* [Forage production]. Moscow, 2011, no. 5, pp. 17-20.
10. Stepochkin P.I. *Harakteristika i pitatel'naya tsennost zerna ozimoy tritikale Tsekad 90* [Characteristics and nutritive value of Tsekad 90 winter triticale grain] *Sibirskiy vestnik selskokhozyajstvennykh nauk* [Siberian journal of agricultural sciences]. Novosibirsk, 2008, no. 2, pp. 47-53.
11. Sultanov F.S., Gabdrakhimov O.B. *Optimal'naya norma vyseva ozimoy tritikale v usloviyakh lesostepnoy zony Pribaikalia* [Optimal seeding rate for winter triticale under conditions

of forest-steppe zone in Pre-Baikal region] Vestnik IrGSHA [Vestnik IrGSCHA]. Irkutsk, 2015, vol. 70, pp. 32-37.

12. Sultanov F.S., Gabdrakhimov O.B. *Sroki poseva ozimoy tritikale v Tsentralnyh agrolandschaftnyh rayonah Irkutskoy oblasti* [Sowing terms for winter triticale in Central agrolandscape zones of Irkutsk region] Vestnik IrGSHA [Vestnik IrGSCHA]. Irkutsk, 2014, vol. 61, pp. 25-29.

Сведения об авторах:

Габдрахимов Олег Борисович – магистрант кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодёжный, тел: 89500880253, e-mail: gnu_iniiish@mail.ru).

Султанов Фанил Султанович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией первичного семеноводства. Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (664511, Россия, Иркутская область, Иркутский район, с. Пивовариха, ул. Дачная 14, тел: 8(3952) 698431, e-mail: gnu_iniiish@mail.ru).

Information about the authors:

Gabdrakhimov Oleg B. – Master's degree student at arable farming and plant production dept. of agronomy faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny township, phone: 89500880253, e-mail: gnu_iniiish@mail.ru).

Sultanov Fanil S. – PhD in Agriculture, head of the Primary Seed Breeding Laboratory. Irkutsk Scientific Research Institute of Agriculture (664511, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Pivovarikha village, Dachnaya str., 14, phone: 8(3952) 698431, e-mail: gnu_iniiish@mail.ru).

БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

УДК 58(С18)+581.5

ИНТРОДУКЦИЯ МЯТЫ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

О.А. Белых, М.А. Галёмина

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

Статья посвящена вопросу импортозамещения и обогащения ассортимента пряно-овощных растений за счет интродуцентов и местных сортопопуляций хозяйственно-ценных видов. В статье обобщены полезные свойства мяты перечной (*Mentha piperita* L.) и мяты курчавой (*Mentha crispa* L.). Проведена оценка перспективности их выращивания в условиях Восточной Сибири. Обсуждаются морфологические показатели, развитие и биологическая продуктивность мяты перечной и мяты курчавой. Отмечается ценность этого вида растительного сырья и успешность предварительных опытов по его выращиванию в окрестностях г. Иркутска. Приведены расчеты экономической эффективности возделывания мяты как пряно-вкусовой культуры. Показано, что на юге и юго-востоке Сибири почвенные и климатические условия позволяют получать экономически выгодную продукцию пряно-вкусовых многолетних трав и эффективно решать вопросы импортозамещения овощной продукции.

Ключевые слова: мята, пряно-вкусовые растения, интродукция, экологические условия, экономическая эффективность.

INTRODUCTION OF MINT IN THE IRKUTSK REGION

Belikh O.A., Galyomina M.A.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article focuses on the question of import phase-out and enrichment of the range of spicy vegetable plants due to introduced vegetation and local breed populations of economically valuable species. The paper summarizes the useful properties of peppermint (*Mentha piperita* L.) and spearmint (*Mentha crispa* L.). The estimation of their growing prospects in Eastern Siberia was made. The morphological indicators, development and biological productivity of peppermint and spearmint are discussed. The value of this type of plant raw material and the success of the preliminary experiments on its growing in the neighborhood of Irkutsk is noted. The calculations of the economic efficiency of cultivation of mint as a spicy flavored culture are given. It is shown that in south and south-east Siberia soil and climatic conditions make it possible to obtain an economic-effective production of spicy-flavored perennial grasses and effectively decide the issue of import phase-out of vegetable production.

Key words: mint, spicy flavored plants, introduction, environmental conditions, economic efficiency.

Россия является страной с богатыми природными и растительными ресурсами, позволяющими ей в достаточной степени обеспечивать себя собственной продукцией овощеводства, однако природно-климатические особенности ограничивают возможности растениеводства небольшим 110-120 дней для Сибири вегетационным периодом. Существенное количество овощей в Иркутскую область ввозится и среди этой группы товаров необходимо искать объекты, перспективные для интродукции. Ведь в отношении таких культур

уже сформирован внутренний спрос и известны цены реализации, что позволяет просчитать экономический эффект от реализуемой интродукции.

Анализ импорта товарной группы “Овощи прочие” (позиция 0709 Единой товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Таможенного союза, далее – далее ЕТН ВЭД ТС) представлен в табл.1. Динамика ввоза зеленых овощей в Иркутскую область (рис.1.) за последние 2 года значительно возросла. Главным поставщиком овощной продукции в Сибирский федеральный округ, по данным таможенной статистики внешней торговли, является Китай, значительно меньшую долю поставляют Киргизия и Казахстан [14]. В 2014 году эту продукцию поставляли также Таиланд и Турция. Структура импортеров зеленых овощей за 2015 год изменилась с уходом с рынка Турции и появлением Вьетнама.

Таблица 1 – Структура импорта зеленых овощей в Иркутскую область в 2012-2015 гг.

Страна	2015		2014		2013		2012	
	Тыс. долл.	Тонн	Тыс. долл.	Тонн	Тыс. долл.	Тонн	Тыс. долл.	Тонн
Китай	3865.77	4459.61	4819.01	5869.73	1057.37	938.05	1979.69	3786.53
Киргизия	396.97	1718.67	559.06	1680.01	896.24	3030.02	594.95	1976.37
Казахстан	294.62	1811.00	225.08	1044.12	-	-	-	-
Таиланд	5.47	1.01	3.66	1.03	-	-	-	-
Таджикистан	24.27	119.60	35.16	119.60	40.08	128.81	17.94	58.90
Узбекистан	26.46	79.72	-	-	-	-	-	-
Вьетнам	11.95	2.01	-	-	-	-	-	-
Турция	-	-	165.08	131,32	-	-	-	-
Всего за год	4625.51	8190.33	5806.91	8845.66	1993.69	4096.86	2592.58	5821.80

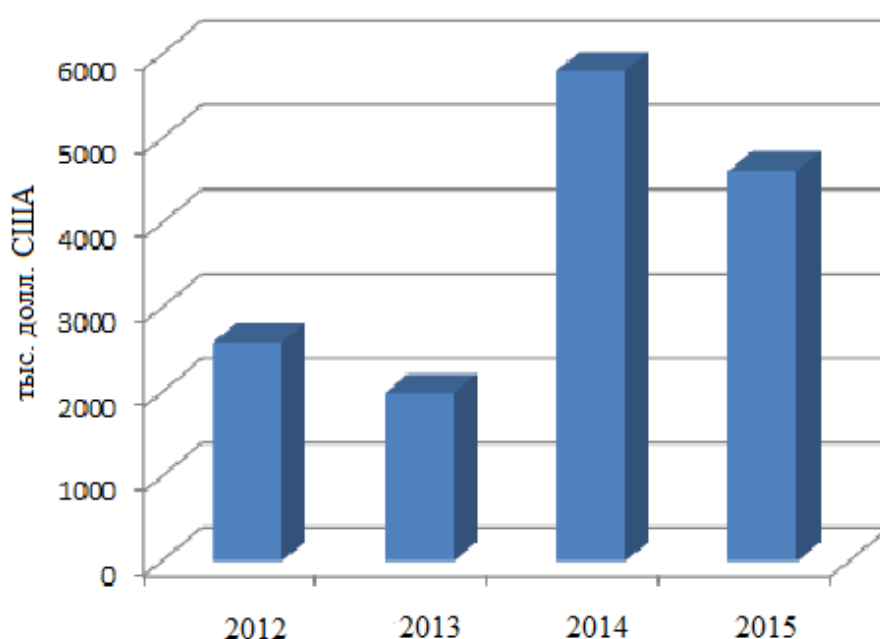


Рисунок 1 – Динамика импорта овощей (группа 0709 ТНВЭД) в Иркутскую область за период 2012 - 2015 гг., в тыс. долл. США (по данным сайта <http://stat.customs.ru>)

Овощные пряные растения являются важным компонентом питания человека. Обзор имеющихся сведений указывает, что они обладают многими полезными свойствами. Входящие в состав пряностей эфирные масла, другие ценные физиологически и биологически активные вещества благоприятно влияют на обмен веществ, на деятельность нервной и сердечно-сосудистой систем, на общее состояние человека. В литературе показано, что регулярное потребление многих видов пряных растений может способствовать повышению устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, повышению тонуса при стрессовых ситуациях и больших физических нагрузках [8, 11].

Пряно-вкусовые культуры с успехом используются как пряные добавки для различных отраслей промышленности, так и в качестве полноценных пищевых растений и как заменители импортных пряных растений круглый год. Однако потребность в них в Сибири сегодня удовлетворяется за счет импортных поставок [6]. В Иркутской области выращивание этих культур ограничивается мелкими частными хозяйствами.

Мята (*Mentha*) – растение из семейства Яснотковых (*Lamiaceae*). Мята перечная (*Mentha piperita* L.) – культурное растение, впервые было получено путём гибридизации дикорастущих видов мяты – мяты водной (*Mentha aquatic* L.) и мяты садовой (*Mentha spicata*). Синонимы (лат.): *Mentha aquatica* var. *crispa* (L.) Benth., *Mentha cordifolia* Opiz ex Fresen., *Mentha crispa* L., *Mentha spicata* var. *ciliata* Druce, *Mentha spicata* var. *crispa* (Benth.) Danert, *Mentha spicata* var. *viridis* L., *Mentha x villosa* var. *cordifolia* (Opiz ex Fresen.) Lebeau, *Mentha viridis* (L.) L. [1]. Ареал распространения мяты находится в умеренном поясе Северного полушария, а среди 25 известных науке видов мяты в наше время культивируют лишь один вид – мяту перечную. Во флоре Сибири мята, описана как вид *Mentha arvensis* L. s. l. (м. полевая). Синонимы (лат): *Mentha longifolia* L. (м. длиннолистная), *Mentha asiatica* Boriss (м. азиатская). Евразийский вид, встречается в Западной и Восточной Сибири [9, 16]. Растёт на полях, лугах, по берегам водоёмов, рек, озёр, на болотистых участках. В надземной части растения содержится до 2% эфирного масла, основной частью которого является ментол и различные терпены. Стебли 40-100 см высоты, прямые, ветвистые, густо покрыты короткими, мягкими, белыми волосками. Листья сидячие или короткочерешковые, 5-10 см длины, 1.5-3.5 см ширины, яйцевидно-ланцетные, острые, с обеих сторон опушены короткими мягкими волосками, снизу иногда более густо, края их зубчатые. Соцветия верхушечные, колосовидные, цилиндрические, иногда нижние мутовки слегка отставлены. Прицветники линейно-шиловидные. Чашечки 2-2.5 мм длины, опушенные, зубцы линейно-шиловидные, по длине почти равные трубке. Венчики 4-5 мм длины, розовато-лиловые, снаружи негусто волосистые, внутри гладкие [2]. Ввиду широкого ареала и спектра условий существования очень полиморфный вид как по опушению, так и по размерам отдельных частей растения. Жизненная форма, по И.Г. Серебрякову – многолетний летнезеленый травянистый тонко-длиннокорневищный симподиально нарастающий поликарпик с удлинённым прямостоячим побегом [6].

Мята курчавая или имбирная (*Mentha crispa* L.) – это многолетнее травянистое растение-куст, имеющее ветвистый стебель и курчавые, слегка опушенные листочки яйцевидной формы. В высоту растение достигает 60-80 см.

От основного ствола отходит множество ветвей. Цветет мята курчавая в июле-сентябре лиловато-розовыми мелкими цветками, собранными в метелки [5]. Мята курчавая относится к культурным видам мяты. Она имеет своеобразный нежный и приятный аромат. В отличие от других видов мяты не имеет ментолового привкуса [12].

Цель исследования – Провести интродукционные испытания и сравнительный анализ морфологических показателей, развития и биологической продуктивности местных сортопопуляций мяты перечной (*Mentha piperita* L.) и мяты курчавой (*Mentha crispa* L.). Дать экономическую оценку эффективности этих культур в условиях Иркутской области.

Объект и методы исследования. В 2010-2015 гг. проведена работа по интродукции и адаптации мяты к условиям Южного Прибайкалья на экспериментальной площадке в окр. г. Иркутска (территория хозяйства “Ярко”). Подготовка почвы включала: лущение, внесение 20 т/га навоза, зяблевую вспашку, ранневесеннее боронование, культивацию, планировку, нарезку временной оросительной сети. Посев черенками в открытый грунт проводили в несколько сроков: 5, 6 мая, 20 мая, 10 июня. Уход за растениями в период вегетации заключался в проведении двух прополок вручную, двух культиваций, одну из которых совместили с подкормкой минеральным удобрением (0.5 ц мочевины и 1 ц/га суперфосфата), и 7-9 поливов.

В качестве растительного сырья рассматривали верхнюю часть облиственных побегов 20-25 см. Выделение эфирного масла осуществляли методом паровой дистилляция цветов и листьев [13]. Фенологические наблюдения проводили по методике Н.М. Бейдеман [3].

Обсуждение результатов. Фенологическими наблюдениями установлено, что наиболее раннее появление ветвления побегов было у черенков, высаженных 10 июня, а более позднее – 5 мая. Максимальная скорость роста фитомассы у всех вариантов наблюдалась после 10-го июля. Морфологические особенности развития растений мяты курчавой и мяты перечной показаны на рис. 2 и приведены в табл. 2.



Рисунок 2 – Мята перечная (*Mentha piperita* L.) и мята курчавая (*Mentha crispa* L.)
(оригинальные фото сделаны автором)

Таблица 2 – Морфологические признаки растений мяты курчавая (*Mentha crispa* L.) и мяты перечная (*Mentha piperita* L.) в фазе товарной спелости

Культура	Цвет листа	Форма листовой пластинки	Поверхность листовой пластинки	Характер края пластинки листа
Мята курчавая (<i>Mentha crispa</i> L.)	зеленая	курчавые, листочки широко-яйцевидной формы	слабо опушённые	неравномерно пильчатый
Мята перечная (<i>Mentha piperita</i> L.)	темно- или изумрудно-зеленая	ланцетовидные или удлинненно-яйцевидные или продолговато-ланцетовидные, с заостренной верхушкой	опушенные	край листа пильчатый, с неровными острыми зубцами

Выращивание мяты курчавой и мяты перечной в одинаковых условиях интродукционного участка выявило различия в их биологической продуктивности. Значительный интерес для производства представляют сведения о структуре товарного урожая. Качество продукции зависит от выхода ценных частей – верхней части облиственных побегов, листьев. Характеристики фитомассы приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Структура фитомассы побегов сортопопуляций мяты курчавой и мяты перечной

Культура	Общая фитомасса, г/побег	Листья, г/побег	Стебли, г/побег	Индекс листовой пластинки, дл./шир.
Мята курчавая (<i>M. crispa</i> L.)	4.89±0.4	3.65±0.03	1.24±0.02	1.8
Мята перечная (<i>M. piperita</i> L.)	6.42±0.05	4.16±0.04	2.26±0.03	1.6

Примечание: $S_{\pm x}$ среднее арифметическое и отклонение.

Проведение биометрии показало, что площадь листовой поверхности находится в прямой линейной зависимости от условий увлажнения. Наибольшую листовую площадь имели растения, находящиеся в условиях регулярного полива, наименьшей она была у растений, выросших в условиях атмосферного увлажнения. При определении биологической полноценности продуктивных органов установлено, что наибольшим содержанием сухого вещества отличаются побеги мяты перечной (12.6%), меньшим – побеги мяты курчавой или имбирной (3.4%). Больше содержание эфирного масла обнаружено в листьях мяты перечной – 1.4%, меньше – мяты курчавой 1.2%. Качественный состав мяты не изучался. Сравнение органолептических характеристик мяты показало, что мята курчавая отличается от мяты перечной отсутствием холодящего ощущения и менее резким запахом, что позволяет рекомендовать её детям и людям чувствительным как наименее возбуждающую.

Данные об урожайности и экономической эффективности выращивания представлены в табл. 4. Наибольшая урожайность отмечена у мяты перечной, значительно меньшей она была у мяты курчавой. Самый высокий чистый доход получен при выращивании мяты перечной, наименьший – при выращивании мяты курчавой. Расчеты себестоимости продукции показали, что при выращивании мяты курчавой и мяты перечной затраты примерно одинаковы.

При подведении итогов опытной работы еще раз подчеркнем, что полезные свойства мяты имеют широкое применение. Мята обладает успокаивающим, желчегонным, обезболивающим, антисептическим и сосудорасширяющим действием, входит в состав многих медицинских препаратов: мятных капель от тошноты, противоспазматических стимулирующих аппетит и активизирующих секрецию пищеварительных желез средств [10]. Ментол, получаемый из мятного масла, используют при метеоризме, стенокардии, он входит в состав валидола, валокордина, ингафена, олиметина, капель Зеленина, капель и мазей от насморка, карандашей от головных болей и других лекарственных препаратов [7]. Как в традиционной, так и народной медицине мяту применяют при простудах, заболеваниях горла, головных болях, камнях в почках и печени, а также при лечении астмы, язвы желудка, атеросклероза и заболеваний сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. Она является антидепрессантом, снимает нервное напряжение, восстанавливает силы, уравнивает эмоции спровоцированные утомлением и дефицитом сна. Потенцирует интеллектуальную деятельность женщин. Освежающий запах мяты прекрасно стимулирует при умственных переутомлениях, смягчает состояние напряжения [17]. Применяется в ароматерапии и кулинарии [15].

Таблица 4 – Урожайность и экономическая эффективность выращивания малораспространенных пряно-ароматических культур

Культура	Урожай, т/га	Выручка, руб./га	Затраты на выращивание руб./га	Чистый доход, руб./га	Себестоимость руб./т	Рентабельность, %
Мята курчавая (<i>M. crispata</i> L.)	2.49	249000	156700	92300	62932	58.9
Мята перечная (<i>M.piperita</i> L.)	3.55	532500	156700	375800	44141	240

Выводы. 1. Данные, полученные в интродукционном эксперименте, свидетельствуют о перспективности мяты перечной и курчавой для расширения ассортимента пряноовощных культур – источников пищевых и биологически активных добавок.

2. Накопленные сведения об интродукции, агротехнике возделывания, химическом составе и экономической эффективности выращивания малораспространенных эфирно-масличных растений Восточной Сибири позволили создать достаточную базу для дальнейшего расширения и углубления исследований в этой области.

Список литературы

1. *Mentha arvensis* L. s. l. — Мята полевая. Иллюстрированный определитель растений Средней России. – М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. исл, 2004. – Т. 3. – С. 133.
2. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений / З.Т. Артюшенко — Л., 1990. – 204 с.
3. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И.Н. Бейдеман // Методические указания, Новосибирск: Наука, 1974. – 155 с.
4. Белых О.А. Изучение лекарственного растительного сырья для фиточаев и БАДов в условиях интродукции / О.А. Белых // Вестник ИрГСХА. – 2011. – № 47. – С. 27-32.
5. Буданцев А.Л. Ресурсоведение лекарственных растений / А.Л. Буданцев, Н.П. Харитонова – СПб.: СПбХФА, 1999. – 87 с.
6. Горшкова А.А. Биология степных и пастбищных растений Забайкалья / А.А. Горшкова – М.: Наука, 1966. – 274 с.
7. Государственная Фармакопея Российской Федерации – М.: Изд-во “Научн. центр экспертизы средств мед. применения”, 2008. ч.1. – 704 с.
8. Интродукция лекарственных, ароматических и технических растений / Г.М. Балабас [и др.] – М.: Л.: Наука, 1965. – 412 с.
9. Конспект флоры Сибири. Сосудистые растения / Под ред. К.С. Байкова // Новосибирск: Наука, 2005. – 362 с.
10. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири / В.Г. Минаева – Новосибирск, Наука, 1970. – 327 с.
11. Полная энциклопедия лекарственных растений СПб.: Издат. Дом “Нева”; М.: Олма-Пресс, 1999. Т. 1. – 736 с.
12. Предварительная химическая оценка лекарственных растений тибетской медицины, произрастающих в Забайкалье / В.Б. Куваева, К.Ф. Блинова // Вопросы фармакогнозии: Труды Ленинград. Хим.-фарм. ин-та. –1960. – Т. 12. – С. 118-126.
13. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник / Отв. ред. К.М. Сытник. — Киев: Наукова думка, 1989. — 304 с.
14. Распределение импорта товаров Таможенного союза и единого экономического пространства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www. http://stat.customs.ru/apex/f?p=201:2:101945049215978::NO](http://www.stat.customs.ru/apex/f?p=201:2:101945049215978::NO) – Дата обращения: 27.01.2016.
15. Флора Байкальской Сибири [Электронный ресурс] – Режим доступа – [http:// www.flora.baikal.ru](http://www.flora.baikal.ru)
16. Флора Сибири *Rurolaceae – Lamiaceae (Labiatae)* / Л.И. Малышев // Новосибирск, Изд-во: Наука, 1997. Т. 11. – 296 с.
17. Шретер А.И. Лекарственная флора Советского Дальнего Востока – М.: Медицина, 1975. – 328 с.

References

1. Gubanov I.A., et al. *Illjustrirovannyj opredelitel' rastenij Srednej Rossii* [Illustrated Manual of plants of Middle Russia]. 2004, vol. 3, 133 p.
2. Artjushenko Z.T. *Atlas po opisatel'noj morfologii vysshih rastenij* [Atlas of descriptive morphology of higher plants]. Leningrad, 1990, 204 p.
3. Bejdeman I.N. *Metodika izuchenija fenologii rastenij i rastitel'nyh soobshhestv* [The method of studying the phenology of plants and plant communities]. Novosibirsk, 1974, 155 p.
4. Belyh O.A. *Izuchenie lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ja dlja fitochaev i BADov v uslovijah introdukcii* [The study of medicinal plants for herbal teas and dietary supplements in terms of introduction]. Vestnik IrGSHA, 2011, no. 47, p. 27–32.
5. Budancev A.L., Haritonova N.P. *Resursovedenie lekarstvennyh rastenij* [Recourse studies of medicinal plants]. Sankt-Petersburg, 2003, 84 p.
6. Gorshkova A.A. *Biologija stepnyh i pastbishnyh rastenij Zabajkal'ja* [The biology of steppe and pasture plants of the Trans-Baikal region]. Moscow, 1966, 274 p.
7. *Gosudarstvennaja Farmakopeja Rossijskoj Federacii* [Pharmacopoeia of the Russian Federation]. Moscow, 2008, 704 p.

8. Balabas G.M., et al. *Introdukcija lekarstvennyh, aromaticeskikh i tehniceskikh rastenij* [Introduction of medicinal, aromatic and industrial plants]. Moscow: Leningrad, 1965, 412 p.
9. *Konspekt flory Sibiri. Sosudistye rastenija* [Abstract of Siberian flora. Vascular plants]. Novosibirsk, 2005, 362 p.
10. Minaeva V.G. *Lekarstvennye rastenija Sibiri* [Medicinal plants of Siberia]. Novosibirsk, 1970, 327 p.
11. *Polnaja jenciklopedija lekarstvennyh rastenij* [Full encyclopedia of medicinal plants]. Sankt-Petersburg, 1999, vol. 1, 736 p.
12. *Voprosy farmakognozii: Trudy Leningrad. Him.-farm. in-ta* [Questions of pharmacognosy: the proceedings of Leningrad Chemical Pharmaceutical Institution]. Leningrad, 1960, vol. 12, pp. 118-126.
13. *Prjano-aromaticeskije i prjano-vkusovyje rastenija: Spravochnik* [Spicy-aromatic and spicy flavored plants: Reference]. Kiev, 1989, 304 p.
14. *Raspredelenie importa tovarov Tamozhennogo sojuza i edinogo jekonomicheskogo prostranstva* [Import distribution of goods of the Customs Union and universal economic area]. <http://www.stat.customs.ru/apex/f?p=201:2:101945049215978::NO>
15. *Flora Bajkal'skoj Sibiri* [Flora of Baikal Siberia]. <http://www.flora.baikal.ru>
16. *Flora Sibiri* [Flora of Siberia]. Novosibirsk, 1997, vol. 11, 296 p.
17. Shreter A.I. *Lekarstvennaja flora Sovetskogo Dal'nego Vostoka* [Medicinal Flora of the Soviet Far East]. Moscow, 1975, 328 p.

Сведения об авторах:

Белых Ольга Александровна – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры общей биологии и экологии Института управления природными ресурсами – факультета охотоведения имени проф. В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89501002501, e-mail: boairk@mail.ru).

Галёмина Марина Анатольевна – аспирант Института управления природными ресурсами – факультета охотоведения имени проф. В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89641268865, e-mail: goldennerpa@yandex.ru).

Information about authors:

Belikh Olga A. – doctor of biological sciences, assistant professor of the department of general biology and ecology of the Natural Resource Management Institute – faculty of game management of prof. V.N. Skalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev St., 59, tel. 89501002501, e-mail: boairk@mail.ru).

Galyomina Marina A. – postgraduate student of the Natural Resource Management Institute – faculty of game management of prof. V.N. Skalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev St., 59, tel. 89641268865, e-mail: goldennerpa@yandex.ru).

УДК 574.472(571.53)

ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ “ЭОЛОВЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА УРОЧИЩА ПЕСЧАНКА” (ОЛЬХОНСКИЙ РАЙОН ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ): РЕЗУЛЬТАТЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ

О.П. Виньковская, А.А. Лузан, А.Т. Деловеров, А.И. Поваринцев, Х.И. Юндунов

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

Приводятся результаты последней инвентаризации. Описывается современное

состояние природного объекта. Указываются проблемы режима охраны и меры, направленные на их решение. Впервые приводится новое местонахождение *Mycenastrum corium* (Guers.) Desv. Отмечается важное значение территории для сохранения редких эндемичных видов растений: *Cladonia kanewskii* Oxner, *Bromopsis korotkiji* (Drobow) Holub, *Deschampsia turczaninowii* Litv., *Astragalus olchonensis* Gontsch., *Corispermum ulopterum* Fenzl, *Oxytropis peschkovae* Popov, *Craniospermum subvillosum* Lehm., *Artemisia ledebouriana* Besser.

Ключевые слова: памятник природы, урочище Песчанка, о-в. Ольхон, Ольхонский район, Иркутская область, оз. Байкал.

THE NATURAL MONUMENT OF REGIONAL SIGNIFICANCE “AEOLIAN LANDFORMS OF THE PESCHANKA PLOT OF LAND” (THE OLGHON DISTRICT OF THE IRKUTSK REGION): THE RESULTS OF THE INVENTORY

Vinkovskaya O.P., Luzan A.A., Deloverov A.T., Povarintsev A.I., Yundunov H.I.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

Materials of the last inventory of a nature sanctuary are given. Article describes the modern state of a natural object. Problems of protection regime and measures aimed at their solution are pointed. First time a new location of *Mycenastrum corium* (Guers.) Desv was described. Article notes the importance of the territory for the conservation of rare endemic plant species: *Cladonia kanewskii* Oxner, *Bromopsis korotkiji* (Drobow) Holub, *Deschampsia turczaninowii* Litv., *Astragalus olchonensis* Gontsch., *Corispermum ulopterum* Fenzl, *Oxytropis peschkovae* Popov, *Craniospermum subvillosum* Lehm., *Artemisia ledebouriana* Besser.

Key words: nature sanctuary, local territory Peschanka, island Olkhon, Olkhonskiy area, Irkutsk region, Lake Baikal.

Памятники природы (ПП) в одном ряду с иными категориями особо охраняемых природных территорий (ООПТ) образуют природно-заповедный фонд страны и регионов (ФЗ-№7, 2002) [29]. ПП создаются с целью сохранения уникальных объектов живой и неживой природы, эталонных участков природных систем, и как полигоны для проведения научных исследований. В соответствии с приказом Минприроды РФ от 25.01.1993 № 15 [25], основной целью является их сохранение в естественном состоянии.

В период с 1981-1989 гг. на территории Иркутской области 79 уникальных природных объектов были объявлены ПП регионального значения. За тридцать лет во многих из них произошли существенные изменения, вызванные как природными процессами, так и негативными последствиями антропогенных воздействий. Возникла необходимость инвентаризации и пересмотра сохранения некоторых из них в системе ООПТ. В 2014 г. начат комплекс работ, которые были продолжены в 2015 г.

ПП регионального значения “Эоловые формы рельефа урочища Песчанка” был создан в соответствии с решением Областного исполнительного комитета Иркутской области № 176 от 30.03.1987 г. с профильной категорией “ландшафтный” и заказным охранным режимом. Охранные обязательства были возложены на Ольхонский лесхоз.

Цель – исследовать современное состояние, установить ценность природного памятника и определить необходимость его сохранения в системе ООПТ Иркутской области.

Материалы и методы. Наши исследования осуществлялись в

соответствии с техническим заданием Государственного контракта № 66-05-51/14 “Выполнение работ по проведению инвентаризации (паспортизации) существующих на территории Иркутской области памятников природы регионального значения”. Материалами для работы послужили полевые сборы. Использован маршрутный метод. Полностью обследована территория ПП, которая в настоящее время составляет 109 га (1090000 м²). Методологической основой стали общепринятые направления и подходы современных натуральных работ по изучению растительного и животного мира природных комплексов. Номенклатура растений приведена по Конспекту флоры Иркутской области [18].

Результаты и обсуждение. Урочище Песчанка расположено в северо-западной части острова Ольхон, почти в центре Нюрганской бухты, которая является частью пролива Малое море оз. Байкал и ограничена мысами Нюрганский и Саса (N53.286737 E107.582680°) (рис. 1).

Название местность получила из-за характерных песчаных форм рельефа. Мысы имеют названия бурятского происхождения: “нюрган” – спина, хребет и “саса, сасан, саһан” – снег, снежный; здесь снег бывает раньше и больше, чем в других степных местах о. Ольхона.

Климатические особенности определяются термическим воздействием оз. Байкала. Аккумулирующее влияние огромной водной массы проявляется в уменьшении амплитуд сезонных и суточных колебаний температуры, в смещении дат наступления их максимальных и минимальных значений, влажности воздуха [5, 7]. Для Байкала характерен особый ветровой режим: в холодный сезон ветры направлены с суши на озеро, в теплый – с озера на сушу. В летний период хорошо выражена бризовая циркуляция [5, 7]. Господствующими ветром в проливе Малое море является северо-западный.

Остров Ольхон – наиболее аридная территория Иркутской области, где при годовой сумме осадков 225-370 мм постоянный поверхностный сток практически отсутствует. Густота речной сети 0.1 км/км² и менее [5, 7]. Средняя многолетняя температура января составляет –19.1°С; а июля – 13.5°С. Продолжительность безморозного периода 100 дней.

Почвенный покров территории практически не развит, так как ее занимают подвижные сыпучие пески [21].

Территория исследования расположена в области высотной поясности Прибайкальской группы Приморского типа, для которой характерно наличие выраженных степного, лесостепного, горно-таёжного (сосновые и лиственнично-сосновые леса), подгольцового (лиственничные редколесья) и, местами, горно-тундрового поясов [10].

Согласно карте растительности, составленной Л.И. Номоконовым [22] для Иркутской области, территория относится к Ольхонско-Кудинскому подокругу Ольхонско-Приангарского сосново-лесостепного округа. Распространены преимущественно типичные степи в сочетании с лугами, редкими остепненными сосняками и развеваемыми песками [9].



Рисунок 1 – Экспликация ПП “Эоловые формы рельефа урочища Песчанка” на территории о. Ольхон, оз. Байкал

Урочище представляет собой расширяющуюся к побережью озера трапециевидную падь, образованную временными водотоками, стекающими с южной возвышенной половины острова (русла временных водотоков, образовавших падь, берут начало в районе г. Жима). Песчаный массив территории исследования имеет языкоподобную форму шириной около 2 км и длиной чуть более 3 км. Рельеф осложнен многочисленными останцами, высокими дюнами от 3 до 5 м, глубокими ложбинами выдувания и мощным аккумулятивным валом до 10 м высотой.

На территории урочища Песчанка в настоящее время находится самый мощный по развитию дефляционных процессов песчаный массив в пределах острова, объем отложений около 3 млн. м³ [3, 4], и относится Л.Н. Касьяновой, М.Г. Азовским [12] к Нюрганскому песчаному подрайону.

Пески имеют эоловое происхождение, они преимущественно среднезернистые полевошпатово-кварцевые, фациально чужеродные среди окружающих гор [3, 4], сформированные в четвертичный период [1, 2, 8, 20, 27], их возраст 8767 ± 394 лет [19]. Располагаются они на слабо сцементированных палеоген-неогеновых и эоплейстоцен-плейстоценовых осадочных образованиях сложного генеза, а также на метаморфических породах (гнейсах, мраморах, кристаллических гнейсах) [11].

Формирование отложений происходит за счет восходящих потоков, которые являются наиболее распространенным видом миграций осадочного вещества на острове. Терригенный материал для песчаных потоков поступает из залива Нюрганская губа. Во время интенсивных северо-западных ветров,

скорость которых в урочище может достигать 40 м/сек, бурные волны выплескивают на пляж большое количество псефито-псаммитового обломочного материала, изымая его из подводного потока наносов, расположенного вдоль берега [3, 4]. Подсохшие частицы песка ветрами перемещаются вглубь острова.

Песчаные отложения в Нюрганской бухте и аналогичные образования на всем острове имеют как закрепленный характер (это наиболее древние массивы), так и подвижные, перевеваемые формы (большей частью современные). Закрепление песков в результате развития растительности на них произошло в голоцене во время глобального повышения влажности климата и ослабления силы господствующих ветров. Возобновление эоловых процессов и формирование современных отложений началось приблизительно 5 тыс. лет назад [12].

Следует отметить, что эоловый вал, образующийся вдоль границы песчаного поля и леса, является естественным препятствием для дальнейшего переноса песков и процессов опустынивания [3]. Сохранение его от разрушения очень важно в поддержании экологического равновесия территории.

По всему периметру урочище окружено светлохвойным лесом. Преобладающей породой является *Pinus sylvestris* L., в состав древостоев часто входит *Larix sibirica* Ledeb. с невысоким участием. Усредненная формула древостоя 8С2Л, полнота от 0.3 до 0.7. Преимущественно возраст деревьев 70-90 лет, но встречаются отдельные особи, возраст которых превышает 100-летний рубеж. Экстремальность условий не способствует долгожительству сосны и лиственницы.

В подлеске встречается *Rosa acicularis* Lindl., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Spiraea flexuosa* Fisch. ex Cambess., *Rhododendron dauricum* L., *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar. Все они, за исключением последнего вида, встречаются во внутренних участках песчаного массива на вершинах останцев, задернованных дюн и с их подветренной стороны в виде отдельно стоящих особей или немногочисленных группировок.

Выдувание субстрата приводит к обнажению корневых систем деревьев, формированию ходульности (рис. 2-3). Те же процессы приводят к погребению деревьев песком; они принимают стланиковые формы (рис. 4).

Характерной чертой территории урочища Песчанка является повышенное участие открытых, не закрепленных или слабо закрепленных растительностью песчаных пространств (рис. 5). Самые высокие подвижные дюны, коридоры выдувания и вершина аккумулятивного вала вообще лишены растительности.

В целом растительность урочища псаммофитного типа. Распространены отдельные группировки растений, имеющих многоглавый каудекс и подушковидную биоморфу, способствующую задержанию осадков и опада: *Chamaerhodos grandiflora* (Pall. ex Schult.) Bunge, *Artemisia ledebouriana* Besser, *Oxytropis lanata* (Pall.) DC., *Phlojodicarpus sibiricus* (Fisch. ex Spreng.) Koso-Pol., *Sanguisorba officinalis* L., *Scrophularia incisa* Weinm. и др.



Рисунок 2-3 – Ходульные формы сосны обыкновенной (фото О.П. Виньковской) и лиственницы сибирской (фото А.А. Лузана), 1.11.2014 г.



Рисунок 4 – Сосна обыкновенная стланиковой формы, 1.11.2014 г. (фото А.А. Лузана)

При небольшой мощности песчаных отложений и близости грунтовых вод развиваются более выраженные в пространственном отношении группировки растений с вегетативно подвижными корневыми системами: *Carex argunensis* Turcz. ex Trevir., *C. korshinskyi* Kom., *C. sabulosa* Turcz. ex Kunth, *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvelev, *L. secalinus* (Georgi) Tzvelev, *Festuca rubra* L., *Agropyron distichum* (Georgi) Peschkova и др.

Большое значение в формировании фитоценозов имеют кустарнички и полукустарнички, способные образовывать куртины: *Thymus baicalensis* Serg., *Artemisia frigida* Willd. и др.



Рисунок 5 – III “Эоловые формы рельефа урочища Песчанка”, общий вид со стороны м. Нюрганский, 1.11.2014 г. (фото А.Т. Деловой)

Из списка Красной книги Российской Федерации [15] для урочища указаны следующие растения: 1) *Deschampsia turczaninowii* Litv. эндемик Прибайкалья в категории уязвимый вид 2 (V). В пределах нашего региона встречается большей частью в Приольхонье и на о. Ольхон; 2) *Astragalus olchonensis* Gontsch. узколокальный эндемик побережий Байкала в категории вида, находящегося под угрозой исчезновения 1 (E). Все местонахождения в России известны для Приольхонья, большая часть которых находится на о. Ольхон. Урочище Песчанка является locus classicus этого редчайшего представителя уникальной Байкальской флоры.

Из видов Красной книги Иркутской области [14] в разное время для территории урочища отмечены: 3) *Cladonia kanewskii* Oхнер, лишайник в категории уязвимый вид 2 (V), сокращающий численности, имеющий ограниченный ареал, преимущественно на территории России. В Иркутской области известно семь местонахождений, одно из которых приурочено к Песчанке; 4) *Bromopsis korotkiji* (Drobow) Holub эндемик Южной Сибири и Монголии в категории уязвимый вид 2 (V). На территории Иркутской области встречается исключительно на о. Ольхон; 5) *Corispermum ulopterum* Fenzl эндемик побережий Байкала, в категории уязвимый вид 2 (V). Большая часть популяций, численность которых крайне мала, находится на о. Ольхон; 6) *Oxytropis reschkovae* Роров эндемик Прибайкалья в категории уязвимый вид 2 (V), реликт миоцен-плиоценовой флоры ангаридской приуроченности. Отмечается вид только для Приольхонья; 7) *Craniospermum subvillosum* Lehm. эндемик Прибайкалья, реликт палеогеновой флоры в категории вида, находящегося под угрозой исчезновения 1 (E). Большая часть популяций, численность которых крайне мала, находится на о. Ольхон; 8) *Artemisia ledebouriana* Besser узколокальный эндемик Прибайкалья в категории уязвимый вид 2 (V), облигатный псаммофит,

встречается исключительно на эоловых массивах побережья Байкала. В Иркутской области известно три местонахождения, самое значительное из которых – в урочище Песчанка.

Наличие в пределах урочища значительного количества редких эндемичных и реликтовых видов связано с горным рельефом территории, который обуславливает формирование большого по разнообразию спектра мест обитаний. Сохранению реликтов способствовало отсутствие покровного оледенения в плейстоцене и длительная изолированность степей Приольхонья, окруженного зональными лесами [18, 24].

В ходе натурных исследований на территории Памятника нами обнаружено наличие редкого вида грибов – *Mycenastrum corium* (Guers.) Desv. Это реликт аридной флоры, характерен для сухих степей, полупустынь и пустынь, включен в Красную книгу Иркутской области [14] в категории редкий вид 3 (R). Известно три местонахождения [23], для Песчанки приводится нами впервые (рис. 6).



Рисунок 6 – Шаровидный базидиом миценаструма кожистого, 1.11.2014 г. (фото А.Т. Деловой)

Фауна Памятника природы весьма разнообразна. В ней сочетаются виды животных таежного, степного, околородного и антропогенного комплексов. Рептилии редки. В окрестностях Памятника может обитать включенный в Красную книгу Иркутской области узорчатый полоз (*Elaphe dione* (Pall., 1773) [28].

Фауна млекопитающих представлена, в основном, широко распространенными видами: обыкновенной (*Sorex araneus* L., 1758), тундряной (*S. tundrensis* Merriam, 1990) и крошечной бурозубками (*S. minutissimus* Zimmerman, 1780). Среди рукокрылых обычна водяная ночница (*Motis daubertoni* Kuhl, 1818) и бурый ушан (*Plecotus auritus* L., 1758) [6, 17]. Из грызунов встречаются даурский хомячок (*Cricetulus barabensis* Pallas, 1773), красно-серая полевка (*Clethrionomys rufocanus* Sundeval, 1846) и длиннохвостый суслик (*Spermophilus undulates* Pallas, 1779). Периодически могут отмечаться заходы азиатского бурундука (*Tamias sibiricus* Laxmann, 1769) и обыкновенной белкой (*Sciurus vulgaris* L. 1758) [16, 17]. В окрестностях д. Песчаная, которая расположена прямо на территории ПП,

встречаются домовая мышь (*Mus musculus* L., 1758) и серая крыса (*Rattus norvegicus* Berkenhaut, 1769). Отмечается заяц-беляк (*Lepus timidus* L., 1758) [17]. Из хищных наиболее распространена обыкновенная лисица (*Vulpes vulpes* L., 1758), может встречаться горноста́й (*Mustela erminea* L., 1758) [16, 17]. Из копытных наиболее обычен изюбр (благородный олень) (*Cervus elaphus* L., 1758), возможны заходы редкой на острове сибирской косули (*Capreolus pegargus* Pallas, 1773).

В ходе обследования на территории памятника нами отмечены следы рыси (*Lynx lynx* L., 1758) и изюбря.

Птицы представлены комплексом видов лесных, околородных и открытых местообитаний Прибайкальской гольцово-горно-таежной и котловинной провинции [26]. По литературным данным, на о. Ольхон встречается около 145 видов птиц [17]. Все они в то или иное время могут отмечаться в окрестностях ПП или непосредственно на его территории. Нами здесь была встречена восточная черная ворона (*Corvus (corone) orientales* Eversmann, 1841), обыкновенная сорока (*Pica pica* L., 1758), полевой воробей (*Passer montanus* (L., 1758)) и бородатая куропатка (*Perdix dauurica* Pall., 1811).

Состояние ПП “Эоловые формы рельефа урочища Песчанка” едва ли можно назвать удовлетворительным. Озабоченность судьбой урочища и рекомендации по его сохранению уже высказывали ряд исследователей [3, 11]. Негативное воздействие на уникальные естественные ландшафты и флору урочища оказывает, в первую очередь, неорганизованный туризм. Беспокоит отсутствие контроля хозяйственной деятельности жителей д. Песчанка.

Причинами подвижности песков являются как естественные процессы, так и сильные рекреационные нагрузки, особенно в туристический сезон. По территории урочища проходит автомобильная грунтовая дорога, связывающая южную и северную оконечности о. Ольхон. Перемещение людей по территории ПП никак не лимитировано, а рекреационная нагрузка в пик туристического сезона во много раз превышает предел, при котором не происходит деградации растительных сообществ. Необходимо отметить, что природные комплексы, сформированные в засушливых условиях на эоловых формах рельефа, обладают низкой устойчивостью к вытаптыванию и крайне медленно восстанавливаются.

Еще более губительным для природного комплекса является ставшее популярным в последние годы развлечение – катание на квадроциклах по песчаным дюнам. Этот моторизированный транспорт может заезжать в такие места, которые долгое время оставались недоступными для простых автомобилей и сохраняли свое естественное состояние.

Ближе к береговой зоне расположены жилые постройки, в том числе недавно возведенные. Нами обнаружены железобетонные сваи, вбитые под фундамент новых зданий, законность нахождения которых в пределах ООПТ вызывает сомнение.

Другой выявленной на территории ПП проблемой являются несанкционированные свалки строительных и бытовых отходов, которые создают как приезжающие сюда туристы, так и жители д. Песчаная.

ПП “Эоловые формы рельефа урочища Песчанка” расположен в границах ООПТ федерального значения “Прибайкальский национальный парк”,

находящейся под управлением ФГБУ “Заповедное Прибайкалье”. По схеме распределения территории ООПТ по функциональным зонам 2011 г. урочище попадает в заповедную зону Прибайкальского национального парка.

Выводы. 1. ПП “Эоловые формы рельефа урочища Песчанка” представляет собой своеобразный, необычный вид ландшафта, сформированный в результате уникального сочетания природных условий западного побережья острова Ольхон. Крупные эоловые формы рельефа не типичны для нашего региона, они настолько резко выделяются среди окружающего их ландшафта своей живописностью, безусловно, представляют особую ценность в эстетическом, познавательном и рекреационном аспектах. Особо стоит отметить интереснейший комплекс живых организмов, сложившийся в пределах этого нетипичного для Сибири ландшафта.

2. Все обнаруженные популяции охраняемых видов имеют важнейшее значение в деле сохранения биоразнообразия Иркутской области. Территория ПП включена в Кадастр участков, имеющих ключевое значение для сохранения биоразнообразия реликтовых лесостепей Байкальской котловины.

3. Состояние ПП оценивается нами как неудовлетворительное. Для его сохранения требуется ряд безотлагательных мер. Необходимо организовать постоянные туристические тропы и маршруты для квадроциклов, укрепить их полотном и запретить перемещаться вне этих отведенных участков пешком и на любой моторизированной технике.

4. Выделить наиболее ценные иязвимые участки ПП и полностью закрыть их для посещения, хотя бы на определенный промежуток времени.

5. Обязать администрацию ФГБУ “Заповедное Прибайкалье” осуществлять более жесткий надзор за туристами, посещающими урочище и ликвидировать несанкционированные свалки.

Список литературы

1. Агафонов Б.П. Ветровой литопоток из озера Байкал / Б.П. Агафонов // Доклады АН, 2002. – Т. 382. № 5. – С. 688-691.
2. Агафонов Б.П. Распространение и прогноз физико-географических процессов в Байкальской впадине / Б.П. Агафонов // Динамика Байкальской впадины. Новосибирск: Наука, 1975. – С. 59-138.
3. Агафонов Б.П. Восходящие песчаные потоки на Ольхоне и их воздействие на лесные массивы / Б.П. Агафонов, Н.И. Акулов, М.Н. Рубцова // Тр. Прибайкальского национального парка: Юбилейный сб. науч. ст. к 20-летию Прибайкальского национального парка // Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2007. – Вып. 2. – С. 302-317.
4. Акулов Н.И. Эоловые пески на Байкале и их связь с ильменитовыми россыпями / Н.И. Акулов, Б.П. Агафонов // Региональная геология и металлогения. – 2005. – № 23. – С. 132-138.
5. Беркин Н.С. Иркутская область (природные условия административных районов) / Н.С. Беркин, А.М. Наумова, Г.В. Руденко – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1993. – 304 с.
6. Ботвинкин А.Д. Летучие мыши в Прибайкалье (биология, методы наблюдения, охрана) / А.Д. Ботвинкин – Иркутск: Изд-во Время странствий, 2002. – 194 с.
7. Бояркин В.М. География Иркутской области: Учебное пособие для средних школ / В.М. Бояркин – Иркутск: Вост.-Сиб. книж. изд-во, 1985. – С. 6-89.
8. Вика С. Ландшафты подвижных песков острова Ольхон на Байкале / С. Вика, В.А. Снытко, Т. Щипек. – Иркутск: Ин-т географии, 1997. – 63 с.
9. Геоботаническое районирование СССР – М.Л.: АН СССР, 1947. – 272 с.
10. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий: Карта.

Масштаб 1: 8000000. М., 1999.

11. Касьянова Л.Н. О сохранении уникальных природных ландшафтов и редких растительных сообществ на о. Ольхон / Л.Н. Касьянова // Тр. Прибайкальского национального парка: Юбилейный сб. науч. ст. к 20-летию Прибайкальского Национального парка // Иркутск: ИГУ, 2007. – Вып. 2. – С. 318-327.

12. Касьянова Л.Н. Растительность подвижных песков острова Ольхон / Л.Н. Касьянова, М.Г. Азовский // Тр. Прибайкальского национального парка: Юбилейный сб. науч. ст. к 20-летию Прибайкальского Национального парка // Иркутск: ИГУ, 2007. – Вып. 2. – С. 64-75.

13. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / [В.В. Чепинога [и др.]; под ред. Л.И. Малышева. – Иркутск: ИГУ, 2008. – 327 с.

14. Красная книга Иркутской области / Под ред. О.Ю. Гайкова и др. – Иркутск: ООО Изд-во “Время странствий”, 2010. – 480 с.

15. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) // М.: Тов-во научн. изд. КМК, 2008. – 885 с.

16. Литвинов Н.И. Фауна млекопитающих Иркутской области / Н.И. Литвинов – Иркутск:ИрГСХА, 2000. – 80 с.

17. Литвинов Н.И. Фауна островов Байкала / Н.И. Литвинов – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1982. – 132 с.

18. Малышев Л.И. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье) / Л.И. Малышев, Г.А. Пешкова – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 146-206.

19. Мац В.Д. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины / В.Д. Мац, Г.Ф. Уфимцев, М.М. Мандельбаум – Новосибирск: Наука, 2001. – 249 с.

20. Мац В.Д. Стратиграфия кайнозоя / В.Д. Мац, М.К. Шимараева // Плиоцен и плейстоцен среднего Байкала // Новосибирск: Наука, 1982. – С. 52-76.

21. Николаев И.В. Почвы / И.В. Николаев, Б.В. Надежин, О.В. Макеев // Атлас Иркутской области. – М.-Иркутск: Изд-во ГУГК, 1962. – С. 75-82.

22. Номоконов Л.И. Растительность / Л.И. Номоконов // Атлас Иркутской области // М. Иркутск: изд-во ГУГК, 1962. – С. 83-90.

23. Петров А.Н. Миценаструм кожистый – *Muscenastrum corium* (Guers.) Desv. // Красная книга Иркутской области / Под ред. О.Ю. Гайкова и др. // Иркутск: ООО Изд-во “Время странствий”, 2010. – С. 35.

24. Пешкова Г.А. О сопряженности в развитии мезофильных и ксерофильных флор Байкальской Сибири в кайнозое / Г.А. Пешкова // История растительного покрова Северной Азии // Новосибирск: Наука, 1984. – С. 144-156.

25. Приказ Минприроды РФ от 25.01.1993 № 15 “Об утверждении Положения о памятниках природы федерального значения в Российской Федерации” (Зарегистрировано в Минюсте РФ 02.02.1993 № 134).

26. Саловаров В.О. Птицы техногенных ландшафтов Южного Прибайкалья / В.О. Саловаров, Д.В. Кузнецова – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2005. – 344 с.

27. Тайсаев Т.Т. Эоловые процессы в Приольхонье и на о. Ольхон (Западное Прибайкалье) / Т.Т. Тайсаев // Докл. АН СССР. – 1982. – Т. 265. – № 4. – С.948-951.

28. Тропина М.Г. Амфибии и рептилии западного побережья озера Байкал (определение, экология, охрана) / М.Г. Тропина – Иркутск, Изд-во “Время странствий”, 2014. – 176 с.

29. Федеральный Закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. От 19.07.2011) “Об охране окружающей среды”.

References

1. Agafonov V.P. *Vetrovoj litopotok iz ozera Bajkal* [Wind litopotok from Lake Baikal]. Doklady Akademii nauk [Reports of the Academy of Sciences]. 2002, vol. 382, no. 5, pp. 688-691.

2. Agafonov V.P. *Rasprostranenie i prognoz fiziko-geograficheskikh processov v Bajkal'skoj vpadine* [Distribution and forecast of physical and geographical processes in the Baikal basin]. Dinamika

Bajkal'skoj vpadiny [Dynamics of the Baikal basin]. Novosibirsk, 1975, pp. 59-138.

3. Agafonov B.P., *Voshodjashhie peschanye potoki na Ol'hone i ih vozdejstvie na lesnye massivy* [Rising flows of sand on Olkhon island and their impact on forestlands]. Trudy Pribajkal'skogo nacional'nogo parka: jubilejnyj sb. nauch. st. k 20-letiju Pribajkal'skogo nacional'nogo parka [Proceedings of Cis-Baikal National Park: a jubilee collection of scientific articles on the 20th anniversary of the Cis-Baikal National Park]. Irkutsk, 2007, no. 2, pp. 302-317.

4. Akulov N.I., *Jeolovye peski na Bajkale i ih svjaz' s il'menitovymi rossypjami* [Eolian sands on Lake Baikal and their relationship with ilmenite placers]. Regional'naja geologija i metallogenija [Региональная геология и металлогения Regional geology and metallogeny]. 2005, no.23, pp. 132-138.

5. Berkin N.S., *Irkutskaja oblast' (prirodnye uslovija administrativnyh rajonov)* [The Irkutsk region (the natural conditions of the administrative districts)]. Irkutsk, 1993, 304 p.

6. Botvinkin A.D. *Letuchie myshi v Pribajkal'e (biologija, metody nabljudenija, ohrana)* [Bats in the Cis-Baikal region (biology, methods of observation, preservation)]. Irkutsk, 2002, 194 p.

7. Bojarkin V.M. *Geografija Irkutskoj oblasti* [Geography of the Irkutsk region]. Irkutsk, 1985, pp. 6-89.

8. Vika S., *Landshafty podvizhnyh peskov ostrova Ol'hon na Bajkale* [Landscapes of shifting sands of Olkhon Island on Lake Baikal]. Irkutsk, 1997, 63 p.

9. *Geobotanicheskoe rajonirovanie CCCR* [Geobotanical zoning in USSR]. Moscow-Leningrad, 1947, 272 p.

10. *Zony i tipy pojasnosti rastitel'nosti Rossii i sopredel'nyh territorij: Karta. Masshtab 1: 8000000* [Zones and types of zones of vegetation in Russia and cross-border regions: Map. Scale 1: 8000000]. Moscow, 1999.

11. Kas'janova L.N. *O sohranenii unikal'nyh prirodnyh landshaftov i redkih rastitel'nyh soobshhestv na o. Ol'hon* [On preservation of the unique natural landscapes and rare plant communities on Olkhon island]. Trudy Pribajkal'skogo nacional'nogo parka [Proceedings of Cis-Baikal National Park]. Irkutsk, 2007, no. 2, pp. 318-327.

12. Kas'janova L.N., *Rastitel'nost' podvizhnyh peskov ostrova Ol'hon* [Vegetation of shifting sands on Olkhon island]. Trudy Pribajkal'skogo nacional'nogo parka: jubilejnyj sb. nauch. st. k 20-letiju Pribajkal'skogo nacional'nogo parka [Proceedings of Cis-Baikal National Park]. Irkutsk, 2007, no. 2, pp. 64-75.

13. *Konspekt flory Irkutskoj oblasti (sosudistye rastenija)* [Synopsis of the flora of the Irkutsk region (vascular plants)]. Irkutsk, 2008, 327 p.

14. *Krasnaja kniga Irkutskoj oblasti* [The Red book of the Irkutsk region]. Irkutsk, 2010, 480 p.

15. *Krasnaja kniga Rossijskoj Federacii (rastenija i griby)* [The Red book of the Russian Federation (plants and fungi)]. Moscow, 2008, 885 p.

16. Litvinov N.I. *Fauna mlekopitajushchih Irkutskoj oblasti* [Fauna of mammals of the Irkutsk region]. Irkutsk, 2000, 80 p.

17. Litvinov N.I. *Fauna ostrovov Bajkala* [Fauna of the Baikal islands]. Irkutsk, 1982, 132 p.

18. Malyshev L.I., *Osobennosti i genezis flory Sibiri (Predbajkal'e i Zabajkal'e)* [Features and genesis of the Siberian flora (Cis-Baikal and Trans-Baikal)]. Novosibirsk, 1984, pp. 146-206.

19. Mac V.D., *Kajnozoi Bajkal'skoj riftovoj vpadiny* [Cenozoic of the Baikal rift basin]. Novosibirsk, 2001, 249 p.

20. Mac V.D., *Stratigrafija kajnozoi* [The stratigraphy of the cenozoic]. Pliocen i plejstocen srednego Bajkala [Pliocene and Pleistocene of the Baikal middle]. Novosibirsk, 1982, pp. 52-76.

21. Nikolaev I.V., *Pochvy* [Soils]. Atlas Irkutskoj oblasti [Atlas of the Irkutsk region]. Moscow-Irkutsk, 1962, pp. 75-82.

22. Nomokonov L.I. *Rastitel'nost'* [Vegetation]. Atlas Irkutskoj oblasti [Atlas of the Irkutsk region]. Moscow-Irkutsk, 1962, pp. 83-90.

23. Petrov A.N. *Micenastrum kozhistryj – Mycenastrum corium (Guers.) Desv.* Krasnaja kniga Irkutskoj oblasti [The Red book of the Irkutsk region]. Irkutsk, 2010, p. 35.

24. Peshkova G.A. *O soprjazhennosti v razvitii mezofil'nyh i kserofil'nyh flor Bajkal'skoj Sibiri v kajnozoe* [On the contingency in the development of mesophilic and xerophilous floras in Baikal Siberia]

in the cenozoic]. *Istorija rastitel'nogo pokrova Severnoj Azii* [History of vegetation of North Asia]. Novosibirsk, 1984, pp. 144-156.

25. *Prikaz Minprirody RF ot 25.01.1993 N 15 "Ob utverzhdenii Polozhenija o pamjatnikah prirody federal'nogo znachenija v Rossijskoj Federacii"* (Zaregistrirvano v Minjuste RF 02.02.1993 N 134) [The order of Ministry of Natural Resources of the Russian Federation of 25.01.1993 N 15 "On the approval of the provision about natural monuments of federal significance in the Russian Federation" (registered by Ministry of Justice in the RF 02.02.1993 N 134)].

26. Salovarov V.O., *Pticy tehnoennyh landshaftov Juzhnogo Pribajkal'ja* [Birds of man-made landscapes of the Southern Cis-Baikal region]. Irkutsk, 2005, 344 p.

27. Tajsjaev T.T. *Jeolovye processy v Priol'hon'e i na o. Ol'hon (Zapadnoe Pribajkal'e)* [Eolian processes in the Cis-Olkhon and Olkhon island (Western Cis-Baikal region)]. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences]. 1982, vol. 265, no. 4, pp. 948-951.

28. Tropina M.G. *Amfibii i reptilii zapadnogo poberezh'ja ozera Bajkal (opredelenie, jekologija, ohrana)* [Amphibians and reptiles of Lake Baikal west coast (definition, ecology, preservation)]. Irkutsk, 2014. 176 p.

29. *Federal'nyj Zakon ot 10.01.2002 N 7-FZ (red. Ot 19.07.2011) "Ob ohrane okruzhajushhej sredy"* [Federal Law of 10.01.2002 N 7-FZ (edited from 19.07.2011) "On environmental protection"].

Сведения об авторах:

Виньковская Оксана Петровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии охотничьей продукции и лесного дела Института управления природными ресурсами – факультета охотоведения имени проф. В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89149066610, e-mail: urbanoflora@yandex.ru).

Деловеров Александр Тагирович – аспирант кафедры технологии охотничьей продукции и лесного дела Института управления природными ресурсами – факультета охотоведения имени проф. В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89021774818, e-mail: deloverov@googlemail.com).

Лузан Андрей Андреевич – старший преподаватель кафедры общей биологии и экологии Института управления природными ресурсами – факультет охотоведения имени проф. В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89501322526, e-mail: andrey_luzan86@mail.ru).

Поваринцев Александр Игоревич – старший преподаватель кафедры прикладной экологии и туризма Института управления природными ресурсами – факультета охотоведения имени проф. В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89025784499, e-mail: povarintcev99@mail.ru).

Юндунов Хубита Иванович – кандидат географических наук, доцент прикладной экологии и туризма. Институт управления природными ресурсами – факультет охотоведения имени проф. В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89248361119, e-mail: khubito@yandex.ru).

Information about authors

Vinkovskaya Oksana P. – Ph.D., assistant professor of the Department of Hunting Products Technology and Forestry. Institute of Natural Resources Management – Faculty of game management of prof. V.N. Skalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev str., 59, tel. 89149066610, e-mail: urbanoflora@yandex.ru).

Deloverov Alexander T. – Ph. D. student of the Department of Hunting Products Technology and Forestry. Institute of Natural Resources Management – Faculty of game management of prof. V.N. Skalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev str., 59, tel. 89021774818, e-mail: deloverov@googlemail.com).

Luzan Andrei A. – senior teacher of the Department of General Biology and Ecology, Institute of Natural Resources Management – Faculty of game management of prof. V.N. Skalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev str., 59, tel. 89501322526, e-mail: andrey_luzan86@mail.ru).

Povarintsev Alexander I. – senior teacher of the Department of Applied Ecology and Tourism. Institute of Natural Resources Management – Faculty of game management of prof. V.N. Skalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev str., 59, tel. 89025784499, e-mail: povarintsev99@mail.ru).

Yundunov Hubita I. – Ph. D. of geographical sciences, associate professor of the Department of Applied Ecology and Tourism. Institute of Natural Resources Management – Faculty of game management of prof. V.N. Skalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev str., 59, tel. 89248361119, e-mail: khubito@yandex.ru).

УДК 591.526.:599

ЦИКЛИЧНОСТЬ В ДИНАМИКЕ МНОГОЛЕТНЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ КОПЫТНОГО (*DICROSTONYX*) ЛЕММИНГА

Л.Н. Ермаков, Ю.Н. Литвинов, С.А. Абрамов

Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Исследуются вопросы динамики численности копытного лемминга (*Dicrostonyx*), в разных участках ареала. В результате построены спектры периодических составляющих многолетней численности для каждой популяции. Показано, что популяции, расположенные на небольших расстояниях друг от друга имели сходные спектры ритмов численности. Сравнение спектров ритмов численности в популяциях копытного лемминга показало, что в Берингии (Аляска, о. Врангеля) наибольшей мощностью обладают характерные здесь приблизительно 5-летние циклы численности, тогда как для гренландских популяций характерны 3-, 4-летние ритмы. Канадская популяция копытного лемминга отличается короткими 2-летними циклами. Внешними синхронизаторами, делающими ритмы численности копытного лемминга устойчивыми, служат глобальные изменения климата.

Ключевые слова: копытный лемминг, Арктика, популяции, популяционные циклы численности, спектры ритмов, климат, факторы среды.

CYCLICITY IN DYNAMICS OF MULTI-YEAR NUMBER OF COLLARED (*DICROSTONYX*) LEMMINGS

Erdakov L.N., Litvinov Y.N., Abramov S.A.

Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, *Novosibirsk, Russia*

The problems of population dynamics of collared lemming are studied (*Dicrostonyx torquatus* Pall, 1778), in different parts of the area. As a result, the profiles of periodic components of multi-year numbers for each population are made. It is shown, that the populations, located at short distances from each other, have similar profiles of rhythms of the number. Comparison of the profiles of rhythms of the number in the populations of collared lemming showed, that in Beringia (Alaska, Wrangel island) approximately 5-year population cycles common here have the highest power, whereas 3- and 4-year-old rhythms are common for Greenlandic populations. Canadian collared lemming population is characterized by short 2-year cycles. External synchronizers, that make rhythms of the number of collared lemming stable, are global climate changes.

Key words: collared lemming, the Arctic, populations, population cycles of the number, profiles of the rhythms, climate, environmental factors.

Копытные лемминги (*Dicrostonyx*) распространен в арктических районах Нового и Старого света и циркумполярно заселяют тундровые ландшафты островов и материковой части Арктики. Эти грызуны характерны для горной и равнинной тундры, их местообитаниями служат возвышенные и сухие участки. Выделяют от 5 до 11 видов этих зверьков [5]. По современным молекулярно-генетическим данным полученным из всей Евразии и Северной Америке выделяется 5 митохондриальных линий *Dicrostonyx*, оформившихся после последнего оледенения.

Феноменологию и механизмы, лежащие в основе популяционных циклов копытных леммингов, следует рассматривать как один из частных аспектов более общей проблемы циклических колебаний численности мелких грызунов [6].

Наши исследования популяций копытного лемминга из разных участков ареала на северо-востоке Средней Сибири показали, что численность вида различна по годам и разным участкам, что связано с благоприятными для грызунов условиями существования и динамикой численности [4]. Многие примеры популяционных экологических адаптации (в том числе циклы численности) свидетельствуют о том, что популяции, представляющие виды, являются целостными адаптивными системами. С точки зрения существующих представлений, популяционные циклы – это результат многоуровневых адаптивных реакций и связей, явление, в котором генетически обусловленные организменные и популяционные механизмы в той или иной мере взаимосвязаны с событиями, происходящими в экологической системе биоценотического ранга [6].

Как и другие виды леммингов и полевок копытный лемминг демонстрирует динамику численности с выраженными подъемами численности и депрессиями. Можно предполагать, что для хода многолетней численности копытного лемминга, как и для других леммингов характерна цикличность. Более того, по утверждению Ф.Б. Чернявского правильная периодичность пиков их численности, свойственна всей тундровой зоне от Скандинавии до Северной Канады [6].

Как и у других леммингов для представителей этого рода также характерны большие подъемы численности и глубокие депрессии ее в ходе динамики. По описаниям Ф.Б. Чернявского [6] на о. Врангеля (71°с.ш.), численность леммингов меняется циклически, причем промежутки между максимумами примерно четыре года. Амплитуда же годовых колебаний велика, примерно 200-кратная. А в более продуктивной, южной подзоне тундры, амплитуда колебаний численности заметно снижается (5-кратная). Сокращаются здесь и циклы, становясь 3-годовалыми.

Сложная кривая изменений численности говорит о наличии в ней гармонических составляющих, которые и обуславливают такую сложность. Предположив, что хронограмма динамики численности отображает полипериодический процесс, можно выяснить какие именно гармонические составляющие (циклы) в ней содержатся.

Споры о циклических и нециклических популяциях продолжаются, рассматриваются примеры наличия в северных районах циклических колебаний

микротин и отсутствия их в южных. Так красная полевка (*Clethrionomys rutilus* Pall., 1779) является примером видов, которые проявляют 4 летний цикл в Фенноскандии, но, видимо, нецикличны в Северной Америке [8,10]. С помощью спектрального анализа сходную картину цикличности и нецикличности популяций красно-серой полевки (*Clethrionomys rufocanus* Sund., 1846) пытались показать для разных районов о. Хоккайдо [7]. Мы придерживаемся гипотезы о том, что все популяции имеют автогенные циклы своей динамики. Остается просто выяснять, какие именно периодические составляющие содержит ход их многолетней численности. Для выяснения циклов в динамике многолетней численности копытного лемминга мы воспользовались данными, приведенными в литературе выбрав для анализа многолетний ход численности в 5 географических популяциях этого грызуна. Это две Гренландские популяции на островах Трейл и Закенберг, а также канадская популяция наблюдаемая на о. Байлот. Все три популяции располагаются довольно близко друг от друга. Кроме того, также расположенные относительно близко друг к другу, по разные стороны Берингова пролива популяции на Аляске и на о. Врангеля.

Целью исследования был поиск цикличности в динамике популяций этого вида леммингов, задачи включали:

- построение спектров периодических составляющих многолетней численности для каждой популяции;
- определение значений периодов и соотношения их мощности (по доле приходящейся на них дисперсии);
- сравнение географических популяций по спектрам их циклов численности;
- поиск внешних синхронизирующих циклы леммингов факторов среды.

Материал и методы обработки. Использованы опубликованные литературные данные по многолетнему наблюдению изменений численности копытного лемминга в нескольких районах арктической тундры:

- из Гренландии на о. Закенберг с 1996 по 2011 год, и на о. Трейл с 1988 по 2011 год [14];
- с о. Байлот, Канада с 1994 по 2007 год [10];
- на Аляске с 1955 по 1974 год [8];
- о. Врангеля с 1972 по 1982 год [6].

Методика обработки данных многолетних наблюдений представляла собой разложение сложной кривой на составляющую ее простые гармоники, вычисление их величины (в годах) и мощности (доли дисперсии пришедшейся на гармонику).

Для выявления скрытых колебаний в численности был использован анализ временных рядов [2]. Параметры счета эмпирически определяемые: шаг суммирования, длина автокорреляционной функции, форма и ширина корреляционного окна.

Для построения модели динамики применяли метод формальной экстраполяции на основе изучения временных рядов [1], а также полигармонический анализ многолетних рядов. Эта методика позволила оценить степень колебательности ряда, выделить значимые по амплитуде

гармоники и оценить их параметры [3]. Автор программы для обработки данных А.В. Тарновский.

При проведении счетных операций мы пользовались также программами спектрального анализа, находящимися в собственности ИСиЭЖ СО РАН [15]. Все данные многолетних учетов численности, представляющие собой временные ряды, были обработаны методом Уэлча, окна: 8, 16, 24, с перекрытием 95%. Отобраны наиболее устойчивые картины распределения спектральной плотности (мощности). Для статистической обработки использован пакет программ Past.

Результаты и их обсуждение. Из статистических показателей нас более всего интересовало стандартное отклонение средней величины, как оценка ее дисперсии и оценка размаха колебаний. Сами средние величины, из-за того, что материалы были взяты различными методами, и оценки численности производились в различных измерениях*, не сравнивали между собой. Кроме того для нас представлял интерес и тренд средней величины, хотя при небольших рядах наблюдений он может оказаться одной из низкочастотных гармонических составляющих исследуемого ряда (табл. 1).

Таблица 1 – Статистические показатели динамики многолетних значений численности в географических популяциях копытного лемминга

Район исследований	n	M	σ	Тренд
Канада о. Байлот [10]	14	0.14	0.17	$0.051 + 0.014 * t$
Гренландия о. Закенберг [14]	16	1.36	1.31	$2.349 - 0.131 * t$
Гренландия о. Трейл [14]	24	1.82	3.17	$3.421 - 0.139 * t$
США Аляска [8]	20	53.0,	73.94	$78.033 - 2.633 * t$
РФ о. Врангеля [6]	11	10.66	14.24	$9.000 + 0.331 * t$

* В Канаде и Гренландии единицей измерения была относительная численность (количество экземпляров на гектар). На Аляске и острове Врангеля измерялась также относительная численность, но не на площадь, а на количество зверьков на орудия лова в сутки (суммарная численность пойманных грызунов на 100 ловушко/суток).

В данных из Гренландии, при очень близких показателях средней многолетней численности колебания ее заметно различаются. Их размах значительно больший на острове Трейл (табл. 1). Там где длина ряда особенно коротка, имеется положительный тренд численности, но это не означает, что она имеет тенденцию к росту. Скорее всего, это временное повышение численности, часть кривой какого-то низкочастотного колебания. Даже и там, где наблюдения были особенно длительными, и имеется отрицательный тренд, мы не трактуем его как тенденцию понижения численности леммингов в этих районах. Вероятнее это снижение численности связанное с фазой большого по продолжительности природного цикла.

Цикличность динамики. Для всех рядов данных были построены спектры ритмов их многолетней динамики численности и даже при визуальном сравнении заметно, что они делятся на три группы. Практически одинаковые спектры ритмов численности у популяций с островов Гренландии (рис. 1 : 2, 3). Все пики на спектрах совпадают и различаются только по величине.

Следующая группа это спектры ритмов динамики численности леммингов из Берингии (Аляска и о. Врангеля). Изображения этих спектров практически одинаково. Большой пик на спектре с о. Врангеля имеет широкое основание из-за очень короткого ряда данных. Скорее всего, при увеличении ряда мы получим, как и на Аляске второй более высокочастотный пик в этой же полосе (рис. 1: 4, 5).

Наибольшие отличия в изображении спектра ритмов численности популяции с острова Байлот. По сути, там только одна точно совпадающая со спектрами из Гренландии гармоническая составляющая – примерно 3-летний цикл (рис. 1: 1).

Для уточнения параметров спектра и соотношения мощностей его гармонических составляющих эти характеристики для каждой динамики численности были рассчитаны и сведены в таблицу (табл. 2).

Ход многолетней динамики численности копытного лемминга на островах Гренландии содержит ритмы в одних и тех же полосах частот. Однако, природные особенности островов различаются, и поэтому наиболее мощный цикл на о. Закенберг обычный для микротин – 3-летний, тогда как на о. Трейл доминирует по мощности тоже часто отмечаемый для леммингов [6, 10, 14] – 4-летний цикл.

Таблица 2 – Периоды и мощности гармонических составляющих многолетней динамики численности бурого лемминга из различных географических популяций

Канада о. Байлот [10]	14.2 11.1				2.9 7.3	2.3 46.9	
Гренландия о. Закенберг [14]		8.3 12.5		4.5 19,3	2.9 45.5		2.2 0.88
Гренландия о. Трейл [14]		8.8 3.1		4.2 39.5	2.7 6.4		
Аляска [8]		9.8 3.2	5.2 41.8		2.8 25.4		
о Врангеля [6]			5.2 35.8			2.5 29.2	
Индекс АК октябрь			5.4 2.10		3.0 2.21	2.4 6.38	2.1 0.82
Индекс АК ноябрь	15.5 6.59			4.6 3.66	2.9 1.31	2.5 5.03	2.2 11.03
СКАНД октябрь	14.0 18.6	8.3 3.4	5.6 5.6		3.3 2.9	2.3 2.2	2.1 1.1
СКАНД ноябрь		8.3 7.2		4.4 1.5	3.0 0.8	2.7 2.1	2.0 4.6
САК февраль	14.5 6.13	9.5 16.21	5.7 11.37	4.0 8.70	3.1 4.64	2.7 13.92	2.0 10.55
САК март	14.0 11.22	7.8 19.26	6.2 14.70	4.0 4.82	3.2 6.86	2.5 14.33	2.2 11.20

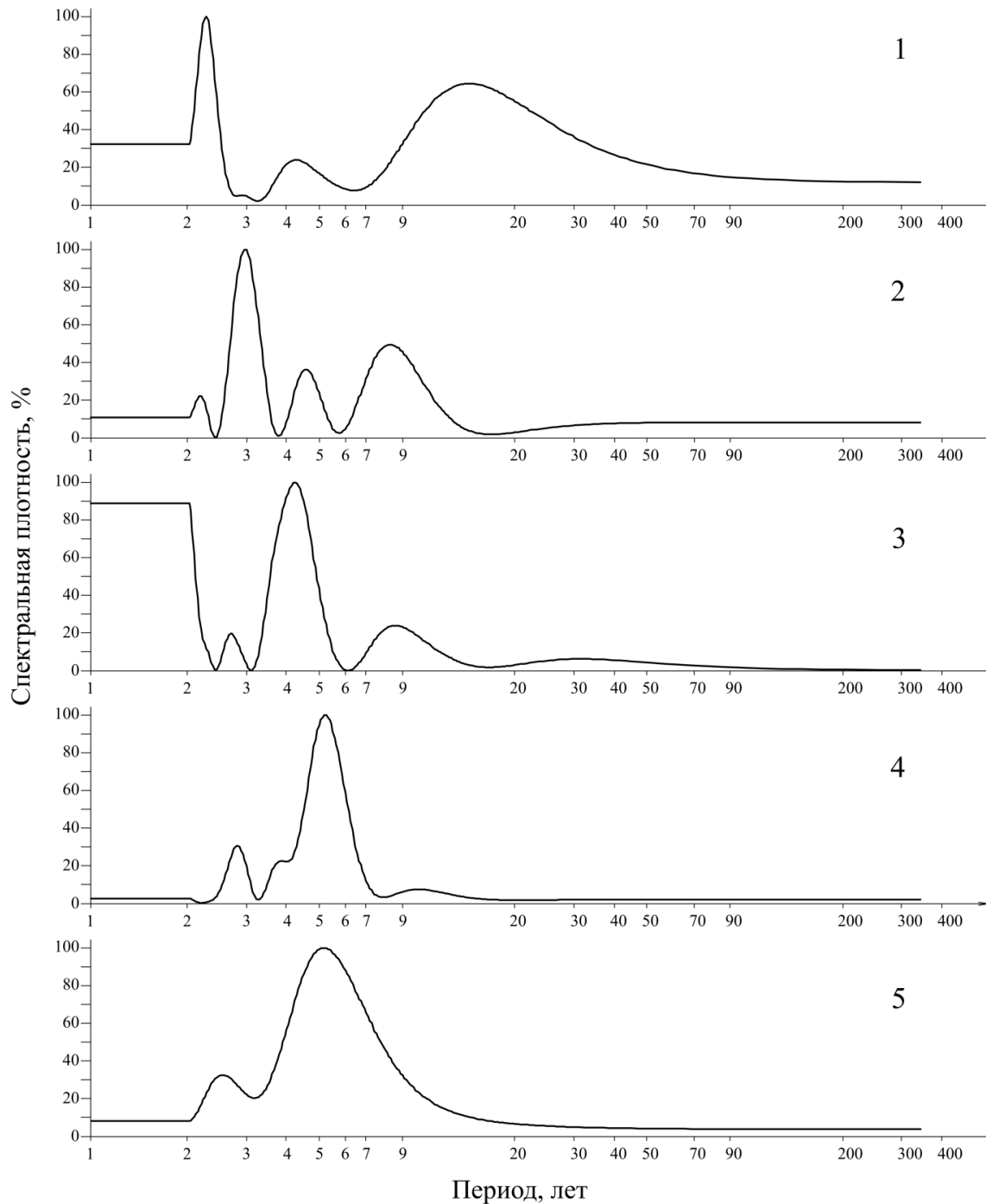


Рисунок 1 – Спектры ритмов многолетней динамики численности в популяциях копытного лемминга из разных районов Арктической тундры (1. – о. Байлот, Канада; 2. – о. Закенберг, Гренландия; 3. – о. Трейл, Гренландия; 4. – Аляска, США; 5. – о. Врангеля, РФ)

Близки и спектры из Берингии, но на о. Врангеля не отмечен низкочастотный, примерно 10-летний цикл, характерный для Аляски. Присутствие его здесь можно предположить. Он проявлен в виде тренда (табл. 1), потому что спектр рассчитан по очень короткому ряду. Более длинный ряд наблюдений на Аляске дал возможность обнаружить этот пик на спектре. В остальном же оба спектра близки как по периодам, так и по соотношению

мощностей представленных на них гармоник.

Спектр динамики численности лемминга на канадском острове Байлот имеет доминирующую по мощности цикличность в высоких частотах, и этим похож на спектр ритмов лемминга с о. Врангеля. В целом же набор периодических составляющих здесь заметно отличается от всех приведенных на табл. 2.

Итак, для многолетней динамики численности копытного лемминга, по-видимому, характерны три основных цикла: 15-летний, 4- и 3-летний. Причем на некоторых островах самый высокочастотный цикл укорачивается и приближается к 2-летнему. Мощность этих циклов динамики варьирует, видимо, в зависимости от природно-климатических особенностей местообитания популяции.

Устойчивость этим характерным для хода численности копытного лемминга циклам могут придавать близкие по частоте внешние природные ритмы, близкие по своим характеристикам. Используя их как датчики времени популяции леммингов могут неопределенно долго сохранять свою цикличность. По нашему мнению такими наиболее вероятными затягивающими агентами в этих районах могут быть глобальные климатические осцилляции.

Для проверки этого предположения мы использовали публикуемые таблицы индексов таких глобальных колебаний, рассчитывая обнаружить в их спектрах ритмы близкие по параметрам.

Так публикуется ежемесячная таблица показателей индекса Полярный / Евразия начиная с 1950 года (Monthly Teleconnection Index: Polar/ Eurasia Pattern). Название этого индекса “Арктическое колебание” (АК) введено для исследования глобальных процессов циркуляции в стратосфере Северного полушария [16]. Спектр его колебаний содержит близкие по частоте ритмы, позволяющие подстроиться в частности к 15-летнему циклу многолетней динамике леммингов с о. Байлот, а также мощные ритмы в 2- и 3-летних полосах частот (табл. 3).

Скандинавский индекс (СКАНД) состоит из первичного очага циркуляции над Скандинавией, с более слабыми центрами противоположного знака над Западной Европой и Восточной России. Используя его табличные показатели, мы рассчитали спектр его гармонических составляющих. Спектр содержит мощные циклы, близкие по характеристикам 5-летним колебаниям численности леммингов на Аляске и о. Врангеля. Другие гармонические составляющие этой скандинавской осцилляции также могут обеспечивать устойчивость колебаний численности леммингов в высоких частотах: 2-, 3-летних (табл.3).

Кроме того существует еще Северо-Атлантическое Колебание (САК) его индекс является суммарным измерением состояния циркуляции в средних широтах Северной Атлантики. САК отражает колебание атмосферной массы между севером и югом Северной Атлантики. Наиболее популярны значения индекса, рассчитываемые за зимний сезон с декабря по март. Спектр гармонических составляющих этого индекса вычисленный нами для февраля и марта, также показал устойчивые колебания во всех полосах частот, где

обнаружены ритмы численности копытного лемминга (табл.3). То есть это глобальное колебание погодных факторов может обеспечивать постоянство лемминговых циклов.

Выводы. 1. Для всех рассмотренных популяций копытного лемминга характерна цикличность численности, причем многолетняя динамика ее полициклична и имеет целый ряд периодических составляющих.

Для многолетней динамики численности каждой популяции был построен спектр ритмов численности, который них включал 3-4 периодических составляющих (ритмов) в определенных полосах частот.

2. Популяции, расположенные на небольших расстояниях друг от друга имели сходные спектры ритмов численности, но соотношение мощностей гармонических составляющих на них, как правило, различалось. Видимо, в зависимости от условий местообитания различалась важность для популяции той или иной гармонической составляющей динамики ее численности.

3. Сравнение спектров ритмов численности в популяциях копытного лемминга показало, что в Берингии (Аляска, о. Врангеля) наибольшей мощностью обладают характерные здесь приблизительно 5-летние циклы численности, тогда как для гренландских популяций характерны 3-, 4-летние ритмы, именно они имеют здесь преобладающую мощность. Канадская популяция копытного лемминга отличается короткими 2-летними циклами, здесь они доминируют по мощности. Кроме того в этой популяции проявлен 14-летний цикл, отсутствовавший в других изучаемых районах.

4. Внешними синхронизаторами, делающими ритмы численности копытного лемминга устойчивыми, скорее всего выступают глобальные колебания климата (АК, СКАНД, САК), индексы которых имеют проявленные циклы в тех же полосах частот, что и на спектрах ритмов численности копытного лемминга. Так что эти глобальное колебание погодных факторов вполне могут обеспечивать постоянство лемминговых циклов.

Список литературы

1. *Дженкинс Г.* Спектральный анализ и его приложения / *Г. Дженкинс, Д. Ваттс* – М.: Мир. – 1971. – 317 с.
2. *Ердаков Л.Н.* Использование данных о популяционной цикличности для прогнозирования численности грызунов / *Л.Н. Ердаков, О.Н. Чернышова, Ю.К. Галактионов* // Экология. – 1987. – № 1. – С. 82-85.
3. *Кошулько А.И.* Полигармонический анализ многолетних рядов температуры воздуха и осадков / *А.И. Кошулько, Н.В. Попков, Ю.П. Юрачковский* // Анализ и прогноз многолетних временных рядов // Новосибирск: Сб. научн. трудов СО ВАСХНИЛ, 1987. – С. 45-53.
4. *Литвинов Ю.Н.* К биологии копытного лемминга (*Dicrostonyx torquatus* Pallas, 1779) на Таймыре/ *Ю.Н. Литвинов* // Бюлл. МОИП. Отд. биологии. – 2010. – Т. 115. – № 3. – С. 13-21.
5. *Соколов В.Е.* Систематика млекопитающих / *В.Е. Соколов* – М.: Высшая школа, 1977. – С. 494.
6. *Чернявский Ф.Б.* Популяционная динамика лемминогов / *Ф.Б. Чернявский* // Зоол.журн. – 2002. – Т. 81. – № 9. – С. 1135-1165.
7. *Vjornstad O. N., Stenseth N. Chr., Saitoh T., Linglerde O. Chr.* Data Analysis Mapping the Regional Transition to Cyclicity in *Clethrionomys rufocanus*: Spectral Densities and Functional Res. *Popul. Ecol.* 40(1), 1998, pp. 77-84.

8. Bliss L. C., O.W. Heal, Moore J.J. International Biological Programme – 1981 – 813 p.
9. Gilbert, B.S. & Krebs, G.J. Population dynamics of *Clethrionomys* and *Peromyscus* in southwestern Yukon 1973-1989. *Holarct. Ecol.* 1991. 14, 250-259.
10. Gruyer N, Gauthier G, Berteaux D. Cyclic dynamics of sympatric lemming populations on Bylot Island, Nunavut, Canada. *Can J Zool.* 2008. 86:910-917.
11. Henttonen, H., D. McGuire, Hansson L. Comparisons of amplitude and frequencies (spectral analyses) of density variations in long-term data sets of *Clethrionomys* species. *Annates Zoologica Fennici* 22: 221-27.
12. Oksanen T., Oksanen L., Dahlgren J., Olofsson J. Arctic lemmings, *Lemmus* spp. and *Dicrostonyx* spp.: integrating ecological and evolutionary perspectives. *Evolutionary Ecology Research*, 2008, 10: PP 415-434.
13. Priestley M.B. *Spectral Analysis and Time Series Analysis*. Academic Press, London. 1981. Vol. 1-2.
14. Reid D.G., Ims R.A., Schmidt N.M. Gauthier G., Ehrlich D. Lemmings (*Lemmus* and *Dicrostonyx* spp.). 2012 <http://www.arctic.noaa.gov/report12/index.html>
15. Telepnev V.G., Erdakov L.N. Description of population cycles of wood grouse (*Tetrao urogallus* L., 1758) through long-term monitoring. *Contemporary Problems of Ecology* September 2014. vol. 7. Issue 5. pp. 530-536.
16. Thompson D.W.J., Wallace J.M. The Arctic oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields//*Geophys. Res. Lett.* 1998. Vol. 25, N 9. P. 1297-1300.

References

1. Dzhenkins G., Vatts D. *Spektral'nyj analiz i ego prilozhenija* [Spectral analysis and its applications]. Moscow, 1971, 317 p.
2. Erdakov L.N., Chernyshova O.N., Galaktionov Ju.K. *Ispol'zovanie dannyh o populjacionnoj ciklichnosti dlja prognozirovaniya chislennosti gryzunov* [Using data on the population cyclicity to predict the number of rodents]. *Jekologija* [Ecology]. 1987, no. 1, pp. 82-85.
3. Koshul'ko A.I., Popkov N.V., Jurachkovskij Ju. P. *Poligarmonicheskij analiz mnogoletnih rjadov temperatury vozduha i osadkov* [Polyharmonic analysis of multi-year series of air temperature and precipitations]. Novosibirsk, 1987, pp. 45-53.
4. Litvinov Ju.N. *K biologii kopytnogo lemminga (Dicrostonyx torquatus Pallas, 1779) na Tajmyre* To the biology of collared lemming (*Dicrostonyx torquatus* Pallas, 1779) in the Taimyr]. *Bjulleten' moskovskogo obshhestva ispytatelej prirody. Otdelenie biologii* [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Department of Biology]. 2010, vol. 115, no. 3, pp. 13-21.
5. Sokolov V.E. *Sistematika mlekopitajushchih* [Systematics of mammals]. Moscow, 1977, p. 494.
6. Chernjavskij F.B. *Populjacionnaja dinamika lemminogov* [Population dynamics of lemmings]. *Zoologicheskij zhurnal* [Zoological journal]. 2002, vol.81, no. 9, pp. 1135-1165.
7. Bjornstad O. N., Stenseth N. Chr., Saitoh T., Linglerde O. Chr. *Data Analysis Mapping the Regional Transition to Cyclicity in Clethrionomys rufocanus*: Spectral Densities and Functional Res. *Popul. Ecol.* 40(1), 1998, pp. 77-84.
8. Bliss L. C., O. W. Heal, Moore J. J. International Biological Programme - 1981 - 813 p.
9. Gilbert, B.S. & Krebs, G.J. *Population dynamics of Clethrionomys and Peromyscus in southwestern Yukon 1973-1989*. *Holarct.* 1991. *Ecol* 14, pp. 250-259.
10. Gruyer N, Gauthier G, Berteaux D. Cyclic dynamics of sympatric lemming populations on Bylot Island, Nunavut, Canada. *Can J Zool.* 2008. 86:910-917.
11. Henttonen, H., D. McGuire and L. Hansson. *Comparisons of amplitude and frequencies (spectral analyses) of density variations in long-term data sets of Clethrionomys species*. *Annates Zoologica Fennici*. 1985. 22: 221-27
12. Oksanen T., Oksanen L., Dahlgren J., Olofsson J. *Arctic lemmings, Lemmus spp. and Dicrostonyx spp.: integrating ecological and evolutionary perspectives*. *Evolutionary Ecology Research*, 2008, 10: pp. 415-434

13. Priestley M.B. *Spectral Analysis and Time Series Analysis*. Academic Press, 1981. London, vol. 1-2.
14. Reid D.G., Ims R.A., Schmidt N.M. Gauthier G., Ehrlich D. *Lemmings (*Lemmus* and *Dicrostonyx* spp) 2012* <http://www.arctic.noaa.gov/report12/index.html>
15. Telepnev V.G., Erdakov L.N. *Description of population cycles of wood grouse (*Tetrao urogallus* L., 1758) through long-term monitoring*. Contemporary Problems of Ecology September 2014, vol. 7, issue 5, pp. 530-536.
16. Thompson D.W.J., Wallace J.M. *The Arctic oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields*. Geophys. Res. Lett. 1998. vol. 25, no. 9. pp. 1297-1300.

Сведения об авторах:

- Абрамов Сергей Александрович** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Институт систематики и экологии животных СО РАН (630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11. тел.: (383)2170408, e-mail: terio@eco.nsc.ru).
- Ердаков Лев Николаевич** – доктор биологических наук, профессор, старший научный сотрудник. Институт систематики и экологии животных СО РАН (630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11. тел.: (383)2170633, e-mail: microtus@yandex.ru).
- Литвинов Юрий Нарциссович** – доктор биологических наук, зав. лабораторией. Институт систематики и экологии животных СО РАН (630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11. тел.: (383)2170986, e-mail: litvinov@eco.nsc.ru).

Information about authors:

- Abramov Sergey A.** – candidate of biological sciences, senior researcher. Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS (630091, Russia, Novosibirsk, Frunze st., 11. tel: 8(383)2170408, e-mail: terio@eco.nsc.ru).
- Erdakov Lev N.** – doctor of biological sciences, professor, senior researcher. Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS (630091, Russia, Novosibirsk, Frunze st., 11. tel: 8(383)2170633, e-mail: microtus@yandex.ru).
- Litvinov Yuri N.** – doctor of biological sciences, head of the laboratory. Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS (630091, Russia, Novosibirsk, Frunze st., 11. tel: 8(383)2170986, e-mail: litvinov@eco.nsc.ru).

УДК 581.9; 58.006; 631.4

**МНОГОЛЕТНИЕ ТРЕНДЫ В ДИНАМИКЕ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ
МИРА**

В.Я. Кузеванов

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Цель работы – исследовать многолетние тренды числа ботанических садов мира за 500-летний период. Выявлен логистический S-образный глобальный тренд с характерным медленным 400-летним экспоненциальным ростом до конца 19 века, затем периодом ускорения с почти линейным ростом в течение 20 века и периодом замедления роста к началу 21 века. Обнаружены долгопериодные флуктуации с периодичностью около 50-60-лет, схожей с социально-экономическими “волнами Кондратьева” и эпохами смены “технологических укладов”. Сделан вывод, что завершается период замедления в создании новых ботанических садов в кризисные годы конца 20 – начала 21 века. Дается прогноз, что с 2012-2015 годов происходит переход к увеличению востребованности и ускоряющейся модернизации ботанических садов с тенденцией глобального увеличения их количества. Это

совпадает с переходом к очередному (шестому) “технологическому укладу” и с вовлечением большего числа стран и регионов в “гонку” по созданию многофункциональных ботанических садов.

Ключевые слова: ботанический сад, многолетние тренды, глобальная динамика, колебания, технологический уклад

LONG-TERM TRENDS IN THE DYNAMICS OF THE WORLD’S BOTANIC GARDENS

Kuzevanov V.Ya.

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

The objective of this work was to study the long-term trends of the world’s botanic gardens (BGs) during last 500-year period. S-shaped global trend was found with a characteristic 400-year slow exponential growth until the end of the 19th century, followed by a nearly linear growth through the 20th century and the period of slowdown in the beginning of the 21st century. Long-term fluctuations were found with 50-60-year periodicity, similar to socio-economic “Kondratieff waves” and “technological revolution cycles”. It is concluded that the period of stagnation in the establishment of new BGs in the crisis years of the late 20th – early 21st century is over. The forecast based on revealed trends suggests rapid increase of the growth rate of the BGs after the 2012-2015 years due to the strong increasing in demand and accelerating of their modernization. This coincides with the transition to the 6th cycle of the “technological structural revolution” and the involvement of more countries and regions in the “race” to build modern multifunctional BGs.

Key words: botanic garden, global dynamics, long-term trends, fluctuations, technological revolution

Цель работы – исследовать многолетние тренды изменения количества ботанических садов (БС) мира как важных агроэкологических ресурсов и инструментов за 500-летний период с середины 15 века до начала 21 века, учитывая возрастание их роли как комплексных экологических ресурсов и уникальных научно-образовательных объектов и инструментов для социально-экономического развития человечества. Исследование было сфокусировано на истории их роста и развития в прошлом, на изменениях востребованности в настоящее время с попыткой прогноза перспективных направлений модернизации в ближайшем будущем, учитывая возможную их связь с трендами развития и становления технологических укладов в мировой социально-экономической системе.

Материалы и методы. В данной статье использовано следующее определение: Ботанический сад – это озелененная особо охраняемая природная территория, на основе ресурсов которой управляющая организация создает документированные коллекции живых растений и ландшафтные сады для научных исследований, образовательно-просветительской деятельности, публичной демонстрации садовых экземпляров и технологий, сохранения биоразнообразия, производства услуг и товарной продукции на основе растений и знаний о них [5, 14].

Программа исследований основывалась на следующих основных методологических подходах и методах: 1) сбор количественных данных в ходе личных целевых посещений более 200 БС в 32 странах мира; 2) подборка обширных библиографических данных и сбор сведений путем личной переписки и интервью с коллегами; 3) сбор материалов из баз данных и

архивных документов различных БС, включая открытую базу данных Международного совета ботанических садов по сохранению растений (Botanic Gardens Conservation International, или BGCI в Великобритании, <http://www.bgci.org/>); 4) для оценки тенденций глобальной востребованности БС в англоязычном и русскоязычном секторах мировой информационной сети использовали новый инструмент “Google Trends”, который является удобным публичным web-приложением, основанным на поисковом движке Google [11]; 5) статистические методы анализа, выявления и графического отображения полученных результатов с помощью стандартных статистических методов [4] и стандартных функций пакета Microsoft Excel, используя следующие методы анализа временных рядов: скользящей средней, укрупнение интервалов, аналитическое выравнивание с помощью простейших функций, – позволяющих выявлять тренды и производить экстраполяцию для оценки прогнозов [8].

Результаты и обсуждение. Данные рис. 1 иллюстрируют устойчивый ежегодный прирост числа ботанических садов в мире за 500-летний период с 15 по 21 век. В характерной S-образной кривой роста как генеральном тренде, типичном для роста живых организмов и логистических процессов в технике, экономике и обществе, можно условно выделить три крупных исторических периода: 1) медленный рост в интервале с 15 до конца 19 века со средним уровнем прироста около 7-8 БС за каждое десятилетие или с абсолютным приростом около 300 БС за 400 лет; 2) ускорение с почти линейным ростом в 20 веке со средним уровнем ежегодного прироста от 10-25 БС в год и с абсолютным приростом около 1200 БС за 100 лет (т.е. за 100-летний срок, несмотря на катастрофические мировые войны, было создано в 4 раза больше БС, чем за весь предшествующий 400-летний период); 3) переключение на замедленный рост в 1990-2010 гг., когда средний уровень ежегодного прироста БС снизился почти в 3 раза до 6-8 лет и с общим абсолютным приростом около 150 БС в течение короткой 20-летней эпохи череды глобальных мировых кризисов. Одновременно видно, что на представленной кривой видны небольшие отклонения, косвенно свидетельствующие о том, что экспоненциальное нарастание числа БС, особенно в 19 и 20 веках, происходило неравномерно. Более того, на графике рис. 1 особенно заметны периоды замедления и ускорения скорости роста в начале, середине и в конце 20 века, возможно, связанные с глобальными экономическими кризисами, в том числе с двумя мировыми войнами.

Анализ графика этого же временного ряда, представленного в полулогарифмических координатах (рис. 2), позволяет нагляднее оценить характер общей динамики генерального тренда, которая достаточно хорошо совпадает с эмпирической линейной функцией (с очень высокой корреляцией, с коэффициентом детерминации $R^2 > 0.99$). Поэтому очевидно, что для динамики исследуемого временного ряда действительно характерен гиперболический рост в период 1750-1960 гг., хотя на обоих концах графика (ранее 1750 г. и после 1960 г.) имеются достаточно явные отклонения от общего тренда. Это означает, что в интервалах около 1750 г. и около 1960 г. происходили переходные процессы переключения режимов развития БС, отличавшиеся

иными закономерностям и условиями.

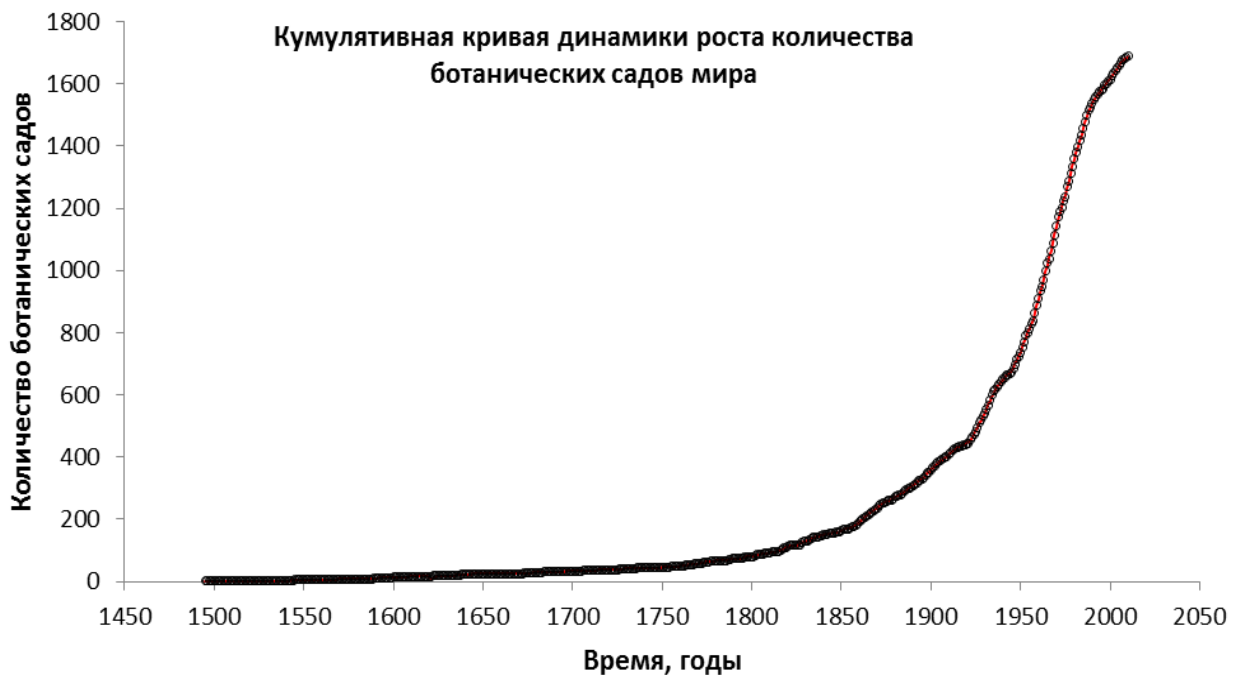


Рисунок 1 – Кумулятивная кривая динамики изменения количества ботанических садов мира. Данные рассчитаны и адаптированы на основе базы данных Международного совета ботанических садов по охране растений, **Botanic Gardens Conservation International** (автор благодарит Diana Wyse-Jackson и Abby Hird за предоставленный доступ к исходным данным, https://www.bgci.org/garden_search.php)

Поэтому мы попытались выявить более тонкие особенности динамики на укрупненных интервалах с помощью оценки изменений величин скорости прироста (эквивалент анализа первой производной функции, то есть скорости прироста для логистической S-образной кривой, изображенной на рис. 1. Как видно из рис. 3 с использованием статистической фильтрации методом скользящей средней и с помощью выявления трендов аналитическим выравниванием простейшими функциями, в динамике изменений скорости прироста количества БС достаточно хорошо проявились долгопериодные тренды в виде волн синусоидальной формы относительно общего экспоненциального тренда (аналитическая функция, показанная тонкой пунктирной линией на рис. 3). Эти долгопериодные колебания с приблизительно 50-60-летней периодичностью действительно показывают, что ход глобального развития БС мира происходил неравномерно, с подъемами и спадами. Эти обнаруженные долгопериодные 50-60-летние волны весьма схожи с известными социально-экономическими “волнами Кондратьева” и циклами эпох смены “технологических укладов, или технологических революций” [3], для которых характерны скачкообразные изменения и переходы при освоении новых наборов инновационных технологий и при затяжных разрушительных войнах и кризисах [2].

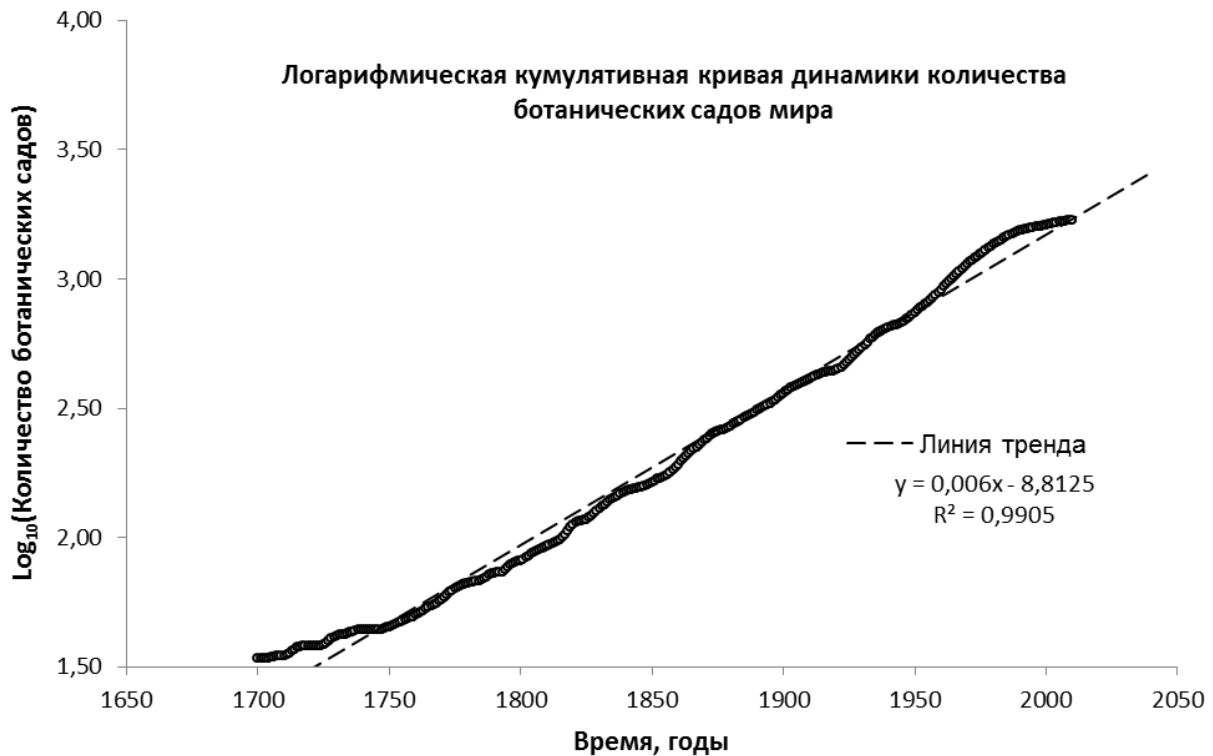


Рисунок 2 – Динамика изменения количества ботанических садов мира, представленная в полулогарифмических координатах для периода 1700-2011 гг.



Рисунок 3 – Динамика долгопериодных трендов колебательного изменения скорости прироста количества ботанических садов мира, выявляемая с помощью фильтрации данных (методами укрупнения интервалов и скользящей средней с 3-точечным сглаживанием) с отображением общего экспоненциального тренда аналитическим выравниванием простой экспоненциальной функцией (тонкая пунктирная линия). Жирной пунктирной линией обозначен вероятностный прогноз на период после 2010 года при условии сохранения выявленных трендов

Как видим на рис. 3, особенно сильным был прирост в возникновении новых БС в период 1945-1990 гг., совпадающий с периодом крупнейшей в истории научно-технической революции второй половины 20 века. А последующий сильный спад, начиная с 1990 и до 2010 г., отражает резкое уменьшение скорости создания новых БС, то есть стагнацию в их создании, совпавшую с периодом глобального мирового кризиса. Поэтому особый интерес представлял интервал времени вокруг 2010 г. и позднее, который на графике рис.3 предполагает либо продолжение спада, либо возможность переходного периода и возврата синусоидальной тенденции снова к экспоненциальному подъему. Этому интервалу времени в настоящее время уделяется особое внимание в связи с происходящими глобальными изменениями демографии, экономики и в связи со становлением качественно нового набора технологических инноваций при переходе к новому (шестому) «технологическому укладу» в первой половине 21 века [3].

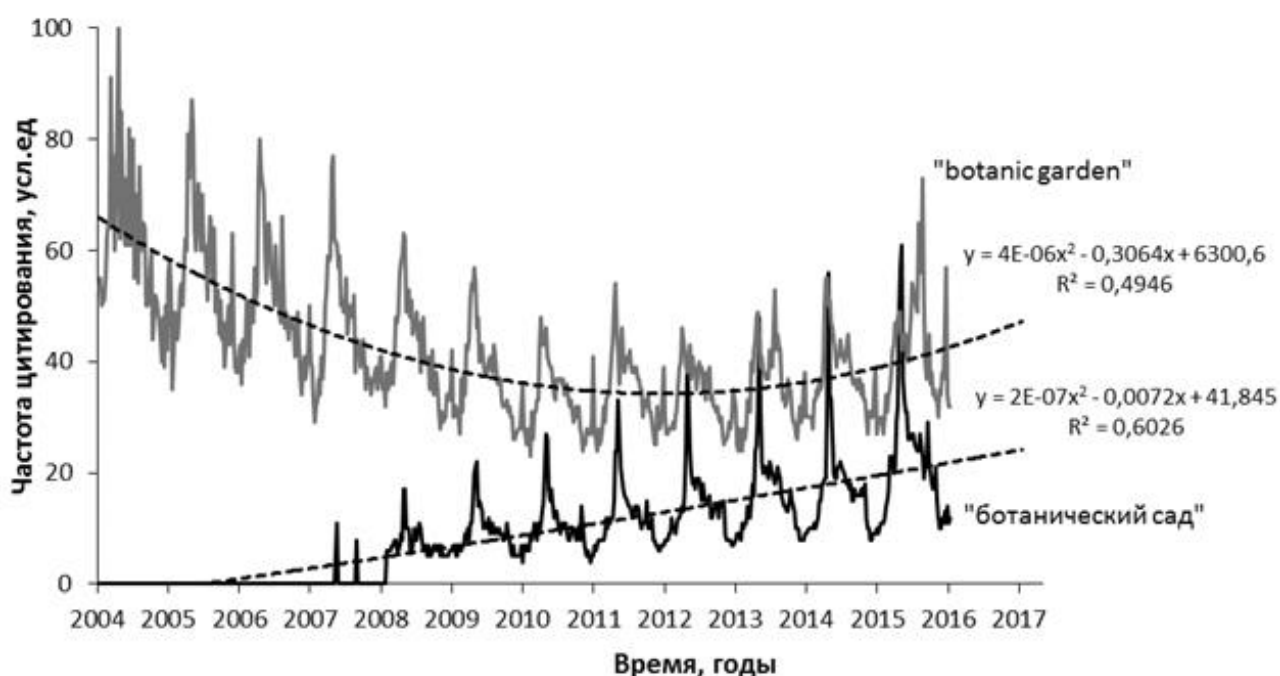


Рисунок 4 – Короткопериодные (сезонные) и долговременные тренды востребованности и интереса к ботаническим садам в период с 2004-2016 гг., выявляемые с помощью анализа рядов динамики еженедельного упоминания и цитирования слов “ботанический сад” и “botanic garden” в русскоязычном и англоязычном секторах Интернета, соответственно, отображаемые с помощью аналитического инструмента Google Trends (<https://www.google.ru/trends/>) и путем фильтрации данных с помощью сглаживания простыми функциями. Повторяющиеся из года в год короткопериодные тренды отражают внутригодовые сезонные колебания относительно общих долговременных трендов

Учитывая генеральный тренд возрастания числа БС в изучаемом временном ряду (рис. 1), а также долгопериодные волны трендов синусоидальной формы и соответствующую аналитическую экспоненциальную кривую их общего тренда (рис. 3), можно прогнозировать (экстраполировать) гипотетическое развитие уровней изучаемого временного ряда в будущем. На

основе этих фактов можем предположить, что после периода стагнации 1990-2010 годов, очевидно, следует ожидать не спад, а новый подъем в создании новых БС с возвратом к ходу генерального тренда при условии сохранения основных условий и социально-экономических трендов в мире. Этот прогноз на период после 2010 года обозначен жирной пунктирной линией на рис.3.

Для проверки этого гипотетического предположения и прогноза использовали новый аналитический инструмент Google Trends на базе новых информационных технологий, позволяющий обнаруживать мировые тренды с помощью отражения во времени темпов изменения востребованности и социально-экономического интереса к БС со стороны бизнеса и населения мира. На графиках рис. 4 видно, что для русскоязычного и англоязычного секторов Интернета характерны сходные по динамике короткопериодные внутригодовые колебания с характерными традиционными сезонными резкими скачками. Также видно, что общий тренд в англоязычном мире сначала снижался, а затем стал достоверно и устойчиво возрастать, начиная с 2012-2013 годов. А в русскоязычном мире устойчивый тренд интереса к теме “ботанических садов” почти линейно возрастал, начиная с 2008 года. Следовательно, эти факты не косвенно, а прямо свидетельствуют, что в ближайшие годы следует ожидать усиления интереса к БС и их востребованности как в англоязычном, так и в русскоязычном мире. Эти данные подтверждают наше предположение (рис. 3) о начинающемся процессе переходе от стагнации к росту количества БС в мире после 2012-2015 гг.

Выводы. 1. Рассмотренный временной ряд становления и истории мировой системы БС, в котором обнаружен глобальный тренд в виде S-образного роста их количества, охватывает диапазон времени, в который, по существу, входит основная часть истории бурного развития цивилизованного человечества за последние 500 лет. Историю возникновения ботанических садов как уникальных изобретений человечества преимущественно описывали не количественно, а качественно как стихийную череду событий и процессов в области введения в культуру экономически значимых ресурсов растений. Одновременно БС являлись местами сосредоточения экологических ресурсов [7], включая растения и междисциплинарные технологии их использования, а также служили многофункциональными научно-просветительскими и антикризисными инструментами воздействия на окружающую среду и на сообщества людей [13]. Исторические исследования развития БС мира показывают, что они являются довольно консервативными и устойчивыми структурами, сохраняющими вековые традиции использования ресурсов растений. Ускоряющееся цивилизационное развитие в 19-20 веках в Европе, Азии, а затем в Австралии и Сев. Америке, очевидно, и вызвало обнаруженные нами волны 50-60-летние периодичностью в создания новых БС экономико-ботанического назначения, оказывавших влияние на социально-экономическое развитие и конкурентоспособность городов и стран-обладателей [9, 10, 12]. Бурное развитие науки и технологий в промышленности и энергетике, создание и разработка новых строительных материалов, становление рынка и массового товарного производства, расширение доступного образования и публичного

просвещения не могли не оказать положительного воздействия на ресурсы БС. Поэтому логика развития и волнообразного увеличения количества БС, также должны были стимулировать внедрение самых современных технологий и материалов во многом благодаря их принадлежности к прогрессивной системе университетов и научных институтов и благодаря поддержке со стороны публики и успешного предпринимательства [6]. Поэтому не случайным кажется сходство обнаруженных долгопериодных колебаний БС с социально-экономическими “длинными волнами Н.Д. Кондратьева” и эпохами смены “технологических укладов” [2, 3].

2. Отдельный интерес представляет прогноз, что, начиная с 2012-2015 годов, происходит переход к увеличению востребованности и к ускоряющейся модернизации БС мира с тенденцией глобального увеличения их количества.

3. Результаты настоящего исследования и прогноз на ближайшую перспективу, а также более детальные исследования ресурсов БС в связи с демографией, экономикой и экологией, несомненно, позволят обосновать и развить систему мер для опережающего инновационного развития и модернизации БС в процессе перехода к новому (шестому) “технологическому укладу” в первой половине 21 века [1]. Это, безусловно, позволит улучшить вклад БС России и мира в социально-экономическое развитие и рациональное природопользование, совпадающий с переходом к очередной научно-технической революции одновременно с вовлечением большего числа стран и регионов в “гонку” по созданию многофункциональных ботанических садов.

Благодарности. Автор благодарит Diana Wyse-Jackson (Missouri Botanic Garden, USA) и Abby Hird (BGCI, U.K.) за предоставление доступа к базе данных BGCI, а также особенно благодарит Т.Л.Ащепкова (IBM, USA) за помощь и ценные советы при автоматизации выборки и обработки исходных материалов из базы данных BGCI. За поддержку и за критические замечания при сборе данных и за обсуждение настоящей темы автор приносит искреннюю благодарность следующим коллегам: Е.Н.Кузевановой, А.Н.Матвееву, С.В.Сизых (Иркутск), А.А.Прохорову (Петрозаводск), Л.Я.Ащепковой (Калгари, Канада), P.Wyse Jackson (St.Louis, USA), K.Jarantoski (Chicago, USA). Настоящая работа выполнена в рамках “Программы стратегического развития Иркутского государственного университета, 2012-2015 гг.”, а также в рамках целевой субсидии в 2015 г. по развитию ботанических садов как уникальных объектов высшей школы России при поддержке федеральной целевой программы Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Глазьев С.Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса / С.Ю. Глазьев – М.: Экономика, 2010 – 287 с. URL <http://www.glazev.ru/upload/iblock/447/447bb80990661122507cb60abd78adb0.pdf> Доступ 18.01.2016
2. Глазьев С.Ю. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов / С.Ю. Глазьев // Вопросы экономики, 2009. – № 3. – С. 26-38.
3. Глазьев С.Ю. Современная теория длинных волн в развитии экономики / Глазьев С.Ю. // Экономическая наука современной России. – 2012. – №2 (57). – С. 8-27
4. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев – М.: Наука, 1984. – 424 с.
5. Кузеванов В.Я. Ботанические сады как экологические ресурсы в глобальной системе социальных координат / В.Я. Кузеванов // Ландшафтная архитектура. Дизайн. – 2010. – Т. 29.

– № 2. – С. 7-11, [http://bogard.isu.ru/articles/2010_lad/lad_2_2010.pdf]

6. Кузеванов В.Я. Ботанические сады как экологические ресурсы развития цивилизации / В.Я. Кузеванов // Ботанические сады. Проблемы интродукции // Тр. Томского ГУ. Серия Биологическая. – 2010. – С. 218-220.

7. Кузеванов В.Я. К определению термина экологические ресурсы / В.Я. Кузеванов, Н.А. Никулина // Вестник КрасГАУ, 2016. – № 5. – С. 1-10.

8. Теория статистики: Учебник / Под ред. Г.Л. Громыко – М.: ИНФРА-М, 2005. – 476 с.

9. Forbes S. How botanic gardens changed the world / S. Forbes // In: Proceedings of the History and Future of Social Innovation Conference. Hawke Research Institute for Sustainable Societies, University of South Australia, 2008. – P. 1-6. URL <http://w3.unisa.edu.au/hawkeinstitute/publications/social-innovation/forbes.pdf> Доступ 18.01.2016.

10. Golding J. Species-richness patterns of the living collections of the world's botanic gardens: a matter of socio-economics? / J. Golding, S. Güsewell, H. Kreft, V.Y. Kuzevanov, S. Lehvävirta, I. Parmentier, M. Pautasso // Annals of Botany, 2010. – Vol. 105, N 5. – P. 689-696. – URL: http://bogard.isu.ru/articles/2010_annbot/Golding_et_al_2010_AnnBot.pdf Доступ 18.01.2016.

11. How does Google Trends work? URL https://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Trends Доступ 18.01.2016.

12. Kuzevanov V.Ya. Botanic gardens resources: tangible and intangible aspects of linking biodiversity and human well-being / V.Ya. Kuzevanov, S.V. Sizykh // Hiroshima Peace Science, 2006. – No. 28. – P. 113–134. – URL: http://bogard.isu.ru/articles/hiroshima/kuzevanov_jpc2006.pdf Доступ 18.01.2016.

13. Kuzevanov V.Ya. Botanic gardens as world ecological resources for innovative technological development. / V.Ya. Kuzevanov, E.V. Gubiy // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2014. – Т. 10. – С. 73-81. URL http://elib.library.isu.ru/docs/biolog/p2819-01_E1_13591.pdf Доступ 18.01.2016.

14. Wyse Jackson P.S. Experimentation on a large scale – an analysis of the holdings and resources of botanic gardens / P.S. Wyse Jackson // BGCI News, Richmond, UK, Botanic Gardens Conservation International, 1999. – Vol. 3, N 3. – P. 53-72. – URL: <http://www.bgci.org/resources/article/0080> Доступ 18.01.2016.

References

1. Glaz'ev S.Yu. *Strategija operezhajushhego razvitija Rossii v uslovijah global'nogo krizisa* [Strategy of Russia's accelerated development in the global crisis]. Moscow, 2010, 287 p. URL <http://www.glazev.ru/upload/iblock/447/447bb80990661122507cb60abd78adb0.pdf> Access 18.01.2016

2. Glaz'ev S.Yu. *Sovremennaja teorija dlinnyh voln v razvitii ekonomiki* [Modern theory of long waves in economical development]. *Ekonomicheskaja nauka sovremennoj Rossii*. 2012, no.2, (57), pp.8-27.

3. Glaz'ev S.Yu. *Mirovoj ekonomicheskij krizis kak process smeny tehnologicheskikh ukladov* [World economical crisis as process of changes of technological formations]. *Voprosy ekonomiki*, 2009, no. 3, pp. 26-38.

4. Zajcev G. N. *Matematicheskaja statistika v eksperimental'noj botanike* [Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow, 1984, 424 p.

5. Kuzevanov V. Ya. *Botanicheskie sady kak ekologicheskie resursy v global'noj sisteme social'nyh koordinat* [Botanic gardens as ecological resources in a global system of social coordinates]. *Landshaftnaja arhitektura. Dizajn*, 2010, vol. 29, no. 2, pp. 7-11, [http://bogard.isu.ru/articles/2010_lad/lad_2_2010.pdf]

6. Kuzevanov V.Ya. *Botanicheskie sady kak ekologicheskie resursy razvitija civilizacii* [Botanic gardens as ecological resources for the civilization development]. *Trudy Tomskogo gos. universiteta. Serija Biologicheskaja*, 2010, pp. 218-220.

7. Kuzevanov V.Ya., Nikulina N.A. *K opredelinyu termina ekologicheskie resursy* [Towards the

definition of the “ecological resources”]. Vestnik KrasGAU, 2016, no. 2, pp. 1-10.

8. *Teorija statistiki* [Theory of statistics]. Moscow, 2005, 476 p.

9. Forbes S. *How botanic gardens changed the world*. In: Proceedings of the History and Future of Social Innovation Conference. Hawke Research Institute for Sustainable Societies, University of South Australia, 2008, pp. 1-6. URL <http://w3.unisa.edu.au/hawkeinstitute/publications/social-innovation/forbes.pdf> Access 18.01.2016.

10. Golding J. et al. *Species-richness patterns of the living collections of the world's botanic gardens: a matter of socio-economics?* Annals of Botany, 2010, vol. 105, no. 5, pp. 689-696. – URL: http://bogard.isu.ru/articles/2010_annbot/Golding_et_al_2010_AnnBot.pdf Access 18.01.2016.

11. How does Google Trends work? URL https://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Trends Access 18.01.2016.

12. Kuzevanov V.Ya., Sizykh S.V. *Botanic gardens resources: tangible and intangible aspects of linking biodiversity and human well-being* // Hiroshima Peace Science, 2006. – no. 28. – pp. 113-134. – URL: http://bogard.isu.ru/articles/hiroshima/kuzevanov_jpc2006.pdf Access 18.01.2016.

13. Kuzevanov V.Ya., Gubiy E.V. *Botanic gardens as world ecological resources for innovative technological development*. Proceedings of the Irkutsk State University. Series: Biology. Ecology. 2014, vol. 10, pp. 73-81. URL http://elib.library.isu.ru/docs/biolog/p2819-01_E1_13591.pdf Access 18.01.2016.

14. Wyse Jackson P.S. *Experimentation on a large scale – an analysis of the holdings and resources of botanic gardens*. BGC I News, Richmond, UK, Botanic Gardens Conservation International, 1999. – vol. 3, no 3. pp. 53-72. – URL: <http://www.bgci.org/resources/article/0080> Access 18.01.2016.

Сведения об авторе:

Кузеванов Виктор Яковлевич – кандидат биологических наук, научный руководитель Ботанического сада. Иркутский государственный университет (664003, Россия, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5, тел. 89149279139, e-mail victor.kuzevanov@gmail.com).

Information about the author:

Kuzevanov Victor Ya. – PhD, Scientific Director of the Botanic Garden. Irkutsk State University (664003, Russia, Irkutsk, Sukhbaatar Street, 5, tel 89149279139, e-mail: victor.kuzevanov@gmail.com).

УДК 574.3

ГРЫЗУНЫ (*Rodentia* Bowdich, 1821) СЕМЕЙСТВА ХОМЯКОВЫЕ (*Cricetidae* Fischer, 1817) ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ (Сообщение второе Подсемейство Хомячиные *Cricetinae* Murray, 1866)

¹Е.А. Литвинова, ²М.Н. Литвинов

¹Дальневосточный федеральный университет, г. Уссурийск, Россия

²Заповедник “Уссурийский” ДВО РАН, г. Уссурийск, Россия

В настоящей работе представлены некоторые особенности экологии и биологии грызунов семейства Хомяковые, подсемейства Хомячиные *Cricetinae* Murray, 1866 Южного Приморья, имеющие эпизоотическое значение. Материалом послужили наблюдения за численностью, образом жизни, генеративным состоянием грызунов в Уссурийском, Октябрьском, Михайловском районах Приморья в течение 2000-2013 гг. Отлов грызунов, вскрытие и раскопка нор проводились по стандартным методикам. Всего отловлено 343

грызуна двух видов: барабинский хомячок – *Cricetulus barabensis* (Pallas, 1773) и крысовидный хомячок – *Tscherskia triton* (deWinton, 1899) и раскопано 38 нор. Определены места их обитания, рассмотрены вопросы, связанные с размножением, питанием и динамикой численности. Описаны строения убежищ.

Ключевые слова: грызун, хозяин, генерация, убежища, численность, биотоп, ловушки, размножение.

**RODENTS (Rodentia Bowdich, 1821) OF HAMSTERS BLOODLINE (Cricetidae Fischer, 1817) IN THE SOUTHERN AREA OF PRIMORSKY TERRITORY
(Second report Hamsters Subfamily Cricetinae Murray, 1866)**

¹Litvinova E.A., ²Litvinov M.N.

¹Far Eastern Federal University, Ussuriysk, Russia

²Nature reserve “Ussuriyski” FEB RAS, Ussuriysk, Russia

In this paper we present some features of the ecology and biology of rodents of Hamster family, Hamster subfamily Cricetinae Murray, 1866 in the Southern Primorye with epizootic significance. The material was made of the observations of the number, lifestyle, generative state of rodents in the Ussuriysk, October, Mikhailovsky districts of Primorye during the 2000 - 2013. Trapping rodents, opening and excavations of holes were realized according to the standard methods. Overall 343 rodents of two species were trapped: Barabinsk hamster - *Cricetulus barabensis* (Pallas, 1773) and ratlike hamster - *Tscherskia triton* (deWinton, 1899) and 38 holes were excavated. Their habitats were determined, the issues with reproduction, nutrition and population dynamics were considered. The structure of the shelters were described.

Key words: rodent, host, generation, shelters, number, biotope, traps, reproduction.

Грызуны подсемейства хомяковые представляют особую группу зимоспящих грызунов Приморского края. Они играют определённую роль в эпизоотических процессах: имея довольно глубокие норы и оставаясь в них в течение всего года, грызуны являются постоянными прокормителями эктопаразитов, обитающих на грызунах и в их гнёздах.

Цель настоящей работы – обобщение и анализ сведений, касающихся биологических и экологических особенностей грызунов семейства Хомяковые Южного Приморья (подсемейство Хомячьиные).

Материалом для настоящей работы послужили наблюдения за численностью, образом жизни, генеративным состоянием грызунов в Уссурийском, Октябрьском, Михайловском районах Приморья в течение 2000-2013 гг. Отлов грызунов, вскрытие и раскопка нор проводились по стандартным методикам.

Всего отловлено 343 грызунов двух видов: барабинский хомячок – *Cricetulus barabensis* Pall., 1773 и крысовидный хомячок – *Tscherskia triton* de Winton, 1899 и раскопано 38 нор.

Результаты исследований. Барабинский хомячок – *Cricetulus barabensis* Pall., 1773. Ареал вида охватывает степные и лесостепные ландшафты Западной Сибири, Монголии, Китая и северную часть Корейского полуострова. В Россию ареал заходит отдельными “языками” от р. Обь на западе до Приморья на востоке. Один из таких языков захватывает территорию юга Приморья. Оптимальными для вида биотопами на юге Приморья являются остепненные луга Уссурийско-Приханкайской низменности на территории Пограничного,

Октябрьского, Уссурийского, Ханкайского, Хорольского и Спасского районов. Нередки встречи барабинского хомячка на побережье оз. Хасан в Хасанском районе, а периферийные участки ареала захватывают территорию долин крупных рек на севере края. Предпочитаемые местообитания этого вида приурочены в настоящее время к залежным землям и окраинам полей с высоким процентом участия в составе травостоя сорных растений [2, 7, 8, 9].

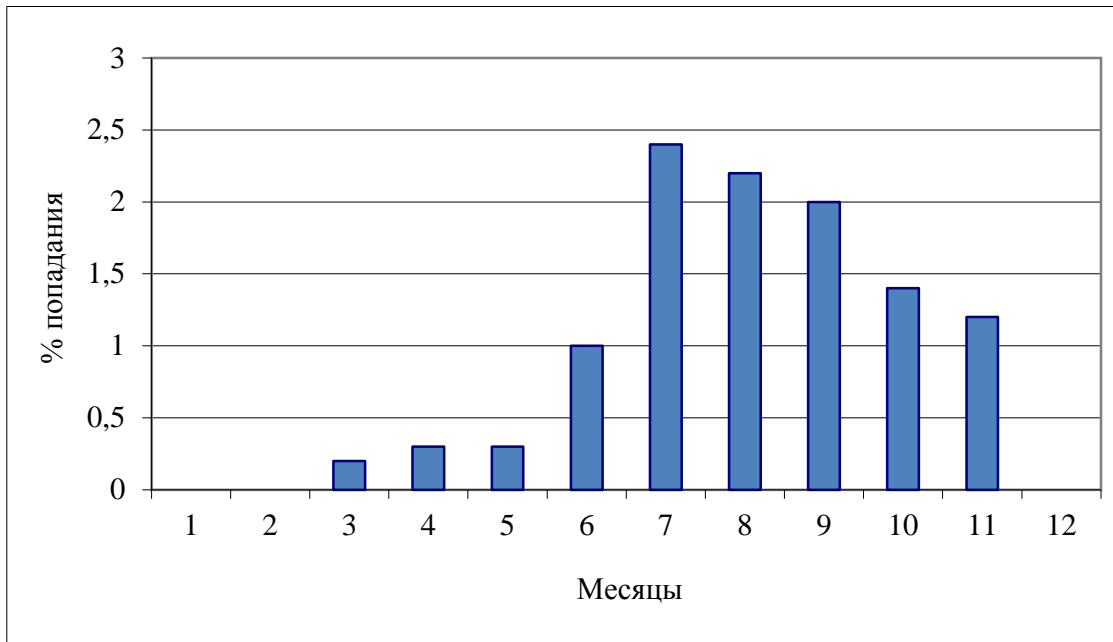


Рисунок 1 – Сезонная динамика численности барабинского хомячка (в % попадания) по среднеголетним данным (2000 -2013 гг.)

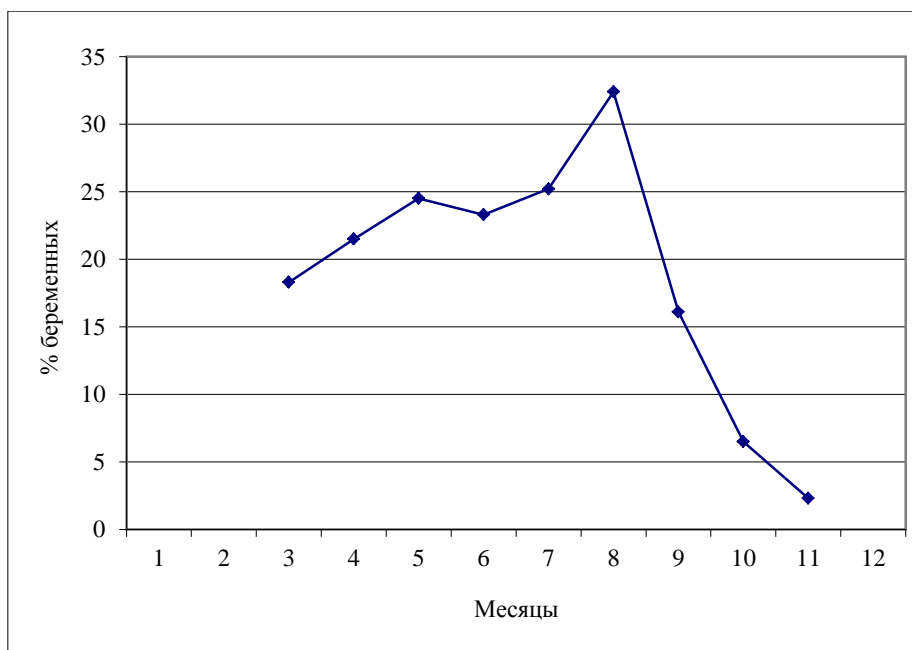


Рисунок 2 – Сезонная динамика размножения (% беременных самок) барабинского хомячка по среднеголетним данным (2000 -2013 гг.)

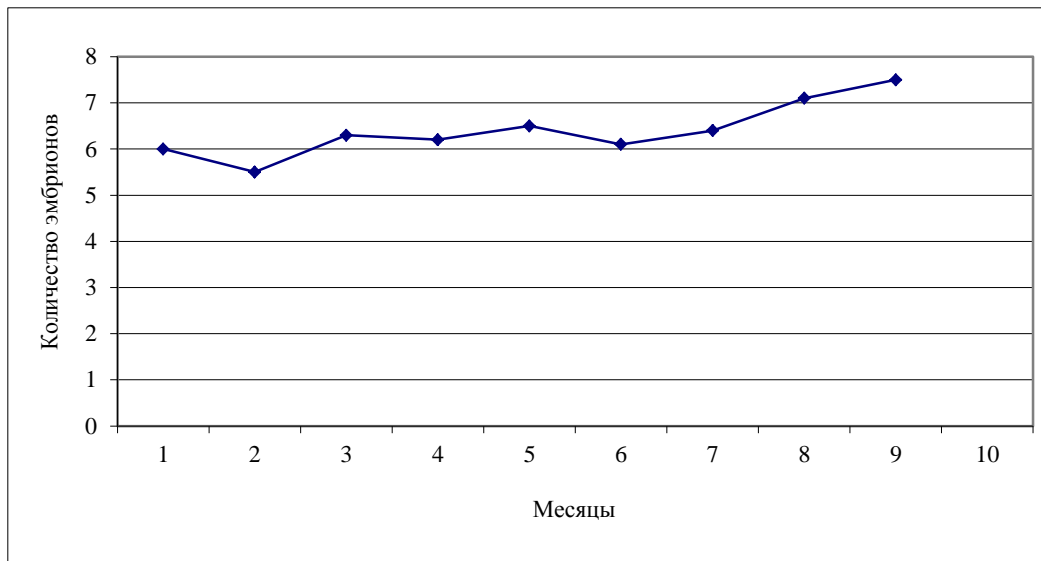


Рисунок 3 – Среднее число эмбрионов на самку барабинского хомячка по среднегодовым данным (2000 -2013 гг.)

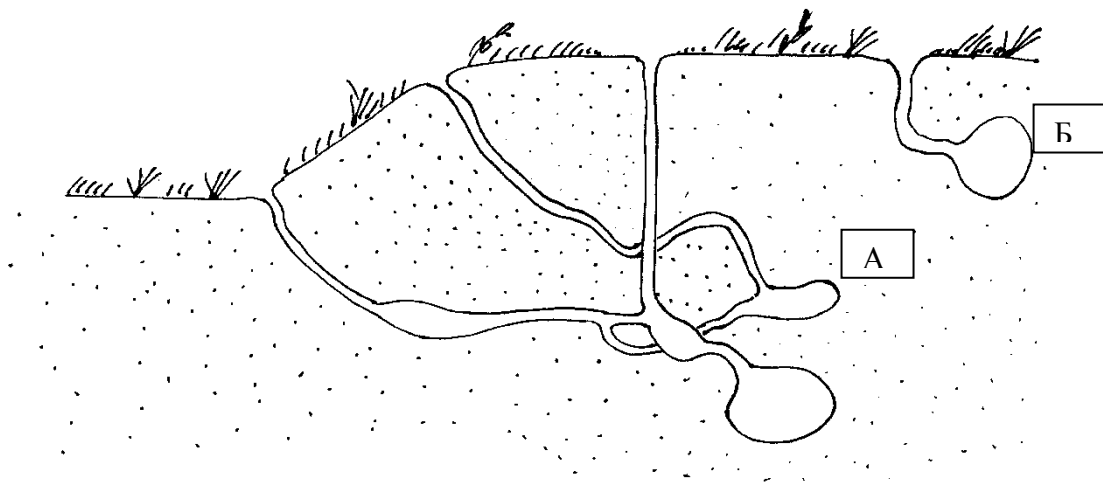


Рисунок 4 – Схемы строения постоянной (А) и временной (Б) нор барабинского хомячка: Г – гнездо; К– кладовая (рисунок автора)

Основу питания барабинского хомячка составляют семена дикорастущих злаков и бобовых, причем даже вблизи полей предпочтение отдается именно дикорастущим [2]. В ранневесенний период, когда запасы семян снижаются, в питании отмечено присутствие зеленых частей растений. Животные корма постоянно присутствуют в рационе хомячков, но только как добавление к зерновым. В норах хомячков осенью можно обнаружить запасы семян до 0.5-0.7 кг. Семена в нору переносятся в защитных мешках.

Активность у хомячков, в основном, сумеречная и ночная, только молодые зверьки появляются на поверхности днем. Осенью активность зверьков резко снижается, зимой наблюдается кратковременная спячка. Численность

барабинского хомячка обычно не превышает 8-10% попадания в дилки даже в годы относительно высокой численности. Указанная В.А. Костенко [2] численность до 60% попадания нами ни разу не отмечалась. В годы депрессии хомячки не регистрируются с помощью стандартных методик отлова вовсе. По данным В.А. Нестеренко[3], для популяций этого вида в Приморье характерны циклические колебания численности: плавное её нарастание в течение 1-3 лет – пик – понижение за 1-2 года – депрессия. Среднемноголетние данные по численности представлены на рисунке 1.

В условиях юга Приморья, по нашим наблюдениям, размножение хомячка продолжается около семи месяцев. Первые беременные самки отмечались в начале марта, последние – в конце октября, начале ноября. Среднее число эмбрионов на одну самку 6.6 (от 2 до 14, чаще 4-8). За сезон размножения взрослые самки приносят два-три приплода, молодые самки первого выводка иногда успевают принести один помет, хотя обычно приступают к размножению только на следующий год (рис. 2, 3).

Норы барабинского хомячка имеют ряд общих особенностей (рис. 4). Диаметр входов и ходов в норах 3.5-4 см, глубина залегания летнего гнезда 35-40 см. Нора обычно имеет 3-4 вертикальных выхода, гнездовую камеру и до пяти слепых отнорков. Гнездо состоит из листьев злаков и полностью заполняет гнездовую камеру. Кроме гнездовой норы, на участке обитания обычно есть временные, имеющие один вертикальный вход и заканчивающиеся камерой или коротким горизонтальным ходом, или убежища, расположенные под пластами земли, или подобными укрытиями. Для устройства зимовочных гнезд норы углубляются, устраивается второй более глубокий ярус ходов, гнездо располагается на глубине до одного метра, температурный режим гнезд представлен в таблице. Рядом с гнездом 2-3 расширенных отнорка заполняются запасами, часто от кладовой прорывается вертикальный ход на поверхность.

Таблица – Температура (в° С) в гнездах хомячков, в зависимости от сезона года и наличия хозяина

№	Вид хозяина гнезда	Сезон	Глубина залегания гнезда в с	Температура почвы на глубине залегания	Температура наружного воздуха	Температура присутствии хозяина*	Температура отсутствия хозяина **
1	Барабинский хомячок	Лето	30-60	15-17	22-24	19-20	18
		Зима	-	-8	-17,5	8-10	-10
2	Крысовидный хомячок	Лето	70-150	10-12	22-24	18-20	14-16
		Зима	-	-3,5	-10,5	8-10	-5,5

* сразу после ухода зверька

** в нежилых гнёздах

Крысовидный хомячок – *Tscherskia triton* (de Winton, 1899). На территорию Приморья заходит только северо-восточный участок ареала данного вида, охватывающий Восточный и Северо-восточный Китай. В южной

части Приморья крысовидный хомячок заселяет равнинные части Приханкайской низменности и отдельные участки в южной части Хасанского района. Это в основном зона сельскохозяйственного освоения с фрагментами остепненных лугов, кустарниковых зарослей и осоково-вейниковых лугов. Отсюда крысовидный хомячок проникает во вторичные дубняки. В связи с тем, что для хомячков характерно строительство достаточно сложных и глубоких нор, использующихся не один год, его поселения в сельскохозяйственно освоенной зоне приурочены к межам, оврагам и другим неудобьям или окраинам полей. В зоне рисосеяния хомячок нередко заселяет валы оросительной системы. Следует отметить, что численность этого грызуна, даже в оптимальных биотопах, редко превышает 3-4% попадания в ловушки, а на сельскохозяйственных землях и вторичных дубняках не выше 0.5-1% (рис. 5).

Размножение крысовидных хомячков регистрировалось с середины апреля по конец октября (рис. 6). За год самка приносит обычно два приплода, состоящие в среднем из 6.8 детенышей (судя по плацентарным пятнам от 3 до 14 детенышей), (рис. 7). А.М. Колосов [1], со ссылкой на В.В. Шкилева[6], указывает, что число эмбрионов может достигать 24.

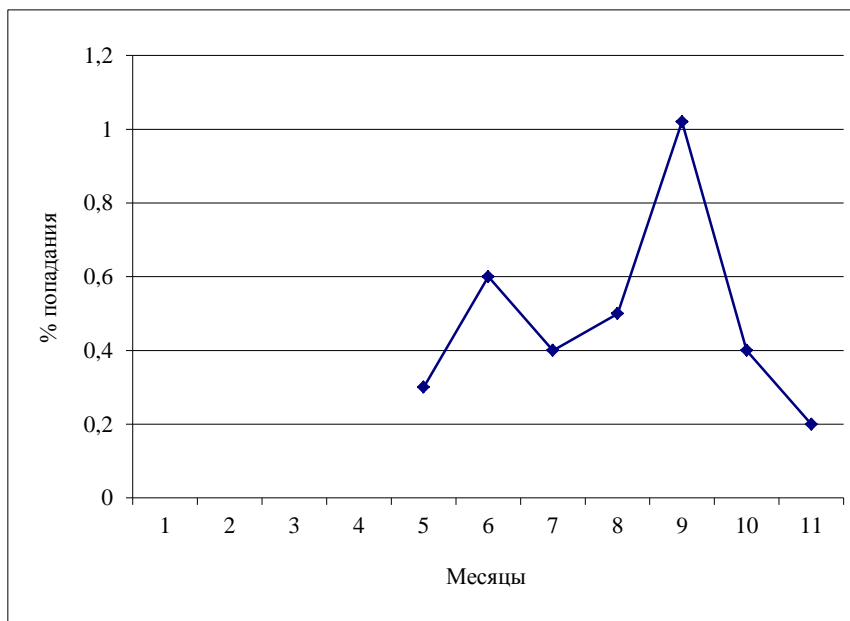


Рисунок 5 – Сезонная динамика численности крысовидного хомячка (в % попадания) по среднеголетним данным (2000 -2013 гг.)

Часть самок успевают принести за сезон размножения три помета, а молодые самки первого выводка один помет.

Хомячки ведут преимущественно сумеречный образ жизни. До сих пор считалось, что зимой они не покидают свои гнезда, однако мы находили черепа крысовидных хомячков в погадках зимняка – *Buteo lagopus* в феврале [3]. Зимний сон неглубокий, так как к весне большая часть запасов съедается. Весной на поверхности хомячки появляются в конце марта – начале апреля, а на зимовку уходят до установления снежного покрова в ноябре.

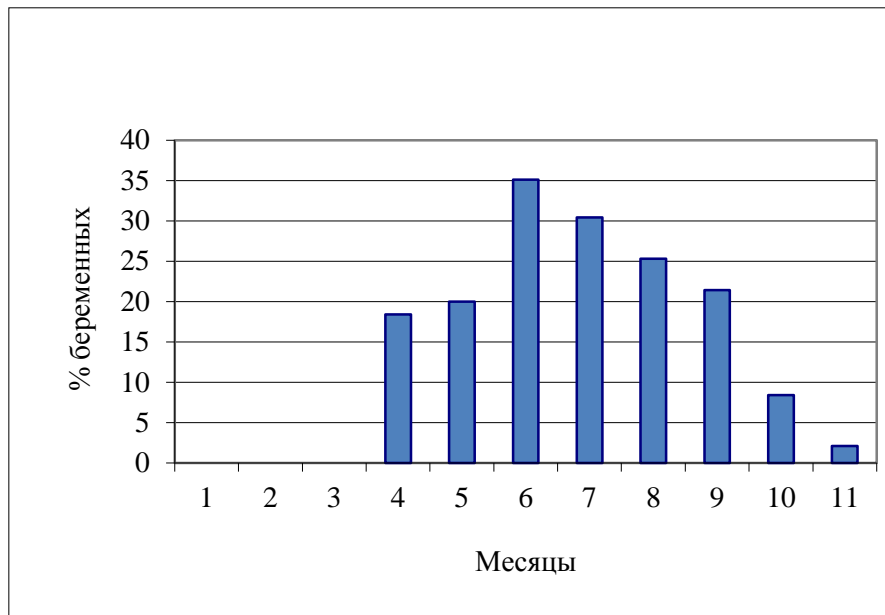


Рисунок 6 – Сезонная динамика размножения (% беременных самок) крысовидного хомячка по среднемноголетним данным (2000 -2013 гг.)

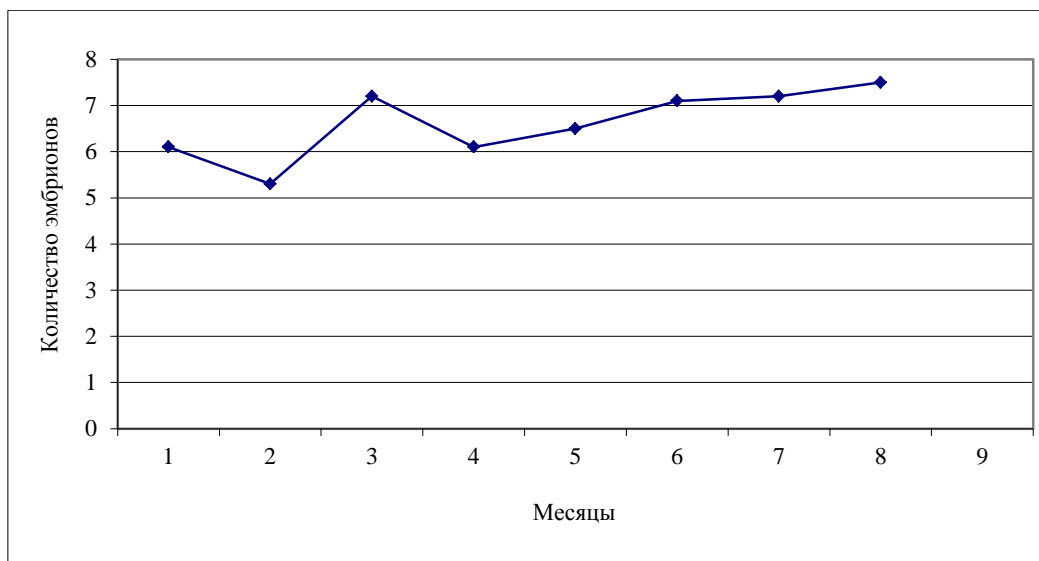


Рисунок 7 – Среднее число эмбрионов на одну самку крысовидного хомячка по среднемноголетним данным (2000 -2013 гг.)

Как и все хомяки, крысовидный хомячок является типичным зерноядным грызуном. Семена различных диких и культурных растений составляют основу его питания в течение всего года. Семена в нору, от мест кормления, переносятся в защитных мешках. Наибольшее расстояние, на котором обнаружены норы с запасами от полей, где возделываются найденные культуры – 800 м [2]. В кладовых хомячков размеры запасов могут достигать 8-10 кг [5], причем предпочтение оказывается семенам сои, кукурузы и подсолнечника. В раскопанных нами норах самые большие запасы составляли 1.3 кг (в сентябре 1989 года в норе, расположенной на краю соевого поля) и состояли из семян сои. Весной до созревания семян в пищу нередко используются зеленые части

растений. В исследованных желудках обычно присутствуют в небольшом количестве корма животного происхождения, в частности, остатки хитина насекомых.

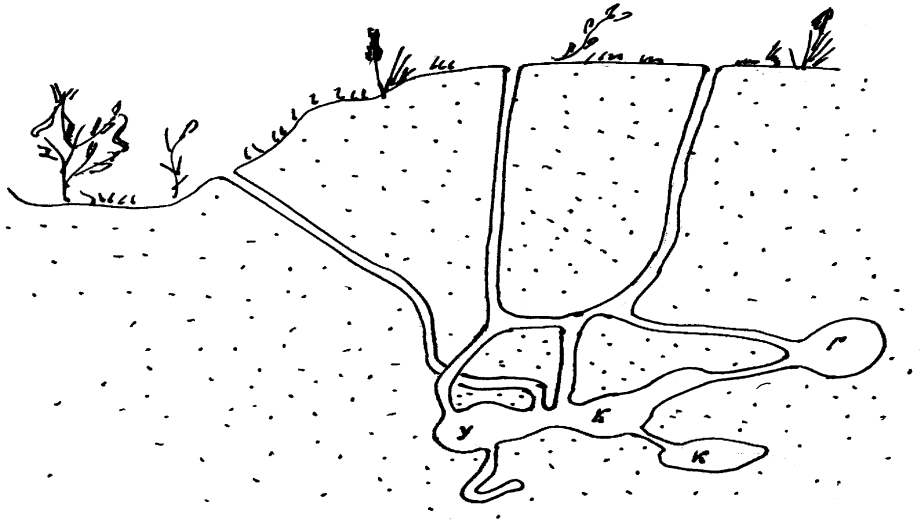


Рисунок 8 – Схема строения норы крысовидного хомячка

Условные обозначения: К – кладовая; У - уборная; Г – гнездовая камера (рисунок автора)

Крысовидный хомячок строит сложные норы. Анализ раскопанных нами нор показал, что они имеют следующие общие черты (рис. 8). Обычно на возвышенности мезорельефа располагается главный (основной) вход, который имеет диаметр 5-5.5 см и направлен вертикально вниз на глубину 40-60 см, откуда начинается извилистая система ходов. Гнездо одно диаметром 25-30 см, расположено на глубине 60-150 см, на пересечении нескольких ходов. В норе имеются от 4 до 9 глухих отнорков, которые используются как кладовые, и до 7 запасных выходов, часть которых закрыта короткими земляными пробками. Само гнездо состоит из листьев и стеблей травянистых растений. В гнездах весь год поддерживается микроклимат, благоприятный для блох. Температура в гнезде в марте 12-15 °С, а в августе – 18-20 °С. Зимой температура не опускается ниже 3-6 °С (таблица).

Выводы. 1. В Приморском крае обитает два вида хомячков: даурский хомячок и крысовидный хомячок. Крысовидный хомячок является эндемиком.

2. Хомячки ведут сумеречный образ жизни и являются типично зерноядными видами.

3. Кладовые хомячков к зиме заполняются семенами злаков, а в гнездовых камерах крысовидного хомячка могут быть семена подсолнечника, сои, кукурузы.

4. Зимой хомячки впадают в кратковременную спячку.

5. Период размножения у обоих видов составляет около семи месяцев с марта – апреля по октябрь.

6. Самки хомячков приносят 2-3 помёта за год по 4-8 детёнышей в каждом.

7. В норах хомячков имеются кладовая и гнездовая камеры, а в убежище крысовидного хомячка также имеется уборная.

Список литературы

1. Колосов А.М. Зоогеография Дальнего Востока / А.М. Колосов – М: Наука, 1980. – 205 с.
2. Костенко В.А. Грызуны (*Rodentia*) Дальнего Востока России / В.А. Костенко – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 207 с.
3. Литвинов М.Н. Зависимость эпизоотического потенциала очага лептоспироза от структуры популяции и численности основного носителя / М.Н. Литвинов // Эпизоотология, эпидемиология, средства диагностики, терапии и специфической профилактики инфекционных болезней, общих для человека и животных // Львов: Книжн. изд-во, 1988. – С. 183-194.
4. Нестеренко В.А. Специфичность динамики численности трех видов грызунов Приморского края / В.А. Нестеренко // Экология. – 1986. – № 5. – С. 43-48.
5. Никитин В.П. Грызуны Дальнего Востока / В.П. Никитин // Вопросы географии Дальнего Востока // Хабаровск: Книжн. изд-во, 1955. – № 2. – С. 74-76.
6. Шкилев В.В. Новые данные по биологии крысовидного хомячка / В.В. Шкилев // Известия ИПЧИ. – 1957. – С. 114-124.
7. Шкилев В.В. Материалы по размножению даурского хомячка в Приморском крае (Дальний Восток) / В.В. Шкилев // Докл. ИПЧИ. – 1962. Вып. 3. – С. 125-127.
8. Шкилев В.В. О плодовитости даурских хомячков в Приморском крае (Дальний Восток) / В.В. Шкилев // Известия ИПЧИ. – 1963. – Т. 25. – С. 296-300.
9. Шкилев В.В. Численность даурских хомячков и причины её изменений в Приморском крае / В.В. Шкилев // Владивосток: ИЭМГ, 1965. – С. 41-42.

References

1. Kolosov A.M. *Zoogeografia Dalnego Vostoka* [Zoogeography of the Far East]. Moscow, 1980. 205 p.
2. Kostenko V.A. *Grezunue (Rodentia) Dalnego Vostoka Rossii* [Rodents (*Rodentia*) of the Russian Far East]. Vladivostok, 2000, 207 p.
3. Litvinov M.N. *Zavisimost epizooticheskogo potenciala ochaga leptospiroza ot strukturu populyacii I chislennosti osnovnogo nositelya* [The dependence of the epizootic potential of leptospirosis core area on the structure of the population and number of the main carrier]. Lyeov, 1988. p. 183-194.
4. Nesterenko V.A. *Specifichnost dinamiki chislennosti trioch vidov grezunov Primorskogo kraya* [The specificity of the population dynamics of three species of rodents of the Primorsky Territory] *Ecologia* [Ecology], 1986, no. 5, pp. 43 – 48.
5. Nikitin V.P. *Grezone Dalnego Vostoka* [Rodents of the Far East]. Chabarovsk, 1955, no. 2, pp. 74-76.
6. Shkilyov V.V. *Novue dannue po biologii ikruesovidnogo homyachka* [New data on the biology of ratlike hamster]. *Izvestia Irkutskogo protivochumnogo instituta* [News of Irkutsk Anti-Plague Institute], 1957, pp. 114-124.
7. Shkilyov V.V. *Materialu po razmnojeniyu daurskogo chomyachka v Primorskomkraye (Dalnyi Vostok)* [Materials on striped hamster breeding in the Primorsky Territory (Far East)]. *Dokladu Irkutskogo protivochumnogo instituta*. [Reports of Irkutsk Anti-Plague Institute]. Chabarovsk, 1962, no. 3, pp. 125 127.
8. Shkilyov V.V. *O plodovitosti Onplodovumost madaurskich chomyachkov v Primorskomkraye (Dalnyi Vostok)* [About fertility of striped hamsters in the Primorsky Territory (Far East)]. *Izvestia Irkutskogo protivochumnogo instituta*. [News of Irkutsk Anti-Plague Institute], 1963, vol. 25, pp. С. 296 – 300.
9. Shkilyov V.V. *Chislennost daurskich chomyachkov I prichinu ee yoizmeneniyi v*

Primorskom kraye [The number of striped hamsters and causes of its changes in the Primorsky Territory]. Vladivostok, 1965, pp. 41-42.

Сведения об авторах:

Литвинов Михаил Нарциссович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. Заповедник “Уссурийский” ДВО РАН (692519, Россия, Приморский край, г. Уссурийск, ул. Некрасова 1, тел. 89149630703, e-mail: litvinovakat@mail.ru).

Литвинова Екатерина Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры естественнонаучного образования школы педагогики. Дальневосточный федеральный университет (692519, Россия, Приморский край, г. Уссурийск, ул. Некрасова 25, тел. 89140772932, e-mail: litvinovakat@mail.ru).

Information about the authors:

Litvinov Mikhail N. – candidate of sciences (biology), senior researcher. Nature reserve “Ussuriyski” FEB RAS (692519, Russia, Primorsky Territory, Ussuriysk, st. Nekrasov 1, tel. 89149630703, e-mail: litvinovakat@mail.ru).

Litvinova Ekaterina A. – candidate of sciences (biology), assistant professor of the department of natural-science education of pedagogy school. Far Eastern Federal University (692519, Russia, Primorsky Territory, Ussuriysk, st. Nekrasov 25, tel. 89140772932, e-mail: litvinovakat@mail.ru).

УДК (57.2)(285.2):574.583

ДИНАМИКА И ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА ПЕЛАГИАЛИ ЮЖНОГО БАЙКАЛА

А.В. Мокрый

Иркутский государственный аграрный университет, г. Иркутск, Россия

В статье рассмотрена сезонная динамика и состав фитопланктона пелагиали Южного Байкала за 1996-2000, 2005 и 2008 гг.. По значениям биомассы к высокопродуктивным относились 1997 и 2000 гг., к среднепродуктивным – 1998 и 1999 гг., к малопродуктивным – 1996, 2005 и 2008 гг.. Динамика биомассы фитопланктона (за исключением 2005 г.) характеризовалась наличием выраженного максимума в период весенней гомотермии, вызванного вегетацией диатомовых водорослей.

Показана структурная сложность фитопланктона пелагиали озера Байкал при отсутствии однозначно доминирующей группы видов и разнообразии сукцессионных циклов. Характер сезонной сукцессии фитопланктона принципиально не изменился по сравнению с предыдущими годами.

Ключевые слова: фитопланктон, Байкал, видовой состав.

DYNAMICS AND SPECIES COMPOSITION OF PHYTOPLANKTON IN SOUTHERN BAIKAL PELAGIC ZONE

Mokry A.V.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article is considered the seasonal dynamics and composition of phytoplankton in Southern Baikal pelagic zone in 1996-2000, 2005 and 2008. According to phytoplankton biomass highly productive years were 1997 and 2000, ordinary productive - 1998 and 1999, low productive - 1996, 2005 and 2008. The dynamics of phytoplankton biomass (except in 2005) was characterized by well-defined peak during spring homothermy caused by vegetation of diatoms.

It is shown that the structural complexity of the pelagic phytoplankton of Lake Baikal is high,

there is no plainly dominant group of species, successional cycles are diverse. The nature of seasonal succession of phytoplankton unchanged compare to previous years.

Key words: phytoplankton, Baikal, species composition.

Фитопланктон является первым звеном трофической цепи и одним из основных продуцентов органического вещества в водоемах. Его структура и функциональные особенности во многом определяют структуру и функционирование водных экосистем в целом. Все изменения в озерных экосистемах прежде всего отражаются на сообществах автотрофных организмов.

Одним из важных показателей, характеризующих стабильность сообщества и степень его приспособленности к условиям обитания, является сезонная сукцессия фитопланктона. Многие исследователи, уделявшие внимание этому вопросу, отмечают поразительное постоянство сезонной сукцессии фитопланктона в каждом отдельно взятом водоеме [11, 16, 18]. Определенная последовательность доминирования тех или иных видов водорослей повторяется из года в год. Отмечающиеся различия по годам в основном количественные и обусловлены разным уровнем численности их популяций.

Материал и методика исследований. Материалом для проведения работы послужили данные ГБИС “Планктон” НИИ биологии при ИГУ [3, 12], собранные у западного побережья Южного Байкала на пелагической постоянной станции № 1, расположенной против пос. Большие Коты на расстоянии 2,7 км от берега над глубиной 800 м (51°54'195 с.ш., 105°04'235 в.д.). Этот район по своим физико-географическим характеристикам является типичным фоновым участком открытого Байкала, где сезонная и годовая динамика планктона сходна с развитием, характерным для планктона Южного Байкала, а качественный состав планктона этого района отражает особенности биоты, присущие открытой пелагиали [1, 8, 19].

В работе динамика планктонного сообщества рассматривается в верхнем трофогенном слое 0-50 м, т.к. это зона интенсивного фотосинтеза, в которой создается основная доля первичной продукции и концентрируется в течение большей части года основная масса планктона [9, 10, 19].

Для анализа сезонной динамики численности и биомассы фитопланктона исследован непрерывный ряд наблюдений из пяти лет (1996–2000 гг.), охватывающий полный цикл межгодового развития фитопланктона (начиная с низкоурожайного по биомассе 1996 г. и заканчивая высокоурожайным 2000 г.). Из современного периода изучены 2005 и 2008 гг. как имеющие наиболее полные ряды данных. Таким образом, в работе исследован актуальный ряд наблюдений, включающий года с разными гидрологическими и биологическими характеристиками.

Результаты и обсуждение. В исследованном периоде динамика численности фитопланктона в 1996, 1999, 2005 и 2008 гг. характеризовалась кривой с одним ярко выраженным летним пиком численности; в 1997, 1998 и

2000 гг. было два выраженных максимума численности – поздневесенний (в период весенней гомотермии) и летний (табл. 1, 2).

Динамика биомассы фитопланктона (за исключением аномального 2005 г.) характеризовалась наличием выраженного максимума в период весенней гомотермии, вызванного вегетацией диатомовых водорослей (табл. 1 и 3). По значениям биомассы к высокопродуктивным относились 1997 и 2000 гг., к среднепродуктивным – 1998 и 1999 гг., к малопродуктивным – 1996, 2005 и 2008 гг.

В высокопродуктивные 1997 и 2000 годы весеннюю биомассу создавали в основном крупноклеточные байкальские диатомеи – *Aulacoseira skvortzowii* и *Aulacoseira baicalensis*. Вообще же в периоды подледный и весенней гомотермии диатомовые водоросли создают до 66% среднесезонной численности и до 96% среднесезонной биомассы водорослей. Наряду с диатомовыми в подледный период значительную биомассу создают динофитовые водоросли (до 57% в среднем за сезон в 1997 г.).

Годовые максимумы численности и биомассы фитопланктона как правило не совпадают по времени (табл. 2, 3), и объясняется это тем, что весной развиваются в основном крупноклеточные водоросли “байкальского” комплекса, которые при относительно невысокой численности и дают большую биомассу. Представители же летнего и осеннего планктона более мелких размеров и поэтому, несмотря на заметную численность, образуют меньшую биомассу.

Таблица 1 – Основные гидробиологические показатели 1996-2000, 2005 и 2008 гг.

Год	Количество серий отбора проб	Количество проб	Средняя температура в слое 0–50 м, °С		Среднее содержание хлорофилла «а» в слое 0–50 м, мг·м ⁻³		Среднегодовая биомасса, мг·м ⁻³	Среднегодовая численность, тыс. кл.·л ⁻¹
			год	летний период	год	летний период		
1996	32	123	6.5±0.8	10.2±0.7	1.21±0.15	2.00±0.19	99±13	242.9±29.3
1997	37	178	4.5±0.5	7.3±0.6	1.33±0.20	1.32±0.16	295±78	297.2±35.5
1998	42	199	4.2±0.5	7.2±1.0	0.97±0.11	1.36±0.23	149±20	319.2±60.1
1999	44	213	4.7±0.6	9.5±0.6	1.24±0.10	1.74±0.16	149±23	223.5±20.3
2000	37	184	3.9±0.5	7.4±0.8	1.09±0.18	1.39±0.24	244±73	358.2±47.8
2005	31	149	5.2±0.7	9.6±0.8	0.74±0.08	1.09±0.13	107±15	477.3±68.8
2008	24	119	5.8±0.7	9.4±0.8	0.83±1.00	1.16±0.16	143±19	519.9±88.3

Стоит отметить, что летний максимум численности фитопланктона регистрировался во всех исследуемых годах, и во всех случаях в этот период массово (более 100 тыс. кл.·л⁻¹) развивался криптофитовый *Rhodomonas pusilla*. Также в летний период в больших количествах встречаются золотистые *Chrysochromulina parva* и *Dinobryon sociale var. sociale*, зеленая *Monoraphidium pseudomirabilis*, неидентифицированные шарообразные и мелкие жгутиковые.

Кроме того, в летний период, благодаря прогреву водной массы, активно развивается пикопланктон, достигая численности нескольких десятков миллионов клеток в литре и составляя в разные годы в среднем за сезон от 8 до 35% всей биомассы фитопланктона.

Таблица 2 – Максимумы численности фитопланктона в 1996-2000, 2005 и 2008 гг.

год	дата	сезон	численность, тыс. кл.·л ⁻¹	Доминирующий вид
1996	13.09	лето	828.3	<i>Chrysochromulina parva</i> , <i>Rhodomonas pusilla</i>
1997	11.05	весенняя гомотермия	613.2	<i>Aulacoseira skvortzowii</i> , <i>Synedra acus</i> , <i>Aulacoseira baicalensis</i>
	23.09	лето	805.7	<i>Rhodomonas pusilla</i> , <i>Chrysochromulina parva</i>
1998	08.05	весенняя гомотермия	1179.2	<i>Koliella longiseta f. longiseta</i>
	07.09	лето	1549.3	<i>Stephanodiscus sp.</i> , <i>Dinobryon sociale var. sociale</i> , <i>Rhodomonas pusilla</i>
1999*	31.08	лето	506.1	<i>Rhodomonas pusilla</i> , <i>Dinobryon sociale var. sociale</i>
2000	13.05	весенняя гомотермия	1201.2	<i>Aulacoseira skvortzowii</i>
	08.08	лето	939.7	<i>Monoraphidium pseudomirabile</i> , <i>Rhodomonas pusilla</i>
2005	21.08	лето	1596.8	Мелкие жгутиковые, <i>Dinobryon sociale var. sociale</i>
2008	22.07	лето	1799.0	<i>Chrysochromulina parva</i> , <i>Rhodomonas pusilla</i> , <i>Monoraphidium pseudomirabile</i>

* - в 1999 г. нет ярко выраженного пика численности, приведено наибольшее в году значение

Таблица 3 – Максимумы биомассы фитопланктона в 1996–2000, 2005 и 2008 гг.

год	дата	сезон	биомасса, мг·м ⁻³	Доминирующий вид
1996	20.05	весенняя гомотермия	266	<i>Stephanodiscus meyerii</i> , <i>Synedra acus</i> , <i>Aulacoseira baicalensis</i>
	02.07		262	<i>Synedra acus</i>
1997	11.05	весенняя гомотермия	1951	<i>Aulacoseira baicalensis</i> , <i>Aulacoseira skvortzowii</i>
1998	01.06	весенняя гомотермия	497	<i>Synedra acus</i>
	06.07	лето	522	<i>Cyclotella baicalensis</i>
1999	30.06	весенняя гомотермия	681	<i>Cyclotella minuta</i> , <i>Cyclotella baicalensis</i>
2000	13.05	весенняя гомотермия	2241	<i>Aulacoseira skvortzowii</i> , <i>Aulacoseira baicalensis</i>
2005	21.08	лето	371	<i>Dinobryon sociale var. sociale</i> , мелкие жгутиковые
2008	03.06	весенняя гомотермия	382	<i>Synedra acus</i>

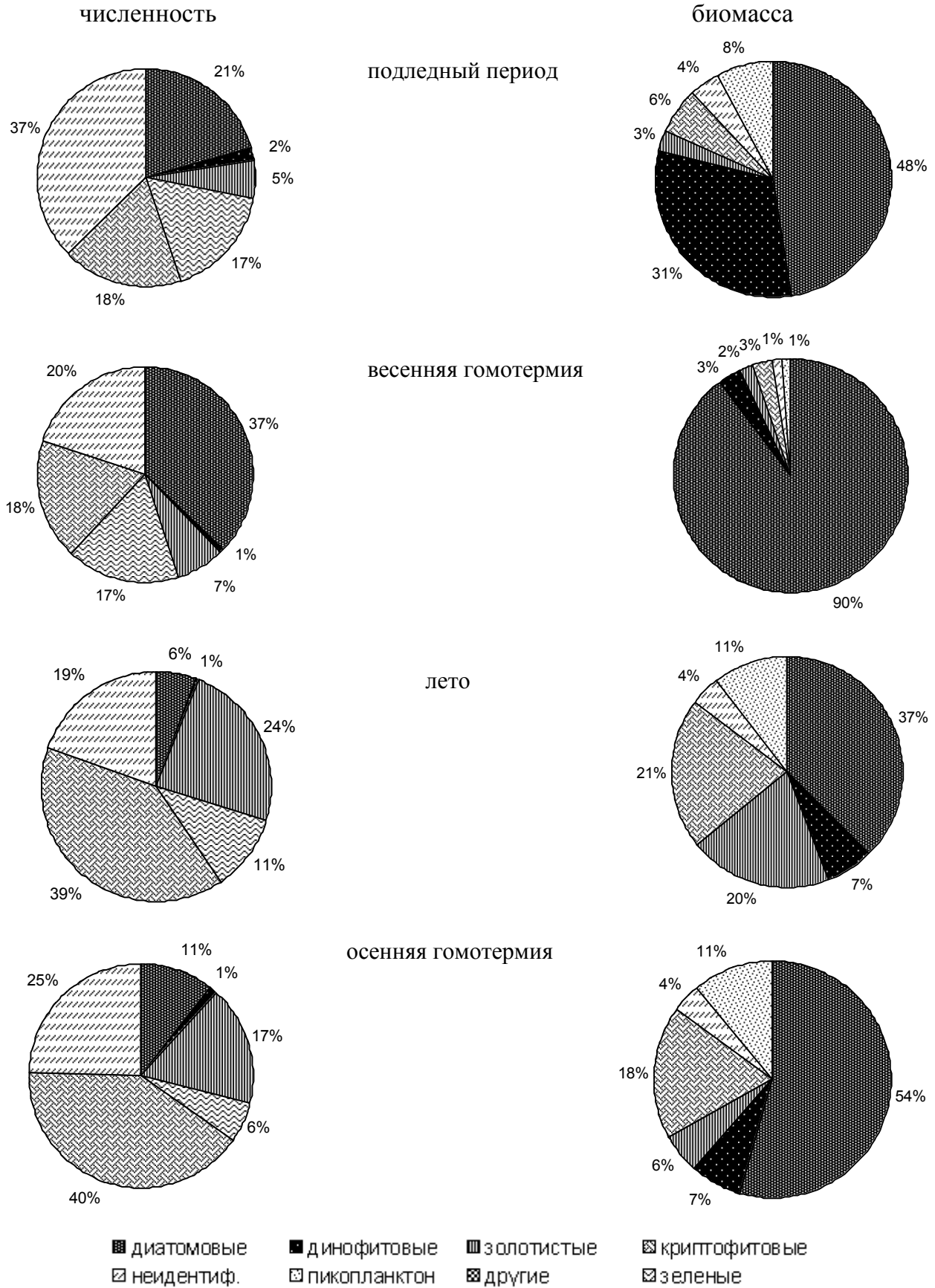


Рисунок – Доля основных групп водорослей в средней по сезонам численности и биомассе фитопланктона, Южный Байкал, 1996–2000, 2008 гг.*

* Для корректности расчетов из выборки исключен 2005 г. в связи с аномально высоким развитием мелкоклеточных неидентифицированных водорослей и пикопланктона

К группе пикопланктонных водорослей относили водоросли с размерами клеток до 3 мкм. Установлено, что байкальский пикопланктон более чем на 90% состоит из цианобактерий (в основном виды родов *Synechocystis*, *Synechococcus*, *Cyanobium* и *Microcystis*), и менее чем на 10% – из эукариотических зеленых водорослей (представители родов *Chlorella* и *Choricystis*) [4, 15, 17]. Среди прокариотического пикопланктона доминируют представители рода *Synechococcus*, доля эндемичного представителя *Synechocystis limnetica* Popovsk., впервые описанного в 1968 г. и долгое время считавшегося супердоминантом, составляет до 20% численности пикопланктона [4, 17].

На протяжении всего года в фитопланктоне Байкала значительную роль играет группа неидентифицированных водорослей (рис., табл. 4). В данном случае неидентифицированные водоросли – это мелкоклеточные (диаметр клеток, как правило, менее 6 мкм) шарообразные водоросли и разнообразные жгутиковые не определенные до вида, но регулярно регистрирующиеся в пробах.

Таблица 4 – Медиана доли (%) основных групп фитопланктона в общей численности и биомассе водорослей (слой 0–50 м, пелагическая станция № 1, Южный Байкал, 1996–2000, 2008 гг.)

СЕЗОН	диатомовые	динофитовые	золотистые	криптофитовые	зеленые	неидентифицированные	пикопланктон
Подледный период	$\frac{4^1}{22}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{28}{16}$	$\frac{5}{-}$	$\frac{43}{7}$	$\frac{-^3}{17}$
Весенняя гомотермия	$\frac{33}{90}$	$\frac{-^2}{3}$	$\frac{8}{1}$	$\frac{17}{4}$	$\frac{3}{-}$	$\frac{21}{1}$	$\frac{-^3}{1}$
Лето	$\frac{2}{10}$	$\frac{-}{7}$	$\frac{15}{14}$	$\frac{41}{29}$	$\frac{6}{-}$	$\frac{18}{3}$	$\frac{-^3}{9}$
Осенняя гомотермия	$\frac{9}{44}$	$\frac{-}{4}$	$\frac{9}{3}$	$\frac{40}{19}$	$\frac{4}{-}$	$\frac{21}{3}$	$\frac{-^3}{9}$

Примечания

* Для корректности расчетов из выборки исключен 2005 г. в связи с аномально высоким развитием мелкоклеточных неидентифицированных водорослей и пикопланктона

¹ В числителе – медиана доли численности (%), в знаменателе – медиана доли биомассы (%)

² Присутствуют в незначительных количествах (менее 1%)

³ Численность пикопланктона учитывалась отдельно

Группа неидентифицированных жгутиковых объединяет как фотосинтезирующие, так и бесцветные организмы. Представители этой группы

характеризуются большим видовым разнообразием и относятся в основном к *Chrysophyta* [2, 5, 7]. Еще одна неидентифицированная группа – шарообразные клетки с хлоропластами. Их размеры – 3-5 мкм. На наличие этой группы в планктоне Байкала указывала О.М. Кожова, высказывавшая предположение, что это один из видов *Chlorella* [5]. На настоящий момент представляется, что эта группа объединяет пока еще не известные для науки нанопланктонные виды совместно с мелкоразмерными стадиями жизненного цикла крупноклеточных водорослей (например, для *Gymnodinium baicalense* это показано Г.И. Кобановой [6]).

Из всего исследованного периода в плане развития мелкоклеточных водорослей особо стоит выделить 2005 г., где среднегодовая численность неидентифицированных водорослей составила 58% от общей численности фитопланктона, колеблясь по сезонам от 41% в период осенней гомотермии до 76% в подледный период (доля в среднесезонной биомассе колебалась соответственно от 12 до 43%), а численность пикопланктона достигала в июле 92,6 млн.кл.·л⁻¹, составляя до 74% биомассы всего фитопланктона в слое 0-50 м. В целом же 2005 г. был малоурожайным, что не противоречит данным Г.И. Поповской об обратной зависимости между биомассой пикопланктона и крупноклеточных водорослей [13, 14, 15].

Большую роль в функционировании планктонного сообщества Байкала особенно в летне-осенний период (период прямой температурной стратификации и последующий за ним период установления гомотермии) играют криптофитовые водоросли. В среднем за сезон их доля в суммарной численности составляет 39 и 40% (медианная доля – 41 и 40%), в биомассе – 21 и 18% (медианная доля – 29 и 19%) для лета и осени соответственно (рис., табл. 4). Основу численности криптофитовых водорослей стабильно составляет круглогодичный вид *Rhodomonas pusilla*, который к тому же практически постоянно присутствует в составе доминирующего по численности комплекса фитопланктона.

Золотистые водоросли наибольшую роль в фитопланктоне играют в летний период, составляя от 6 до 39% всей численности и 9-38% биомассы (табл. 4). За весь исследованный период (кроме 2000 г.) в состав доминирующего по численности летнего комплекса фитопланктона входили массовые золотистые водоросли *Chrysochromulina parva* и *Dinobryon sociale* var. *sociale*.

Выводы. 1. Обобщая исследованный материал, можно сделать вывод, что фитопланктону Байкала свойственна четко выраженная сезонность и богатство сезонными видами. Все группы водорослей, слагающие планктонный биоценоз озера, испытывают большие сезонные и годовые изменения численности и биомассы.

2. Вышеприведенные факты свидетельствуют о сложности фитопланктонного сообщества пелагиали озера Байкал, отсутствии однозначно доминирующей группы видов и разнообразии сукцессионных циклов, что в сумме приводит к поразительному гомеостазу перичного трофического звена озера, а через него и всей экосистемы Байкала.

3. Таким образом, характер сезонной сукцессии фитопланктона принципиально не изменился по сравнению с предыдущими годами [1, 9, 10, 19].

Автор благодарит к.б.н. Г.Н. Кобанову и к.б.н. Л.Р. Измestьеву за профессиональные консультации, полезные советы и помощь в работе, инженеров С.В. Александрову и Н.А. Заусаеву за многолетнюю и качественную обработку проб фитопланктона, всех участников комплексных исследований на стационарной станции № 1 Южного Байкала.

Список литературы

1. Антипова Н.Л. О планктонных золотистых водорослях открытой части Южного Байкала / Н.Л. Антипова // Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы // Иркутск: ИГУ, 1974. – С. 106-110.
2. Атлас и определитель пелагиобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии) / О.А. Тимошкин, Г.Ф. Мазепова, Н.Г. Мельник и др. – Новосибирск: Наука, 1995. – 694 с.
3. База состояния планктона озера Байкал (База данных “ПЛАНКТОН”), № 2005620028 Россия. Свидетельство / Л.Р. Измestьева, Е.В. Пешкова; ГОУВПО Иркутский Государственный университет-№ 2004620262; Заявл. 30.11.04; Опубл. 21.01.2005.
4. Белых О.И. Характеристика летнего фитопланктона и автотрофного пикопланктона озера Байкал (Россия) / О.И. Белых, Г.В. Помазкина и др. // Альгология. – 2007. – Т. 17(3). – С. 380–396.
5. Измestьева Л.Р. Структура и сукцессии фитопланктона / Л.Р. Измestьева, О.М. Кожова // Долгосрочное прогнозирование состояния экосистем. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 97-129.
6. Кобанова Г.И. О морфологии и жизненном цикле *Gymnodinium baicalense* Ant. (Dinophyta) из озера Байкал / Г.И. Кобанова // Сибирский экологический журнал. – 2009. – № 6. – С. 899-905.
7. Кобанова Г.И. Фитопланктон Байкала в период позднего лета / Г.И. Кобанова, Л.Р. Измestьева, Л.С. Крайчук // Известия Самарского научного центра РАН. “Актуальные проблемы экологии”. 2006. – Вып 5. — Т. 8. – № 1 (15). – С. 197-204.
8. Кожова О.М. О представительности многолетних количественных материалов по зоопланктону оз. Байкал / О.М. Кожова, Н.Г. Мельник // Гидробиологические и ихтиологические исследования в Восточной Сибири: Чтения памяти проф. М.М. Кожова. – Иркутск: ИГУ, 1979. – Вып. 3. – С. 13 – 36.
9. Кожов М.М. Биология озера Байкал / М.М. Кожов – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 316 с.
10. Кожов М.М. Очерки по байкаловедению / М.М. Кожов – Иркутск: Вост.-Сиб. книж. изд-во, 1972. – 254 с.
11. Мокрый А.В. Видовой состав и динамика массовых видов фитопланктона пелагиали Южного Байкала в 1996-2000, 2005 и 2008 гг. / А.В. Мокрый, Л.Р. Измestьева // Вестник ИРГСХА. – 2012. – Вып. 48. – С. 93-100.
12. Мокрый А.В. Разработка информационно-аналитического комплекса по планктону озера Байкал / А.В. Мокрый, Н.Н. Косарева // В мире научных открытий // Красноярск: Научн.-инновац. центр, 2010. – №4 (10). – Ч. 15. – С. 137-139.
13. Поповская Г.И. Роль ультрамикропланктонных водорослей в олиготрофных водоемах на примере озера Байкал / Г.И. Поповская // Матер. XIV конф. по изучению внутр. водоемов Прибалтики // Рига: Зинатне, 1968. – Т. 3. – Ч. 1. – С. 144-149.
14. Поповская Г.И. Фитопланктон Байкала и его многолетние изменения (1958-1990) / Г.И. Поповская: Докл. на соиск. уч. степени докт. биол. наук. – Новосибирск, 1991. – 32 с.
15. Поповская Г.И. Этапы изучения автотрофного пикопланктона озера Байкал / Г.И. Поповская, О.И. Белых // Гидробиол. журнал. – 2003. – Т. 39. – № 6. – С. 12-24.

16. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона / И.С. Трифонова – Л.: Наука, 1990. – 184 с.
17. Belykh O.I. Autotrophic picoplankton in Lake Baikal: Abundance, dynamics, and distribution / O.I. Belykh, E.G. Sorokovikova // Aquatic Ecosystem Health & Management. – 2003. – V. 6(3). – P. 251-261.
18. Hutchinson G.E. A treatise on limnology / G.E. Hutchinson Vol. 2. Introduction to lake biology and the Limnoplankton – New York; London, 1967. – 1115 p.
19. Lake Baikal. Evolution and Biodiversity. / Eds O.M. Kozhova, L.R. Izmet'eva. – Leiden: Backhuys Publisher, 1998. – 447 p.

References

1. Antipova N.L. *O planktonnyh zolotistyh vodoroslyah otkrytoji chasti YUzhnogo Bajkala* [On the planktonic yellow-green algae in the open part of the southern Baikal lake]. Irkutsk, 1974, pp. 106-110.
2. *Atlas i opredelitel' pelagobiontov Bajkala (s kratkimi ocherkami po ih ehkologii)* [Atlas and indicator of pelagomionts of lake Baikal (with brief features of their ecology)]. Novosibirsk, 1995, 694 p.
3. *Baza sostoyaniya planktona ozera Bajkal (Baza dannyh "PLANKTON")* [Status base of the plankton of lake Baikal (database "PLANKTON")]. № 2005620028 Rossiya. Svidetel'stvo. L.R. Izmet'eva, E.V. Peshkova; GOUVPO Irkutskij Gosudarstvennyj universitet-№ 2004620262; Zayavl. 30.11.04; Opubl. 21.01.2005.
4. Belykh O.I. et all. *Harakteristika letnego fitoplanktona i avtotrofnogo pikoplanktona ozera Bajkal (Rossiya)* [The characteristics of summer phytoplankton and autotrophic picoplankton of lake Baikal (Russia)]. *Al'gologiya* [Algology]. 2007, vol. 17(3), pp. 380–396.
5. Izmet'eva L.R., Kozhova O.M. *Struktura i suksessii fitoplanktona* [The structure and succession of phytoplankton]. Novosibirsk, 1988, pp. 97-129.
6. Kobanova G.I. *O morfologii i zhiznennom tsikle Gymnodinium baicalense Ant. (Dinophyta) iz ozera Bajkal* [On the morphology and life cycle of *Gymnodinium baicalense* Ant. (Dinophyta) from lake Baikal]. *Sibirskij ehkologicheskij zhurnal* [Siberian ecological magazine]. 2009, no. 6, pp. 899-905.
7. Kobanova G.I., Izmet'eva L.R., Krashchuk L.S. *Fitoplankton Bajkala v period pozdnego leta* [Phytoplankton of lake Baikal during the late summer]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk. "Aktual'nye problemy ehkologii"* [News of Samara scientific center of Russian Academy of Sciences. "Actual problems of ecology"]. 2006, no. 5, vol. 8, no. 1 (15), pp. 197–204.
8. Kozhova O.M., Melnik N.G. *O predstavitel'nosti mnogoletnih kolichestvennyh materialov po zooplanktonu oz. Bajkal* [On the representativeness of multi-years quantitative materials on the zooplankton of lake Baikal]. Irkutsk, 1979, vol. 3, pp. 13-36.
9. Kozhov M.M. *Biologiya ozera Bajkal* [The biology of lake Baikal]. Moscow, 1962, 316 p.
10. Kozhov M.M. *Ocherki po bajkalovedeniyu* [Essays on the Baikal maintenance]. Irkutsk, 1972, 254 p.
11. Mokry A.V., Izmet'eva L.R. *Vidovoj sostav i dinamika massovyh vidov fitoplanktona pelagiali YUzhnogo Bajkala v 1996-2000, 2005 i 2008* [Species composition and dynamics of mass species of phytoplankton in the pelagic zone of southern lake Baikal in 1996-2000, 2005 and 2008]. *Vestnik IrGSKHA* [The reporter of ISAA]. 2012, vol. 48, pp. 93-100.
12. Mokry A.V., Kosareva N.N. *Razrabotka informatsionno-analiticheskogo komp-leksa po planktonu ozera Bajkal* [The development of information-analytical complex of the plankton of lake Baikal]. Krasnoyarsk, 2010, no.4 (10), vol. 15, pp. 137-139.
13. Popovskaya G.I. *Rol' ul'trananoplanktonnyh vodoroslej v oligotrofnyh vodoemah na primere ozera Bajkal* [The role of ultrananoplanktonic algae in oligotrophic reservoirs on the example of lake Baikal]. Riga, 1968, vol. 3, no. 1, pp. 144-149.
14. Popovskaya G.I. *Fitoplankton Bajkala i ego mnogoletnie izmeneniya (1958-1990)* [Phytoplankton of lake Baikal and its long-term changes (1958-1990)]. *Dokl. na soiskanie uchen. step. dokt. biol. nauk*, Novosibirsk, 1991, 32 p.
15. Popovskaya G.I., Belykh O.I. *Ehtapy izucheniya avtotrofnogo pikoplanktona ozera Bajkal* [Stages of study of autotrophic picoplankton of lake Baikal]. *Gidrobiol. ZHurnal* [Hydrobiological magazine]. 2003, vol. 39, no. 6, pp. 12-24.
16. Trifonova I.S. *Ehkologiya i suksessiya ozernogo fitoplanktona* [Ecology and succession of

lake phytoplankton]. Leningrad, 1990, 184 p.

17. Belykh O.I., Sorokovikova E.G. *Autotrophic picoplankton in Lake Baikal: Abundance, dynamics, and distribution*, Aquatic Ecosystem Health & Management, 2003, vol. 6(3), pp. 251-261.

18. Hutchinson G.E. *A treatise on limnology. Introduction to lake biology and the Limnoplankton* – New York; London, 1967, vol.2, 1115 p.

19. *Lake Baikal. Evolution and Biodiversity* / Eds O.M. Kozhova, L.R. Izmet'eva. – Leiden: Backhuys Publisher, 1998, 447 p.

Сведения об авторе:

Мокрый Андрей Викторович – кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и экологии Института управления природными ресурсами. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 8924833286, e-mail: mokry@list.ru).

Information about the author:

Mokry Andrei V. – PhD, assistant professor of the Department of Common Biology and Ecology of the Institute of Natural Resources Management. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev str., 59, tel. 8924833286, e-mail: mokry@list.ru).

УДК (571.53)

**АНАЛИЗ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА “КАДИНСКИЙ”
ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

С.М. Музыка, Е.Н. Скокова

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

Показаны перспективы развития экологического познавательного туризма на примере особо охраняемой природной территории регионального значения. Необходим комплекс мероприятий, обеспечивающих выполнение заказником в первую очередь функций, обозначенных в соответствии с его статусом. Природа заказника, несмотря на нарушенные ландшафты, обладает высокой степенью привлекательности, поэтому разработка проектов развития туризма обеспечит дополнительный имидж исследуемой природоохранной территории. Информационная система даст возможность обслуживания посетителей и отслеживания в течение всего сезона постоянных ограничений на сроки предоплаты и скидок на полную стоимость экскурсии или тура. Это означает переход к так называемому уведомительному порядку доступа на посещение природных территорий заказника (на базе сетевых информационных технологий).

Ключевые слова: заказник, экологический и познавательный туризм, биоразнообразие, экскурсионные маршруты, охрана природы.

**ANALYSIS OF THE TOURISM POTENTIAL OF THE REGIONAL STATE “KADINSKY”
NATURE RESERVE IN THE IRKUTSK REGION**

Musica S.M., Skokova E.N.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The prospects of the development of ecological educational tourism are shown in this paper at the example of the specially protected natural area of regional significance. A set of measures is needed to ensure nature reserve to perform functions designated in the first place in accordance with its status. The nature of the reserve, despite the disturbed landscapes, is highly attractive, that's why

the development of the tourism projects will provide additional image to the investigated nature-oriented area. Information System will enable service and tracking visitors throughout the season of permanent restrictions on prepayment terms and discounts on the full cost of the excursion or tour. This means the transition to the so-called notification procedure for access to visit the nature reserve areas (based on network information technologies).

Keywords: nature reserve, ecological and educational tourism, biodiversity, sightseeing tours, nature protection.

Заказники регионального значения являются одной из форм особо охраняемых природных территорий (ООПТ), своего рода мерой сохранения биоразнообразия и охраны природы в целом. Инвентаризация всех объектов живой природы является одной из главных задач в деле изучения природы ООПТ с их уникальными и эталонными для региона экосистемами. Именно результаты инвентаризации позволяют выработать подходы и принять меры по охране отдельных видов, особых экотопов, по сохранению биоразнообразия в целом, развитию экологического просвещения и туризма.

Государственный природный заказник регионального значения “Кадинский” (далее – заказник) расположен на западе Иркутской области и имеет площадь 50516 га. Он входит в состав Куйтунского административного района и занимает его северную часть и частично юг Братского района. Территория заказника простирается вдоль бассейна реки Када. Лесная растительность является преобладающей, занимает до 75% площади заказника. На территории распространены подтаежные светлохвойные леса. На водоразделе рек Ока и Када проявляется вертикальная дифференциация растительности. Однако на значительной площади хвойные леса сведены, на их месте размещены вторичные мелколиственные леса. Заказник был создан в 1987 г., когда большая часть территории оказалась выработанной лесосырьевой базой ранее действующего Тулинского ЛПХ. Леса заказника представлены, главным образом, смешанными хвойно-лиственными молодняками 30-40-летнего возраста. Основными лесобразующими породами являются сосна, береза, лиственница, осина. Коренные сосновые и лиственничные леса практически отсутствуют. В результате антропогенных нарушений, вызванных вырубками и пожарами, на их месте в настоящее время произрастают сосново-березовые, осиново-березовые и березовые разнотравные леса. Подробная характеристика природных условий приводятся в литературных источниках [1, 3]. Цель создания заказника – охрана и воспроизводство охотничьих видов животных. В настоящее время заказник является комплексным (ландшафтным), без ограничения срока действия. Состояние лесов на территории заказника следует признать удовлетворительным, тем не менее, это обеспечивает хорошие кормовые и защитные условия для диких копытных животных. Заказник включает в себя основные места зимних и летних концентраций диких копытных животных в Куйтунском районе.

Объявленный в положении о заказнике комплексный профиль полностью соответствует его наличным ресурсам, в том числе и связанным с возможностями развития здесь познавательного и экологического туризма, хотя здесь очень слабо развита инфраструктура туризма, отсутствуют разработанные

и утвержденные экскурсионные маршруты и экологические тропы. Положительным для развития туризма является наличие большой сети старых и действующих лесовозных дорог, часть из которых может служить при организации дальнейшей работы заказника.

Целью настоящей статьи является анализ возможности использования в планировании деятельности заказника Федерального Закона № 365-ФЗ от 30.11.2011 г. “О внесении изменений в Федеральный Закон “Об особых экономических зонах в РФ” и отдельные законодательные акты РФ”, который внес существенные для организации посещения природных территорий изменения в действующий с 1995 года Федеральный Закон “Об особо охраняемых природных территориях”. Появление в этом законе нового термина “познавательный туризм” допускает расширительное толкование понятий “экологическое просвещение” и “эколога-просветительская работа”.

Познавательный потенциал заказника связан с экологическим просвещением как согласованная деятельность по экологическому просвещению и развитию познавательного туризма. Наличие ясно и однозначно определяемого термина “познавательный туризм” позволяет более не использовать для обоснования методов реализации деятельности по экологическому просвещению и ведению эколога-просветительской работы так называемых туристских технологий с использованием заимствованного в странах с экономически значимым туризмом на природных территориях термина “экологический туризм”.

Посетительские нагрузки на природные территории заказника пока крайне ограничены и связаны преимущественно с выполняемыми работами сотрудниками заказника по контролю и обследованию ключевых мест, оборудованию кормушек и солонцов, их обслуживанию и заготовкой кормов на покосах. Следует также учитывать, что присутствие посетителей на планируемых маршрутах экскурсионных и туровых необходимо оценивать исключительно с точки зрения увеличения фактора беспокойства животных. На маршрутах пешего перемещения с использованием троп поддаются оценке нагрузок в случае известного числа посетителей и деятельности на маршруте. Перечисленные выше маршруты на данном этапе следует признать устойчивыми для пешего передвижения при воздействии ограниченного числа пешеходов в течение теплого времени года.

Развитие познавательного туризма предполагает использование системы экскурсий и туров, приуроченных к так называемым оптимальным территориям посещения. Основным предложением является идея включения экскурсий и туров с приданием им современных форм пребывания и посещения природных территорий.

Использование объектов посещения экскурсионно-турового доступа на природные территории подразумевает возможность их выбора на предварительном этапе и согласование объектов посещения в виде экскурсии или тура. Наиболее известные объекты посещения, а также все участки наблюдения ландшафтов и биоты должны предусматривать минимальное время нахождения в их пределах (для ограничения беспокойства фауны), не допуская

в общем случае продолжительных остановок и стоянок на ночлег. Такое требование является общепринятым для большинства охраняемых территорий во многих странах при посещении нетронутых и естественных участков природы [2].

Принципиальным для развития познавательного туризма в заказниках должно быть максимальное использование возможностей для проведения экскурсий и туров в окрестности баз пребывания (кордонов и оборудованных стоянок) без устройства ночлегов в полевых условиях. Заказник может проводить экскурсии к интересным природным объектам, используя переходные зимовья.

Организация обслуживания посетителей в системе познавательного туризма в общем случае подразумевает предоставление информационных и транспортных услуг на предварительном этапе, а затем услуг, оказываемых посетителям непосредственно на заявленных экскурсионных или туровых маршрутах. Современные информационные технологии допускают оказание всех необходимых информационных услуг посетителям на этапе заявки и предварительной оплаты экскурсии или тура из действующего на данный период перечня.

Наличие на официальном портале Иркутской области собственного раздела службы по охране и использованию животного мира [4] позволяет иметь страницы с информацией о заказниках, перечнях оказываемых посетителям услуг, формах заказа и оплаты экскурсий и туров. Современная система организации в электронном варианте посетительского доступа на природные территории позволяет заранее планировать работу по обслуживанию посетителей, хотя новая система не должна исключать альтернативной формы заявки экскурсий и туров с использованием почтовых и телефонных коммуникаций, а также обычных почтовых и банковских переводов предоплаты на счет службы охраны и использования животного мира Иркутской области (а в случае такой возможности и необходимости – на счет районного отделения службы).

Следует особо оговаривать возможности предоставления экскурсионных и туровых услуг по заявкам туристских агентств. При отсутствии договоров со службой по охране и использованию животного мира Иркутской области они также должны проходить процедуру заявки, предоплаты и полной оплаты экскурсий и туров.

Финансовые отношения пользователей (отдельных туристов, туристских групп и туристских фирм) и системы заказников регионального значения подразумевают приемлемые варианты оплаты предоставляемых услуг. Информационная система даст возможность обслуживания посетителей и отслеживания в течение всего сезона постоянных ограничений на сроки предоплаты и скидок на полную стоимость экскурсии или тура. Внедрение такой системы будет означать переход к так называемому уведомительному порядку доступа на посещение природных территорий заказника (на базе сетевых информационных технологий), который может быть введен в связи с реализацией Концепции развития системы особо охраняемых природных

территорий федерального значения до 2020 года. Уведомительный порядок доступа, по сути, призван заменить действующий разрешительный порядок с целью расширения возможности выбора услуг, мест посещения и пребывания в заказнике. Осуществление уведомительной системы доступа возможно в несколько этапов, по мере реализации проектов по формированию инфраструктуры посещения заказников. На начальном этапе необходима подготовка описаний и перечней доступных экскурсий и туров на текущий сезон обслуживания. На следующих этапах следует предусмотреть расширение списка объектов экскурсионного посещения и уровня предоставляемых услуг (транспорт, питание, снаряжение, квалификация экскурсовода).

Животный мир заказника представлен типичными для региона копытными и хищниками, наблюдается черный аист. При создании в заказнике условий для наблюдения копытных и птиц вполне возможно использование их в целях познавательного и экологического туризма. Как и в других заказниках, не представляющих серьезных угроз и опасности для посетителей, животные в природе могут быть объектами наблюдения во время экскурсий и туров. Копытных животных можно наблюдать в местах размещения кормушек и солонцов при наличии соответствующих укрытий.

В последнее время на территории заказника отмечается увеличение воспроизводственных, охранных и биотехнических мероприятий, что положительно влияет на динамику роста численности копытных в заказнике (по последним учетным данным). К таким мероприятиям относятся зимняя подкормка и создание солонцов для копытных, устройство порхалищ и галечников для тетеревиных птиц, изготовление и установка искусственных дуплянок и др. Проведение биотехнических мероприятий в сочетании с охраной заказника позволит поддерживать высокую численность лося, изюбря, косули, зайца-беляка, тетеревиных и водоплавающих птиц. Организация экскурсий и туров для наблюдения диких животных в природе посетителями заказников во многом связана с существующими условиями и возможностями скрытного пребывания на них. Практически все заказники декларируют наличие такого ресурса, доступного для наблюдения. Последние биотехнические мероприятия показали свою высокую эффективность и отзывчивость копытных животных на выкладку сена и другой подкормки.

Животный мир и его высокая плотность являются основным достоянием и потенциалом развития познавательного и экологического туризма заказника. Наблюдения в природе животных, не представляющих серьезных угроз и опасности для посетителей (за исключением бурого медведя, плотность которого в настоящее время является в заказнике высокой), возможности организации экскурсионного и турового обслуживания групп посетителей в течение теплого времени года, а также и в зимний период должны быть максимально вовлечены в систему доступа на природные территории заказника. Все участки биотехнических комплексов, солонцов и подходов к ним должны быть оборудованы фотоловушками. Фото- и видеофиксация животных у кормушек и солонцов с использованием фотоловушек давно является существенным дополнением при проведении экскурсий по

заповедным территориям, что также имеет место и в заказниках Иркутской области. Важной задачей является оборудование мест кормушек и солонцов фотоловушками на путях подхода к ним, желательна в двух направлениях. Просмотр материалов фотоловушек может существенно дополнить и сделать заметно интереснее пребывание посетителей на природных территориях с целью наблюдения за животными.

Одной из основных достопримечательностей заказника является озеро Кадинское, окруженное брусничными сосновыми борами с токами тетеревиных птиц. В данный момент с уверенностью можно говорить о ближайшем появлении на озере речного бобра (*Castor fiber* L.,). Следы жизнедеятельности этого вида отмечены нами в 2013 г по течению реки Када в 1 км от восточной границы заказника. Географические координаты N 54°45.830'; E 101°21.285'. В самом заказнике следов присутствия бобра пока не обнаружено. На озере очень высокая численность ондатры, где каждая семейная пара занимает охраняемый участок обитания и имеет несколько жилых и кормовых хаток. Озеро богато рыбой, заболоченные поймы привлекают внимание сплошными зарослями рогоза. Это основное место концентрации водоплавающих, где они останавливаются во время осеннего и весеннего пролетов. Увеличение плотности населения водоплавающих птиц возможно путем выполнения комплекса биотехнических мероприятий.

Инфраструктура посещения заказника включает в настоящее время кордон, где возможно размещение группы посетителей до 12 человек, также со стороны южной части заказника имеется база, рядом красивый искусственный пруд, база может использоваться как оборудованная туристская стоянка. Включаемые в экскурсионное и туровое обслуживание солонцы, аншлаги и информационные щиты должны также составлять общую систему обеспечения посетителей в заказнике.

Для познавательного туризма возможно наблюдение различных представителей животного мира, основных видов растительности и типичных ландшафтов: в окрестности водотоков околоводных птиц и околоводной растительности, специфических болотных комплексов, копытных на биотехническом комплексе. Организация экскурсионного и турового обслуживания, которое должно охватывать преимущественно учащиеся школы поселков и городов, расположенных в простой транспортной доступности, позволит определить требования по нагрузкам на природные территории и по их ограничениям.

В целом, исследование “Кадинского” заказника позволило расширить представление о составе фауны и флоры данной местности, и это требует изменения подхода к использованию и охране этой уникальной территории.

Тем не менее, в заказнике отмечается ряд проблем, зачастую недостаточно контролируемых, в том числе незаконная деятельность ставит под угрозу также существование краснокнижных видов флоры и микобиоты (которые могут дополнить ресурсы познавательного туризма), грозит изменением среды обитания и потерей генофонда биоразнообразия.

Выводы. Для устойчивого развития заказника, улучшения его

функционирования, развития экологического просвещения и туризма на его базе необходимы следующие мероприятия:

1. Рекламно-информационное сопровождение эколого-просветительской деятельности заказника, организация взаимодействия с органами муниципального образования.

2. Доработка существующей и создание новой необходимой инфраструктуры, включая дополнительные кордоны, дорожную сеть, экологические тропы, экскурсионно-познавательные маршруты, места отдыха, информационное сопровождение для посетителей заказника в виде аншлагов и табличек. В настоящее время по границе заказника недостаточно четко обозначены аншлагами границы заказника, требуется обустройство границ по периметру дополнительными пограничными знаками.

3. Требуется строительство переходных зимовий в отдалённых от кордона и труднодоступных участках заказника, в частности, это западная граница заказника и его северная часть.

4. Большая часть территории заказника представлена труднопроходимой заболоченной местностью. В тёплое время года транспортные возможности значительно сокращаются. Необходимо дополнительно обеспечить заказник специальной вездеходной техникой, что позволит более равномерно разместить и обслуживать биотехнические комплексы и туристическую инфраструктуру.

5. Необходимо активизировать пропаганду деятельности заказника в СМИ и межведомственное взаимодействие в части охраны территории заказника. Госинспекторам службы по охране и использованию животного мира продумать регулярное проведение совместных рейдов с правоохранительными органами и территориальным отделением агентства лесного хозяйства по Куйтунскому лесничеству.

6. Необходимо предупреждение возникновения лесных пожаров, усиление контроля посещаемости заказника в пожароопасный период, назначение ответственных за противопожарную безопасность. Соблюдение пожарной безопасности в лесах, сведение до минимума возможности возникновения пожаров в них и обеспечивает условия для успешной ликвидации загораний.

7. Следует срочно ограничить деятельность, противоречащую целям заказника. Аренда лесных участков на территории заказника не запрещена и не ограничена, договоры аренды с целью рубок главного пользования, а также проекты освоения лесов на арендованных участках составлены без учёта нахождения здесь особо охраняемой природной территории и особых условий природопользования на данной территории. В настоящее время, несмотря на нормы природоохранного законодательства, переданы в аренду с целью заготовки древесины два лесных участка. Необходимо принять меры о выведении этих территорий из лесопользования с выделением ключевых биотопов, на основании лесохозяйственного регламента перевести леса заказника из категории “эксплуатационные” в категорию “защитные”, либо перевести земли лесного фонда в земли ООПТ. В результате будет происходить постепенное восстановление исходных лесных сообществ.

Список литературы

1. Беркин Н.С. Иркутская область (природные условия административных районов) / Н.С. Беркин, С.А. Филиппова, В.М. Бояркин, А.М. Наумова, Г.В. Руденко – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1993. – 304 с.
2. Калихман А.Д. Экскурсионные экологические тропы у Байкала / А.Д. Калихман, Т.П. Калихман– Saarbrucken, Deutcland: Palmarium Academic Publishing, 2013. – 253 с.
3. Почвенная карта Иркутской области. М 1: 1 500 000.- М.: ГУГК, 1988.
4. <http://www.irkobl.ru/sites/faunaworld> / официальный сайт службы по охране и использованию животного мира Иркутской области.

References

1. Berkin N.S., Filippova S.A., Boyarkin V.M., Naumova A.M., Rudenko G.V. *Irkutskaja oblast' (prirodnye usloviya administrativnyh rajonov)* [The Irkutsk region (natural conditions of administrative regions)]. Irkutsk, 1993, 304 p.
2. Kalihman A.D., Kalihman T.P. *Jekskursionnye jekologicheskie tropy u Bajkala* [Sightseeing ecological trails near lake Baikal]. Saarbrucken, Deutcland, 2013, 253 p.
3. *Pochvennaja karta Irkutskoj oblasti* [Pochvennaya karta Irkutskoy oblasti]. Moscow, 1988.
4. <http://www.irkobl.ru/sites/faunaworld> [The official website of the protection and fauna usage service of the Irkutsk region].

Сведения об авторах:

Музыка Сергей Михайлович – кандидат биологических наук, доцент кафедры прикладной экологии и туризма Института управления природными ресурсами – факультета охотоведения им. В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89501193442, e-mail: ignitmuz@gmail.com).

Скокова Екатерина Николаевна – магистрант кафедры прикладной экологии и туризма Института управления природными ресурсами – факультета охотоведения им. В.Н. Скалона. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89086412089, e-mail: ekaterina.skokova@gmail.com).

Information about authors:

Musica Sergey M. – Candidate of Sciences (Biology), Assistant Professor of the Department of Applied Ecology and Tourism in Natural Resources Management Institute – Faculty of game management of V.N. Skalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev St., 59, tel. 89501193442, e-mail: ignitmuz@gmail.com).

Skokova Ekaterina N. – master's degree student of the Department of Applied Ecology and Tourism in Natural Resources Management Institute – Faculty of game management of V.N. Skalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev St., 59, tel. 89086412089, e-mail: ekaterina.skokova@gmail.com).

ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА. ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.4:619:612.017

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ Т- И В- ЗВЕНЬЕВ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ У СУПОРΟΣНЫХ СВИНОМАТОК С УЧЕТОМ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Н.В. Ефанова, С.В. Баталова, Л.М. Осина

Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия

В статье представлены данные о функциональном состоянии иммунной системы супоросных свиноматок за 7 дней до опороса. Изучена зависимость формирования иммунной системы свиноматок от наличия в помётах мертвых плодов, от уровня многоплодия и количества опоросов.

Установлено, что за 7 дней до опороса матки, имеющие в своих помётах мертворожденных, отличались от маток, в чьих помётах мёртвые плоды отсутствовали более высокими показателями IgG, T- лимфоцитов, T- индукторов-хелперов, активированных T- лимфоцитов, В – лимфоцитов. Так же обнаружена связь между уровнем многоплодия и интенсивностью лейкопоэза, синтеза IgG и образования T- индукторов-хелперов. Матки, в помётах которых находилось от 10 до 14 поросят, превосходили маток с меньшим количеством поросят в помётах по концентрации IgG, но уступали им по количеству лейкоцитов и T-индукторов-хелперов.

Сравнение иммунных статусов проверяемых маток и маток со второй и третьей супоросностью показало, что самую низкую активность антителогенеза, T- и B- лимфопоэза демонстрировали проверяемые свиноматки.

Ключевые слова: свиноматки, T-лимфоциты, B-лимфоциты, иммунная система, супоросность, мёртворожденность, опорос.

FUNCTIONAL STATUS OF T- AND B- CELLS OF IMMUNE SYSTEMS OF PREGNANT SOWS, CONSIDERING SOME BIOLOGICAL FEATURES

Efanova N.V., Batalova S.V., Osina L.M.

Novosibirsk State Agricultural University, *Novosibirsk, Russia*

The article presents data on the functional status of the immune systems of pregnant sows in the last 7 days before farrowing. The dependence of the sows' immune system formation on the presence of dead fetuses in the litters, on the level of multiple pregnancies and the number of litters was researched.

It was found, that 7 days before farrowing the sows, that have had dead fetuses in their litters, differ from the sows, in litters of which dead fetuses haven't been found, by higher rates of IgG, T-lymphocytes, T-helper-inducers, activated T-lymphocytes, B-lymphocytes. Also was found a relation between the level of multiple pregnancies and the intensity of leukopoiesis, IgG synthesis and the formation of T-helper-inducers. The sows, in which litters 10 to 14 piglets have been found, outnumbered sows with fewer piglets in litters on the concentration of IgG, but were inferior to them in the number of leukocytes and T-helper-inducers.

The comparison of immune status of checked sows and sows with the second and third pregnancy showed that the lowest activity of antibody responses, T- and B- leukopoiesis have been demonstrated by tested sows.

Key words: sows, T-lymphocytes, B-lymphocytes, the immune system, pregnancy, dead birth, farrowing.

В процессе беременности под влиянием прогестерона и блокирующих иммунную систему матерей факторов плаценты в организме самки развивается состояние иммуносупрессии, обеспечивающее вынашивание аллогенного плода. Изменения в *T*- и *B*- звеньях иммунной системы характеризуются снижением абсолютных значений *T*- и *B*- лимфоцитов, перераспределением соотношения между функционально зрелыми *T*-хелперами и *T*- супрессорами в пользу супрессоров, снижением синтеза IgG и повышением образования IgM и IgG. [2, 6, 7].

В конце беременности гормональный фон матерей меняется: у плодов и беременных повышается уровень кортизола, снижается образование прогестерона и активируется синтез эстрогенов в плаценте. На этом фоне изменения в иммунной системе беременных неизбежны. Поэтому мы поставили цель изучить поведение *T*- и *B*- звеньев иммунной системы у супоросных свиней за 6-7 дней до опороса с учётом разного уровня многоплодия, внутриутробной гибели плодов и количества опоросов.

Материалы и методика. Работа выполнена на базе лаборатории иммунологии кафедры физиологии и биохимии животных Новосибирского государственного аграрного университета и учхоза – племзавода “Тулинское” НГАУ. В первой серии опытов, целью которых являлось изучение связи мёртвоорожденных плодов с состоянием иммунной системы супоросных свиней, нами были сформированы две группы свиноматок. Первая группа состояла из маток, не имевших в своих помётах мертвых поросят. Вторая была сформирована из маток, в помётах которых находилось от 2 до 5 мёртвых плодов.

Во второй серии опытов изучалась связь между количеством поросят в помётах и иммунной системой свиноматок. Для этого из свиноматок были сформированы опытные группы. Первая группа состояла из маток, в чьих помётах находилось от 10 до 14 поросят. Вторая группа была представлена матками, в помётах которых находилось от 7 до 9 новорожденных.

В первом и во втором опытах свиноматок делили на группы по результатам опоросов.

Третья серия опыта была посвящена изучению влияния количества супоросностей на иммунную систему свиноматок. Для этой цели из супоросных маток были сформированы три группы. Первая группа состояла из проверяемых свиноматок, а вторая и третья группы – из маток соответственно со второй и третьей супоросностью.

Каждая группа состояла из 10 голов. В процессе опытов свины находились в одинаковых условиях содержания и кормления.

Пробы крови для исследований отбирали за 7 дней до опороса. Концентрацию лейкоцитов и лейкограмму определяли общепринятыми в гематологии методами.

Для оценки *T*-клеточного звена иммунной системы (ИС) определяли содержание в крови количества общих *T*-лимфоцитов (тЕ-РОК), *T*-индукторов-хелперов (рЕ-РОК), *T*-киллеров-супрессоров (вЕ-РОК), активированных (бЕ-РОК) и тимических *T*-клеток (сЕ-РОК) в реакции спонтанного

розеткообразования лимфоцитов с эритроцитами барана, используя разные режимы инкубации [4, 5]. Идентификацию В-лимфоцитов (ЕМ-РОК) проводили с помощью реакции розеткообразования лимфоцитов с эритроцитами мыши [1]. Концентрацию IgM и IgG в крови определяли методом простой радиальной иммунодиффузии по Манчини [3].

Результаты исследований. Результаты исследований показали, что матки II группы, в помётах которых были мертворожденные, отличались от маток I группы, не имевших мертвых плодов, более активным состоянием иммунной системы (табл. 1).

Таблица 1 - Зависимость иммунной системы свиноматок от наличия в помётах мертвых плодов

Показатели иммунной системы	Группа		Уровень значимости
	I	II	
	матки, в помётах которых не было мертворожденных поросят	матки, в помётах которых были мертворожденные поросята	
тЕ-РОК, %	38.7±0.47	65.5±1.84	P<0.001
рЕ-РОК, %	20.0±1.61	48.0±2.28	P<0.001
вЕ-РОК, %	13.6±0.82	15.8±0.81	-
бЕ-РОК, %	13.2±0.79	16.2±0.51	P<0.01
ЕМ-РОК, %	7.2±0.33	10.4±0.31	P<0.001
IgM, г/л	3.34±0.06	3.24±0.10	-
IgG, г/л	12.26±0.23	14.29±0.12	P<0.001
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	14.5±0.52	13.6±0.39	-
Лимфоциты, %	58.0±1.96	56.0±1.42	-

Так, за 7 дней до опороса в крови маток II группы увеличивалось содержание Т-лимфоцитов, Т-индукторов-хелперов, активированных Т-лимфоцитов, В-лимфоцитов и IgG. В результате матки II группы опережали свиной I группы по перечисленным показателям соответственно на 41.0 (P<0.001), 58.3 (P<0.001), 18.5 (P<0.01), 30.8 (P<0.001) и 14.2% (P<0.001).

Коэффициент соотношения функционально зрелых субпопуляций рЕ-РОК и вЕ-РОК в группе маток с мертворожденными поросятами составил 3.03, что свидетельствовало о преимущественном образовании и высокой активности Т-индукторов-хелперов. Коэффициент соотношения рЕ-РОК и вЕ-РОК в группе маток, не имевших мертворожденных поросят, был значительно ниже и находился на уровне 1.47.

Таким образом, за 7 дней до опороса, матки, в чьих помётах находились мертвые плоды, имели более высокую активность клеточного и гуморального звеньев иммунной системы.

Сравнение показателей маток I группы, имеющих в помётах 10-14 поросят, с показателями маток II группы, в помётах которых было от 7 до 9 поросят, существенных различий между ними не выявило (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительные показатели иммунной системы супоросных свиноматок с разным количеством поросят в помётах

Показатели иммунной системы	Группа		Уровень значимости
	I	II	
	матки, имеющие в помётах от 10 до 14 поросят	матки, имеющие в помётах от 7 до 9 поросят	
тЕ-РОК, %	44.0±1.73	48.0±1.75	-
pЕ-РОК, %	13.0±1.00	20.0±1.56	P<0.01
вЕ-РОК, %	14.9±1.13	14.2±0.60	-
бЕ-РОК, %	10.8±0.96	12.6±1.08	-
ЕМ-РОК, %	12.1±1.46	11.2±0.93	-
IgM, г/л	2.71±0.11	2.55±0.06	-
IgG, г/л	14.4±0.55	12.1±0.44	P<0.01
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	13.47±0.75	16.04±0.40	P<0.01
Лимфоциты, %	67.3±3.78	61.9±1.32	-

Матки I группы имели статистически достоверное преимущество над матками II группы только по содержанию IgG. Разница по этому показателю составила 16% ($P<0.01$). В свою очередь менее многоплодные матки опережали более многоплодных маток по содержанию в крови лейкоцитов на 16.0 ($P<0.01$), а по уровню Т-индукторов-хелперов – на 35.0% ($P<0.01$).

Таким образом, матки, имеющие в своих помётах от 10 до 14 поросят, отличались от менее многоплодных маток более интенсивным синтезом IgG, более низким уровнем лейкопоза и образования Т-индукторов – хелперов.

Исследование состояния иммунной системы супоросных свиноматок, имеющих разное количество беременностей, проводили за 7 дней до опороса. Сравнительный анализ полученных результатов показал, что матки второй супоросности, составляющие II группу, отличались от проверяемых маток I группы более интенсивным лимфопоэзом и антителогенезом. Благодаря этому матки II группы превосходили проверяемых маток по образованию лимфоцитов на 19.4 ($P<0.001$), по количеству Т-лимфоцитов – на 14.5 ($P<0.001$), а по содержанию В-лимфоцитов – на 31.9% ($P<0.001$). Кроме того, животные II группы опережали проверяемых маток по содержанию в крови тимических малодифференцированных Т-лимфоцитов на 43.6 ($P<0.01$), по уровню активированных Т-лимфоцитов – на 34.4 ($P<0.001$), по концентрации IgM – на 17.3 ($P<0.001$), а по количеству IgG – на 19.4% ($P<0.001$) (табл. 3).

Однако, несмотря на высокую активность В-звена иммунной системы и Т-лимфопоэза, уровни функционально зрелых Т-индукторов-хелперов и Т-киллеров-супрессоров в крови маток II группы были ниже, чем у проверяемых маток. Разница составила соответственно 27.6 ($P<0.001$) и 19.1% ($P<0.01$).

Самый высокий уровень антителогенеза наблюдался у маток третьей супоросности. В результате матки III группы превосходили маток II группы по концентрации IgM на 8.6% ($P<0.001$), а по содержанию IgG – на 14.8% ($P<0.001$).

Таблица 3 – Характеристика иммунной системы свиноматок с разным числом супоросностей

Показатель иммунной системы	Матки первой супоросности	Матки второй супоросности	Матки третьей супоросности	Уровень значимости между матками 1 и 2 групп	Уровень значимости между матками 2 и 3 групп
	группа				
	I	II	III		
тЕ-РОК, %	47.0±1.57	55.0±0.89	57.0±1.14	P<0.001	-
pE-РОК, %	20.3±0.99	14.7±0.99	30.8±1.01	P<0.001	P<0.001
вЕ-РОК, %	18.3±0.84	14.8±0.65	17.3±0.76	P<0.01	P<0.05
бЕ-РОК, %	8.0±0.58	12.2±0.48	12.3±0.56	P<0.001	-
сЕ-РОК, %	4.4±0.81	7.8±0.64	7.4±0.78	P<0.01	-
ЕМ-РОК, %	15.8±1.01	23.2±0.65	25.2±1.25	P<0.001	-
Ig M, г/л	2.3±0.02	2.78±0.01	3.04±0.03	P<0.001	P<0.001
Ig G, г/л	12.5±0.22	15.5±0.27	18.2±0.24	P<0.001	P<0.001
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	13.0±0.48	12.5±0.48	13.3±0.78	-	-
Лимфоциты, %	58.0±2.50	72.0±0.50	67.0±2.00	P<0.001	P<0.05

Одновременно с повышением синтеза иммуноглобулинов в крови маток третьей супоросности происходил количественный рост функционально зрелых *T*-лимфоцитов, что, в свою очередь, привело к превосходству III группы над II по количеству *T*-индукторов-хелперов на 52.3 ($P<0.001$), а по уровню *T*-киллеров-супрессоров – на 14.5% ($P<0.05$).

В то же самое время относительное число лимфоцитов у маток с третьей супоросностью было на 6.9% ($P<0.05$) ниже, чем у маток со второй супоросностью.

Преимущество маток с третьей супоросностью над проверяемыми матками по содержанию в крови лимфоцитов, общего количества *T*-лимфоцитов, *T*-индукторов-хелперов, активированных *T*-лимфоцитов, тимических *T*-лимфоцитов, *B*-лимфоцитов и иммуноглобулинов классов М и G находилось на самом высоком уровне значимости ($P<0.001$).

Таким образом, с увеличением числа беременностей у супоросных свиноматок повышалось образование *T*-, *B*- лимфоцитов и иммуноглобулинов классов М и G.

Выводы. 1. Свиноматки, в помётах которых находились мертвые плоды, отличались от маток, не имевших мертворожденных, более активным состоянием *T*- и *B*-звеньев иммунной системы.

2. Активность иммунной системы супоросных свиноматок зависит от уровня многоплодия. Матки, имеющие в своих помётах от 10 до 14 поросят, отличались от маток, в чьих помётах находилось от 7 до 9 поросят, более интенсивным синтезом IgG, более низким уровнем лейкопоза и образования *T*-индукторов – хелперов.

3. Количество супоросностей свиноматок определяет характер их иммунного статуса. С увеличением числа беременностей у свиноматок

повышалось образование Т-, В- лимфоцитов и иммуноглобулинов классов М и G.

Список литературы

1. *Бабаян В.А.* Реакция спонтанного розеткообразования В-лимфоцитов свиней с эритроцитами мыши / *В.А. Бабаян, А.А. Коломыйцев, А.С. Геворгян* // Ветеринария. – 1988. – № 11. – С. 35-39.
2. *Бакшеев А.Ф.* Иммунология свиньи / *А.Ф. Бакшеев, Н.В. Ефанова, П.Н. Смирнов, К.А. Дементьева.* – Новосибирск: Наука, 2003. – 143 с.
3. Иммунологические методы / Под ред. Г. Фримеля.: Пер. с нем. – М.: Медицина, 1987. – С. 82-88.
4. *Кожевников В.С.* Идентификация субпопуляций Т-лимфоцитов человека методами розеткообразования с эритроцитами барана / *В.С. Кожевников, Л.В. Сахно* // Новые методы научных исследований клинической и экспериментальной медицине: Сб. науч. тр. – Новосибирск: НГУ, 1980. – С. 46-48.
5. *Лозовой В.П.* Методы исследований Т-системы иммунитета в диагностике вторичных иммунодефицитов при заболеваниях и повреждениях: Учебное пособие / *В.П. Лозовой, В.С. Кожевников, И.А. Волчек и др.* – Томск: ТомскГУ, 1986. – С. 4-6.
6. *Петрова М.Г.* Естественная резистентность у свиней разных физиологических групп в зависимости от продуктивных показателей / *М.Г. Петрова* / Автореф. дис. ...канд. биол. наук. – Курск, 2005. – 26 с.
7. *Тихонов В.Н.* Микроэволюционная теория и практика породообразования свиней / *В.Н. Тихонов, К.В. Жучаев.* БиТИ. СО РАН. ИЦиГ. – Новосибирск: НГАУ, 2008. – 395 с.

References

1. Babayan V.A., Kolomytsev A.A., Gevorgyan S.A. *Reaction of spontaneous rosette b-lymphocytes with pig red blood cells mouse* [The reaction of spontaneous rosette formation of pigs' B-lymphocytes with erythrocytes of mouse]. Veterinary, 1988, p. 35-39.
2. Baksheev A.F., Efanova N.V., Smirnov P.N., Dementieva K.A. *Immunology of the pig* [Immunology of pigs]. Novosibirsk, 2003, 143 p.
3. Frimel G. *Immunological methods* [Immunological methods]. Moscow, 1987, p. 82-88.
4. Kozhevnikov S.V., Sakhno L.V. *Identification of subpopulations of T-lymphocytes by methods rosette with sheep red blood cells* [Identification of subpopulations of human T-lymphocytes with sheep erythrocytes using rosette formation methods]. Novosibirsk, 1980, p. 46-48.
5. Lozovoy V.P., Kozhevnikov V.S., Volchek I.A., et al. *Research methods the T-system of immunity in the diagnosis of secondary immunodeficiency diseases and injuries* [Methods of researching T-immune system in the diagnosis of secondary immunodeficiencies in case of diseases and injuries]. Tomsk, 1986, p. 4-6.
6. Petrov M. G. *Natural resistance in pigs of different physiological groups depending on productive performance.* [Natural resistance of pigs of different physiological groups, depending on the productive factors]. Kursk, 2005, 26 p.
7. Tikhonov V.N., Zhuchaev K.V. *Microevolutionary theory and practice of rock formations pigs* [Micro-evolutionary theory and practice of breed formation of pigs]. Novosibirsk, 2008, 395 p.

Сведения об авторах:

Баталова Светлана Владимировна – доцент кафедры физиологии и биохимии человека и животных биолого-технологического факультета. Новосибирский государственный аграрный университет (630039, Россия, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 162, тел. 89139424967, e-mail: ngaufiziologi@mail.ru).

Ефанова Нина Владимировна – профессор кафедры физиологии и биохимии человека и животных биолого-технологического факультета. Новосибирский государственный аграрный университет (630039, Россия, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 162, тел. 89133894494, e-mail: ngaufiziologi@mail.ru).

Осина Людмила Михайловна – доцент кафедры физиологии и биохимии человека и животных

биолого-технологического факультета. Новосибирский государственный аграрный университет (630039, Россия, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 162, тел. 8(383)2642800, e-mail: ngaufiziologi@mail.ru).

Information about the authors:

Efanova Nina V. – professor of the Department of Physiology and Biochemistry of a human being and animals biology and engineering Faculty. Novosibirsk State Agrarian University (630039, Russia, Novosibirsk, Dobrolyubova str., 162, tel.: 89133894494, e-mail: ngaufiziologi@mail.ru).

Batalova Svetlana V. – assistant professor of the Department of Physiology and Biochemistry of a human being and animals biology and engineering Faculty. Novosibirsk State Agrarian University (630039, Russia, Novosibirsk, Dobrolyubova str., 162, tel.: 89139424967, e-mail: ngaufiziologi@mail.ru).

Osina Lyudmila M. – assistant professor of the Department of Physiology and Biochemistry of a human being and animals biology and engineering Faculty. Novosibirsk State Agrarian University (630039, Russia, Novosibirsk, Dobrolyubova str., 162, tel. 8(383)2642800, e-mail: ngaufiziologi@mail.ru).

УДК 636.2.084.2

**ВЛИЯНИЕ РАЗНОГО СОСТАВА КОМБИКОРМА НА
ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА СВИНОМАТОК**

Ю.Н. Носырева, А.А. Молькова

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В статье дана оценка влиянию состава комбикорма на воспроизводительную функцию свиноматок. Набор кормов для опытной группы свиноматок в первый и второй период супоросности отличался лишь тем, что в его составе мясо-костная мука была заменена на рыбную. Исследования проводились в СХПК “Усольский свинокомплекс”. Для экспериментальных исследований были подобраны супоросные свиноматки породы крупная белая и ландрас одного срока осеменения. Изменение состава комбикорма в опытной группе позволило получить больше живых поросят. Количество родившихся поросят в контрольной группе было выше на 13.7%, но сохранность их составила всего 89.9%. В опытной группе свиноматок сохранность поросят составила 91.8%. Отсюда в расчете на 1 свиноматку в контрольной группе было получено 11.6 поросят с живой массой 1.4 кг, а в опытной соответственно 13.4 и 1.5 кг.

Ключевые слова: свиноматка, супоросность, поросята, мясо-костная мука, рыбная мука, комбикорм.

**INFLUENCE OF DIFFERENT COMPOUNDS OF COMBINED FEED ON REPRODUCTIVE
QUALITIES OF SOWS**

Nosyreva J.N., Molkova A.A.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The influence of compounds of combined feed on the reproductive function of sows is evaluated in the article. Set of feeds for sows in the experimental group of the first and the second periods of pregnancy differed only in that meat-and-bone meal has been replaced by a fish meal. The studies were conducted in IAPC (integrated agricultural production centre) “Usolsky pig complex”. For experimental studies pregnant sows of Large White and Landrace breed of one term insemination were selected. Changing of the composition of combined feed in yielded more living piglets. The number of piglets born in the experimental group was higher by 13.7%, but their safety was only 89.9%. In the experimental sows’ group safety of piglets amounted to 91.8%. Hereof, on one sow in the control group 11.6 piglets were obtained with body weight of 1.4 kg, and respectively 13.4 and 1.5 kg in the

experimental one.

Key words: a sow, pregnancy, piglets, meat and bone meal, fish meal, combined feed.

Свиноводство – одна из самых высокоэффективных отраслей животноводства, так как от одной свиноматки при интенсивном ведении хозяйства можно получить 2-2.5 т свинины, при этом затрачивая на производство одного центнера продукции 4-4.5 ц кормовых единиц. Наряду с другими факторами, влияющими на продуктивность, главным является полноценное кормление.

Цель исследования – научное обоснование влияния состава комбикорма для супоросных свиноматок на качество потомства.

Материал, методика и обсуждение результатов исследования. Исследования проводили в условиях хозяйства СХПК “Усольский свинокомплекс”. Группы свиноматок формировали согласно общепринятой методики постановки научно-хозяйственных опытов. Учитывали возраст свиноматок, живую массу и срок осеменения. Для постановки научно-хозяйственного опыта было сформировано две группы супоросных свиноматок по 5 голов в каждой. Причем в каждой группе было по три свиноматки крупной белой породы и по две головы породы ландрас. Все животные находились в одинаковых условиях содержания и обслуживались одной свиаркой.

В таблице 1 представлен состав комбикорма и рационы кормления свиноматок контрольной и опытной групп по периодам супоросности.

Таблица 1 – Состав комбикорма и рационы кормления свиноматок по периодам супоросности

Корма	Контрольная группа		Опытная группа	
	% ввода кормов в состав комбикорма			
	Первый период (84 дня)	Второй период (30 дней)	Первый период (84 дня)	Второй период (30 дней)
Дробленка	82.8	82.8	78.9	82.3
Мясо-костная мука	4.5	4.5	3.5	3.6
Рыбная мука	-	-	2.0	1.5
Вит. травяная мука	6.1	6.1	10.0	8.0
Шрот соевый	5.0	5.0	4.0	3.0
Мел	1.0	1.0	1.0	1.0
Костовит-Форте	0.1	0.1	0.1	0.1
Итого	100.0	100.0	100.0	100.0
В рационе содержится				
Корм. ед., кг	2.33	3.04	2.38	3.09
ОЭ, МДЖ	26.2	34.2	26.8	34.7
Сырой протеин, г	330	430	351	445
Переваримый протеин, г	248	324	269	334
Лизин, г	13.6	17.7	15.5	18.7
Метионин+цистин, г	9.7	12.6	10.6	13.5
Сырая клетчатка, г	169	220	164	236
Кальций, г	22	29	24	31
Фосфор, г	15	19	16	20

Из таблицы 1 следует, что свиноматки контрольной группы на протяжении всего срока супоросности получали состав комбикорма используемый в хозяйстве. В комбикорме опытной группы мясо-костная мука была заменена на рыбную, что позволило улучшить аминокислотный состав протеина при одинаковой энергетической ценности рациона. Вместе с тем, замена мясо-костной муки на рыбную вызвала и изменение структуры основных компонентов в составе комбикорма опытной группы.

Скармливание разного по составу комбикорма оказало влияние на воспроизводительные качества свиноматок.

Показатели репродуктивных качеств свиноматок опытной и контрольной группы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Воспроизводительные качества свиноматок

№ п/п	Кличка	Порода	Родилось поросят					
			Всего голов	В том числе			Вес 1 поросенка, кг	Вес гнезда, кг
				живых	слабых	мертвые, мумии		
Контрольная группа								
1	Матильда	кр. белая	14	10	2	2	1.5	15.0
2	Герань	кр. белая	18	12	2	4	1.3	15.6
3	Ч. птичка	кр. белая	15	12	1	1/1	1.4	16.8
4	Бирюсинка	ландрас	19	12	1	6	1.5	18.0
5	Мальва	ландрас	17	12	2	3	1.4	16.8
	Итого:		83	58	8	1/16		82.2
	Среднее на свиноматку		-	11.6	-	-	1.4	-
Опытная группа								
1	Шанель	кр. белая	16	16	-	-	1.7	27.2
2	Волшебница	кр. белая	14	13	1	-	1.5	19.5
3	Малинка	кр. белая	16	13	3	-	1.5	19.5
4	Петта	ландрас	14	14	-	-	1.6	22.4
5	Жозефина	ландрас	13	11	-	1/1	1.3	14.3
	Итого:		73	67	4	1/1		102.9
	Среднее на свиноматку		-	13.4	-	-	1.5	-

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что количество родившихся поросят в контрольной группе было выше на 13.7%, но сохранность их составила всего 89.9%. В опытной группе свиноматок сохранность поросят составила 91.8%. Отсюда в расчете на 1 свиноматку в контрольной группе было получено 11.6 поросят с живой массой 1.4 кг, а в опытной соответственно 13.4 и 1.5 кг. Общая живая масса поросят опытной группы на 20.7 кг (25.2%) выше, чем в контрольной.

Изменение состава комбикорма повлияло и на стоимость израсходованных кормов за период супоросности. В опытной группе затраты на корма выше на 2160 рублей, но учитывая стоимость живой массы поросят дополнительная выгода составила 603 рубля в расчете на одну свиноматку.

Выводы. 1. В результате замены мясо-костной муки на рыбную способствует получению от свиноматок более качественного потомства.

2. Экономическая эффективность замены мясо-костной муки на рыбную при кормлении супоросных свиноматок составила 603 рубля в расчете на одну свиноматку.

3. Результаты проведенных исследований подтверждают целесообразность замены мясо-костной муки на рыбную.

Список литературы

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А.П. Калашикова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова – М. 2003. – 456 с.

2. Бекенев В.А. Технология разведения и содержания свиней: Учебное пособие для вузов / В.А. Бекенев // СПб.: Лань, 2012. – 416 с.

References

1. *Normi i racioni kormleniya selskohozyaistvennihivotnih* [Standards and rations of feeding farm animals]. Moscow, 2003, 456 p.

2. Bekenev V. A. *Tehnologiya razvedeniya i soderganiya sviney* [Breeding technology and maintenance of pigs]. Sankt-Petersburg, 2012, 416 p.

Сведения об авторах:

Молькова Алена Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления, селекции и частной зоотехнии факультета Биотехнологии и ветеринарной медицины. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89021708542, e-mail: molkova-1980@rambler.ru).

Носырева Юлия Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления, селекции и частной зоотехнии факультета Биотехнологии и ветеринарной медицины. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89025193264, e-mail: molkova-1980@rambler.ru).

Information about authors:

Molkova Alena A. – candidate of agricultural sciences, professor of the department of feeding, breeding and private zootechnics in the Faculty of Biotechnology and Veterinary Medicine. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev st., 59, tel. 89021708542, e-mail: molkova-1980@rambler.ru).

Nosyreva Yulia N. – candidate of agricultural sciences, professor of feeding, breeding and private zootechnics in the Faculty of Biotechnology and Veterinary Medicine. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664007, Russia, Irkutsk, Timiryazev st., 59, tel. 89025193264, e-mail: molkova-1980@rambler.ru).

УДК 636.2.033:636.033

ВОЗМОЖНОСТЬ УСКОРЕННОГО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ГОВЯДИНЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.М. Сулоев, М.Ф. Смирнова, С.Л. Сафронов

Санкт-Петербургский аграрный университет, г. Пушкин, Россия

Впервые в условиях Ленинградской области проведены исследования по выяснению закономерностей роста, развития и формирования мясной продуктивности бычков от

молочного и помесного скота. При убое в 16 месяцев помесный молодой имел живую массу 547.9 кг, а чистопородный черно-пестрый скот – 442.3 кг. За период исследований затраты кормов на 1 кг прироста составили 6.7 и 7.5 ЭКЕ, себестоимость 1 кг прироста 100.5 руб. и 113.8 руб. соответственно. Убойный выход у помесного скота составил 57%, у чистопородного – 50.8%. Выручка за 1 голову помесного бычка составила 57.1 тыс. руб., чистопородного – 45.8 тыс. руб. Прибыль от выращивания 1 помесного бычка составила 4.4 тыс. руб., а убыток от выращивания чистопородного составил 0.7 тыс. руб. соответственно.

Ключевые слова: мясное скотоводство, порода, помеси, откорм, прирост, дегустация, эффективность производства, прибыль.

THE POSSIBILITY OF ACCELERATED IMPORT PHASE-OUT OF BEEF UNDER THE CONDITIONS OF THE LENINGRAD REGION

Suloev A.M., Smirnova M.F., Safronov S.L.

St. Petersburg State Agrarian University, *Pushkin, Russia*

For the first time in the conditions of the Leningrad region researches were conducted to explain the patterns of growth, development and formation of meat productivity of bullocks from dairy and crossbred cattle. Being slaughtered at 16 months, crossbred young animals had body weight of 547.9 kg, and purebred black-and-white cattle – 442.3 kg. During the period of researches expenses of forages on 1 kg per increment were 6.7 and 7.5 EFU, the prime cost of 1 kg per increment was 100.5 RUB and 113.8 RUB respectively. Slaughtered outcome of crossbred cattle accounted 57%, purebred – 50.8%. Revenue per 1 head of crossbred bullock amounted to 57.1 thousand RUB, purebred – 45.8 thousand RUB. Profit from raising 1 crossbred bullock was 4.4 thousand RUB, and a loss from raising purebred was 0.7 thousand RUB respectively.

Key words: beef cattle, breed, crossbreeds, fattening, increment, testing, production efficiency, profit.

Скотоводство России остается одним из важнейших составляющих сельского хозяйства, но именно в этой отрасли животноводства наблюдается наибольшее количество нерешенных проблем. Так, с 1990 по 2012 год численность поголовья крупного рогатого скота снизилась с 57.0 до 19.9 млн. голов, производство говядины уменьшилось с 4.3 до 1.6 млн. тонн [1]. Производство говядины в России значительно отстает от потребности населения в ней. Из необходимых 30 кг качественного продукта отрасль крупного животноводства своими силами способна предоставить только около 12 кг на человека. Так, по данным Госстата, в 2014 году производство говядины на душу населения составило 12.4 кг, а потребление – 18 кг, т.е. обеспеченность за счет собственного производства составила 68.9%, а необходимо не менее 88% (Доктрина продовольственной безопасности). Остальную часть потребляемой населением говядины в РФ составляет импортное мясо крупного рогатого скота [2, 3].

Основным поставщиком говядины в России является молочное скотоводство (хотя подобное производство мяса убыточно), поголовье которого продолжает сокращаться, вызывая снижение производства мяса крупного рогатого скота [4]. Широкомасштабная голштинизация молочного скота в нашей стране привела не только к росту молочной продуктивности, превысившей в 2013 году 5000-ный рубеж надоев, но и к снижению мясной продуктивности ввиду более низкой обмускуленности голштинизированного

скота. С другой стороны, возросла возможность использовать часть низкопродуктивного маточного поголовья молочного скота для скрещивания со специализированными мясными породами для получения говядины более высокого качества [5].

В сложившихся условиях и в связи с имбарго на мясо из ЕС остро стоит вопрос об импортозамещении, т.е. изыскание путей ускоренного обеспечения населения говядиной собственного производства (полученной в стране).

Одним из таких путей является увеличение поголовья мясного скота.

По данным ФГБНЦ ВНИИплем с 2000 по 2013 гг. в Россию завезено 215191 голов мясного скота 9 пород. Это хороший генетический потенциал, но его мало для увеличения производства мяса. В странах ЕС мясной скот составляет 40% от общего поголовья крупного рогатого скота, в США, Канаде – до 80%. Для достижения в РФ уровня ЕС необходимо увеличить поголовье мясного скота в 3 раза.

Государственной программой развития сельского хозяйства на период 2013-2020 годы отдельной подпрограммой развития мясного скотоводства предусмотрено увеличение поголовья скота специализированных мясных пород и помесей от скрещивания с ними к 2020 году до 3.6 млн. голов [6]. На начало II квартала 2015 г. в стране насчитывалось более 2.5 млн. голов чистопородного и помесного мясного скота.

Второй путь увеличения объемов производства говядины – организация товарных хозяйств [7]. Суть работы этих предприятий – получение помесного молодняка для откорма на основе промышленного скрещивания. В отечественном молочном скотоводстве ежегодно происходит выбраковка около 30% коров по разным причинам, из которых до 20% пригодны для воспроизводства [8]. Этих коров и телок, не пригодных для ремонта молочного стада, следует осеменять спермой чистопородных мясных быков-производителей. Полученный помесный молодняк высоко наследует количественные и качественные показатели мясной продуктивности по отцовской линии [9].

Сотрудниками СПбГАУ и СЗНИЭСХ проведен научно-хозяйственный опыт по сравнительной оценке мясной продуктивности бычков черно-пестрой породы и помесей I поколения (черно-пестрая х герефордская породы).

Цель исследования – определить эффективность скрещивания коров и телок молочного направления продуктивности, непригодных для воспроизводства основного стада с быками-производителями мясных пород в условиях Северо-Запада России.

Методика исследования. Для проведения исследований в условиях учебного хозяйства СПбГАУ “Пушкинское” методом аналогов были сформированы 2 группы молодняка по 15 голов в каждой.

Условия кормления и содержания были одинаковыми. Бычки черно-пестрой породы и помеси I поколения (черно-пестрая х герефордская) выращивались по схеме выращивания телят молочного направления продуктивности. До 3-х-месячного возраста молодняк содержался в групповых клетках на ручной выпойке молока. Также в этот период животные приучались

к поеданию концентрированных кормов (с 5-суточного возраста), сена (с 11 сут.) и силоса (с 51 сут.), получали поваренную соль и кормовой мел. Кормление осуществлялось на группу, учет кормов – по поедаемости. К концу данного периода молодняк I группы (помеси) потреблял сена – на 6%, силоса – на 3% и молока – на 10% больше, чем их аналоги из II группы (чистопородные). Различий в потреблении концентратов в этот период не отмечено.

С трех месяцев и до достижения живой массы 300 кг (помеси в 8-9 мес., чистопородные в 10 мес.) молодняк содержался группами в боксах по 5 голов. Объемистые корма задавали по поедаемости. Оценка и корректировка норм скармливания осуществлялась два раза в месяц путем подсчета (взвешивания) несъеденных остатков корма в кормушках. Изменения рационов были незначительными за счет увеличения или уменьшения отдельных видов корма. Помесные бычки (I группа) отличались лучшим аппетитом, чем их чистопородные сверстники (II группа). Так, за данный период они съели силоса на 7%, сена – на 5% и концентратов – на 0.5% больше. При этом затраты кормовых единиц на 1 кг прироста у животных I группы составили в среднем на 10.8% меньше, чем у представителей II группы.

Далее животные были переведены на привязное содержание. Молодняк I группы, по-прежнему, обладал тенденцией к несколько большему потреблению кормов, чем аналоги из II группы – потребили на 8% больше силоса и на 6% сена. Также в этот период они отличались лучшей оплатой корма, чем бычки II группы. Этот показатель в группе помесных бычков оказался выше, чем у чистопородных на 16%.

С момента достижения 12-месячного возраста все животные переведены на привязное содержание для проведения фазы заключительного откорма с преобладанием концентрированных кормов.

Результаты исследований. Изменение живой массы быков в разные возрастные периоды представлено в табл. 1.

Таблица 1 – Динамика живой массы бычков за период исследования, кг

Группа	Порода	Возраст, мес.						
		При рождении	3	6	9	12	14	16
I	Помеси I поколения (черно-пестрые х герефорд)	37.0± 0.3	109.9± 2.5	215.7± 4.5	309.5± 5.1	408.2± 5.6	480.0± 6.5	547.9± 8.5
II	Чистопородные черно-пестрые	41.0± 0.3	103.2± 2.0	197.5± 3.3	278.0± 3.3	357.1± 4.0	390.0± 5.3	442.3± 6.7
I ± к II		-4.0	+6.7	+18.2	+31.5	+51.1	+90.0	+105.6

Из данных табл. 1 следует, что помесные бычки при рождении имели массу меньше на 9.7% по сравнению с их сверстниками черно-пестрой породы. К концу третьего месяца средняя живая масса помесных бычков была уже больше на 6% и в дальнейшем разница возрастала. Так, в возрасте 16 мес. (485 дн. учетного периода) средняя живая масса черно-пестрого молодняка

составляла 442.3 кг, а у помесей – 547.9 кг (23.8%).

Эффективность откорма животных определяют по показателям откормочных и мясных качеств. Откормочные качества особей в группах определяли по показателям величины приростов живой массы за период исследований (табл. 2). В конце опыта из каждой группы было отобрано по 3 головы для контрольного убоя.

Таблица 2 – Характеристика живой массы и приростов бычков разных групп за период исследований

Инд. № бычка	Живая масса, кг		Абсолютный прирост, кг	Среднесуточный прирост, г
	при рождении	съемная		
I группа				
77	38.0	553.3	515.3	1062.4
89/1	37.0	533.6	496.6	1023.9
91/1	38.5	563.2	524.7	1081.8
в среднем по группе	37.8	550.0	512.2	1056.0
II группа				
89/2	41.0	438.6	397.6	819.7
90	42.0	457.1	415.1	855.8
91/2	41.0	435.6	394.6	813.6
в среднем по группе	41.3	443.8	402.5	829.7

Из представленных данных табл. 2 видно, что наибольший прирост живой массы за период исследований имели помесные бычки. Так, по величине абсолютного и среднесуточного приростов разница между группами составила 21%. Следует отметить, что в группе помесного молодняка величина среднесуточного прироста составила более 1 кг, что соответствует показателям специализированных мясных пород.

О результатах проводимого откорма крупного рогатого скота можно судить по показателям мясных качеств после убоя. Результаты убоя бычков исследуемых групп приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Показатели убоя подопытных бычков по группам

Группа	Инд. № бычка	Предубойная масса, кг	Масса парной туши, кг	Внутренний жир, кг	Итого, кг	Убойный выход, %
I	77	542.2	307.0	4.7	311.7	57.4
	89/1	522.9	287.8	4.2	292.0	55.8
	91/1	551.9	314.4	4.8	319.2	57.8
в среднем по группе		539.0	303.1	4.6	307.6	57.0
II	89/2	425.8	211.6	2.0	213.6	50.2
	90	443.8	222.8	2.2	225.0	50.7
	91/2	423.1	216.2	2.2	218.4	51.6
в среднем по группе		430.9	216.9	2.1	219.0	50.8

Анализ таблицы 3 показал, что лучшими мясными качествами обладают помесные бычки. Перед убоем их масса была выше, чем у чистопородных сверстников на 25.1%. Масса парной туши в среднем по группе у помесных бычков составила 303,1 кг, черно-пестрых – 216.9 кг, убойный выход соответственно 57.0 и 50.8%.

В оценке мясной продуктивности скота большое внимание уделяется морфологическому составу получаемых туш. Результаты разделки туш убойных животных в группах по отрубам представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Морфологический состав туш, кг

№ бычка	Масса охлажденной туши	В том числе по отрубам, кг										Масса костей
		Тазо-бедренный	Пояснично-подвздошная мышца	Подлопаточный	Рёберный и грудной	Лопаточный без голяшки	Шейный	Передняя голяшка	Задняя голяшка	Пашина	Обрезь и пищевые зачистки	
I. Помеси 1-го поколения												
77	297.8	48.2	2.9	20.3	33.3	28.5	12.7	10.6	9.7	48.9	29.3	53.6
89/1	279.2	42.3	2.7	12.8	35.0	26.0	10.0	9.7	9.9	44.2	30.0	56.6
91/1	305.0	48.4	3.0	22.6	37.1	29.3	13.3	11.6	9.8	47.2	26.2	56.5
в среднем по группе	294.0	46.3	2.9	18.6	35.1	27.9	12.0	10.6	9.8	46.8	28.5	55.4
II. Черно пестрые чистопородные												
89/2	205.2	20.7	1.4	10.5	24.8	18.0	7.8	8.7	8.5	40.8	14.3	49.7
90	216.1	23.4	1.5	11.5	27.6	23.9	8.0	9.2	9.0	30.7	19.5	51.8
91/2	209.7	21.5	1.4	10.8	26.7	19.1	7.5	9.0	8.7	37.0	17.8	50.2
в среднем по группе	210.3	21.9	1.4	10.9	26.4	20.3	7.8	9.0	8.7	36.2	17.2	50.6

Масса охлажденной туши в I группе составила 294 кг, во второй – 210,3 кг или выше в I группе на 83.7 кг по сравнению со II группой (на 39.8%). Мясность туши в I группе 81.2% ($[294 - 55.4] / 294$), во второй 75.9% ($210.3 - 50.6 / 210.3$).

В I группе по сравнению со II масса тазобедренного отруба была выше в среднем на 26.5 кг, пояснично-подвздошной мышцы (вырезки) – на 1.5 кг, отруба лопаточного – на 7.6 кг. В целом в группе помесных бычков значительно больше получено мяса высшего сорта. По химическому составу мясо помесных бычков приближается к таковому чистопородных мясных. Это подтверждается проведенной дегустацией мяса отварного, бульона и мяса жареного (табл. 5). По всем показателям дегустации получены более высокие оценки в I группе (помесных бычков).

Таблица 5 – Результаты дегустации мяса и бульона

Группа	Оцениваемые показатели, баллы (5-бальная шкала)					
Мясо вареное						
	Внешний вид	Запах (аромат)	Вкус	Консистенция (нежность, жесткость)	Сочность	
I	4.5	4.6	4.7	4.6	4.8	
II	4.2	4.2	4.1	4.1	4.0	
I±II	+0.3	+0.4	+0.6	+0.5	+0.8	
Бульон						
	Внешний вид, цвет	Запах (аромат)	Вкус	Наваристость		
I	4.6	4.5	4.6	4.7		
II	3.9	4.1	3.8	4.0		
I±II	+0.7	+0.4	+0.8	+0.7		
Мясо жареное						
	Внешний вид	Цвет на разрезе	Запах (аромат)	Вкус	Консистенция (нежность, жесткость)	Сочность
I	4.5	4.6	4.8	4.7	4.4	4.8
II	4.3	4.3	4.2	4.0	3.8	3.8
I±II	+0.2	+0.5	+0.6	+0.7	+0.6	+1.0

Вареное мясо I группы было оценено выше, чем мясо II группы по сочности (+0.8), консистенции (+0.5), вкусу (+0.6), аромату (+0.4) и внешнему виду (+0.3). Бульон в I группе отличался наваристостью (+0.7), вкусом (+0.8), ароматом (+0.4) и внешнему виду (+0.7). Показатели оценки жареного мяса также оказались несколько выше в I группе.

Затраты кормов на 1 кг прироста в группе помесных бычков составили 6.7 ЭКЕ, а в группе чистопородных черно-пестрых – 7.5 ЭКЕ (табл.6.)

Таблица 6 – Показатели эффективности откорма молодняка крупного рогатого скота

Группа	Прирост живой массы	Расход кормов, ЭКЕ		Себестоимость 1 кг прироста, руб.	Затраты на выращивание 1 гол, руб.	Выручка от реализации 1 гол, руб.*	Прибыль, руб.
		всего на 1 гол	на 1 кг прироста				
I. Помеси 1-го поколения	524.7	351.5	6.7	100.5	52732.3	57134.0	4401.7
II. Чернопестрые чистопородные	407.5	301.8	7.5	113.8	46373.5	45675.4	-698.1

* Цена реализации 1 кг живой массы составила 106 руб.

На данный момент мясоперерабатывающие предприятия принимают молодняк крупного рогатого скота по одним ценам, без дифференциации по происхождению на мясных и молочных. Выручка за 1 голову помесного бычка

составила 57.1 тыс. руб., чистопородного – 45.8 тыс. руб. Прибыль от выращивания 1 помесного бычка составила 4.4 тыс. руб., а убыток от выращивания чистопородного составил 0.7 тыс. руб. соответственно.

Выводы. 1. Проведенные исследования показали целесообразность разведения помесного скота. Так, в одинаковых условиях кормления и содержания помесные бычки, идентичные по возрасту с чистопородными черно-пестрыми (16 мес.), имели значительно большую живую массу (550.0 кг/гол и 443.8 кг), убойный выход (57.0% и 50.8%), среднесуточный прирост (1056.0 г и 829.7 г), массу охлажденной туши (294.0 и 210.0 кг).

2. Затраты кормов на 1 кг прироста составили 6.7 и 7.5 ЭКЕ, себестоимость 1 кг прироста 100.5 руб. и 113.8 руб. соответственно.

3. Прибыль на 1 голову помесного бычка составила 4.4 тыс. руб.

Список литературы

1. Россия 2015: Статистический справочник – М.: Росстат., 2015. – С. 23-26.
2. Смирнова М.Ф. Резервы увеличения объемов производства говядины / М.Ф. Смирнова, С.Л. Сафронов, Т.В. Гришагина, А.М. Сулов // Научное обеспечение инновационного развития АПК. – 2014. – С. 226-229.
3. Дунин И.М. Перспективы развития мясного скотоводства России в современных условиях / И.М. Дунин, Г.И. Шичкин, А.А. Кочетков // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – №5. – С.2-5.
4. Смирнова М.Ф. Развитие мясного скотоводства в Северо-Западном федеральном округе Российской Федерации (Рекомендации) / М.Ф. Смирнова, В.В. Смирнова, А.Г. Трафимов. – СПб.: ГНУ СЗНИЭСХ Россельхозакадемии, 2012. – 50 с.
5. Смирнова М. Сравнительная оценка мясной продуктивности бычков герефордской и черно-пестрой пород в условиях Ленинградской области / М. Смирнова, С. Сафронов, В. Смирнова // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – №4. – С. 30-32.

References

1. Rossiya 2015: *Statisticheskij spravochnik* [Statistical handbook]. Moscow, 2015, p. 23-26.
2. Smirnova M.F. et al. *Rezervy uvelicheniya obemov proizvodstva govyadiny* [Reserves for increasing production run of beef]. *Nauchnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya APK* [Scientific support of innovative development of AIC]. 2014, p. 226-229.
3. Dunin I.M. et al. *Perspektivy razvitiya myasnogo skotovodstva Rossii v sovremennyh usloviyah* [Prospects of the development of meat cattle breeding under modern conditions in Russia]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and beef cattle breeding]. 2014, no. 5. pp. 2-5.
4. Smirnova M.F. et al. *Razvitie myasnogo skotovodstva v Severo-zapadnom federalnom okruge Rossijskoj Federacii (rekommendacii)* [The development of beef cattle breeding in North-Western Federal district of the Russian Federation (recommendations)]. Sankt-Petersburg, 2012, 50 p.
5. Smirnova M.F. et al. *Sravnitel'naya ocenka myasnoj produktivnosti bychkov gerefordskoj I cherno-pestroj porod v usloviyah leningradskoj oblasti* [Comparative evaluation of meat productivity of white-faced and black-and-white bullock breeds under the conditions of the Leningrad region]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* [Dairy and beef cattle breeding]. 2013, no. 4, pp. 30-32.

Сведения об авторах:

Сафронов Сергей Леонидович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры крупного животноводства института биотехнологий. Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (196601, Россия, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2, тел. 8(812)4700422, e-mail: safronovsl@mail.ru).

Смирнова Мария Федоровна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры крупного животноводства института биотехнологий. Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (196601, Россия, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2, тел. 8(812)4700422, e-mail: smirnova-vik@mail.ru).

Сулоев Андрей Михайлович – аспирант кафедры крупного животноводства института биотехнологий. Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (196601, Россия, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2, тел. 8(812)4700422, e-mail: suloevandrej@rambler.ru).

Information about authors:

Safronov Sergey L. – candidate of agricultural sciences, assistant professor of the department of large animal husbandry in the Institute of Biotechnologies. St. Petersburg State Agrarian University (196601, Russia, Pushkin, high-road Peterburgskoe, 2, tel. 8(812)4700422, e-mail: safronovsl@mail.ru).

Smirnova Maria F. – doctor of agricultural sciences, professor of the department of large animal husbandry in the Institute of Biotechnologies. St. Petersburg State Agrarian University (196601, Russia, Pushkin, high-road Peterburgskoe, 2, tel. 8(812)4700422, e-mail: smirnova-vik@mail.ru).

Suloev Andrei M. – postgraduate student of the department of large animal husbandry in the Institute of Biotechnologies. St. Petersburg State Agrarian University (196601, Russia, Pushkin, high-road Peterburgskoe, 2, tel. 8(812)4700422, e-mail: suloevandrej@rambler.ru).

МЕХАНИЗАЦИЯ. ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

УДК 621.317

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ИНФРАКРАСНОГО
ЭЛЕКТРООБОГРЕВА СЕЛЬСКИХ ЖИЛЫХ ДОМОВ И
ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

А.В. Бастрон, Т.Н. Бастрон

Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия

В статье показывается возможность использования инфракрасных систем электрооборудования сельских жилых домов и общественных зданий. Рассматриваются конструкции разных видов систем инфракрасного электрооборудования российских и зарубежных производителей. Приводятся результаты исследований режимов работы потолочной инфракрасной системы электрооборудования. Согласно полученным результатам, при использовании ПЛЭН потолочного типа тепловой комфорт в жилом помещении достигается при температуре 19 °С. Это позволяет за отопительный сезон снизить энергопотребление, по сравнению с конвективной системой обогрева, не менее чем на 20%.

Ключевые слова: энергоэффективная система обогрева, электрообогрев, инфракрасная система обогрева, пленочный электронагреватель (ПЛЭН), сельский жилой дом.

**ENERGY-EFFICIENT SYSTEM OF INFRARED ELECTRICAL HEATING FOR
RURAL RESIDENTIAL AND PUBLIC BUILDINGS**

Bastron A.V., Bastron T.N.

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

The paper shows the possibility of using infrared systems of electrical heating for rural residential and public buildings. Constructions of the different types of infrared systems of electrical heating, made by Russian and foreign manufacturers, are considered. The results of research of modes of overhead infrared electrical heating systems are given. According to the results, with the use of FREH of ceiling type thermal comfort in the living room is reached at a temperature of 19°C. This allows to lower power consumption during the heating season, in contrast with the convective heating system, not less than 20%.

Key words: energy-efficient heating system, electrical heating, infrared heating system, film electric heater (FREH), rural residential building.

Дальнейшее развитие сельского хозяйства России зависит от многих факторов. К числу главных следует отнести необходимость создания благоприятных, комфортных условий быта на селе [1, 2, 3].

В XXI веке в России отмечается рост индивидуального жилищного строительства в сельской местности, городской и пригородной зоне (сельские усадебные дома, индивидуальные жилые дома, городские и пригородные коттеджи, таунхаусы, дачные дома и т.д.). В качестве основного или дополнительного источника энергии для обогревательных приборов в индивидуальных жилых домах и общественных зданиях (офисах, магазинах, фельдшерско-акушерских пунктах, детских садах и т.д.) часто используется электрическая энергия [1, 2, 3].

Цель исследований – показать необходимость и возможность широкого

использования инфракрасных систем электрообогрева сельских жилых домов и общественных зданий для повышения комфорта и снижения энергозатрат на обогрев.

Задачи – показать энергоэффективность систем инфракрасного электрообогрева; рассмотреть и проанализировать существующие системы инфракрасного электрообогрева с точки зрения их энергоэффективного использования в сельских жилых домах и общественных зданиях, а также провести исследования режимов работы потолочной инфракрасной системы электрообогрева детской комнаты.

Методы и результаты исследования. В связи появлением в современных домах стеклопакетов с высоким сопротивлением теплопередаче, а также с постоянным повышением требований к сопротивлению теплопередаче других ограждающих конструкций – появилась возможность убрать отопительные приборы из-под оконных проемов, поэтому давно известные системы инфракрасного (или лучистого) обогрева получили новый виток развития. Теплые полы, излучающие панели и потолки – все это не только современная альтернатива традиционным системам обогрева, но и оборудование, имеющее в своей основе иной принцип обеспечения комфорта в помещении [4].

Основными параметрами среды в определении тепловлажностного комфорта являются: температура, влажность, подвижность воздуха и средняя температура окружающих поверхностей помещения [2, 4].

Человек ощущает не столько температуру воздуха, сколько совокупность температур воздуха T_B и радиационную температуру помещения T_R , что иначе называется “температура помещения” T_{Π} [4].

В умеренной тепловой среде или при температуре $(T_R - T_B) < 4$ °С показатель T_{Π} составит среднее арифметическое T_B и T_R . Точнее значение T_{Π} определяется следующей зависимостью [4]:

$$T_{\Pi} = A T_B + (1 - A) T_R ,$$

где коэффициент A имеет значения, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициента A в зависимости от скорости движения воздуха [4]

Скорость воздуха, м/с	A
≤ 0.2	0.5
0.2 – 0.6	0.6
0.6 – 1.0	0.7

Таким образом, определенная “температура помещения” может быть получена двумя способами:

- повышением температуры T_B воздуха помещения;
- повышением, прежде всего, радиационной температуры T_R всех или части поверхностей помещения.

В радиационных системах обогрева вследствие большой площади теплоотдающих поверхностей, их температура близка к требуемой температуре в помещении и нет необходимости использовать воздух в качестве

дополнительного способа нагрева помещения. Равные условия комфорта в помещении можно обеспечить при более низкой температуре воздуха. Основное отличие между традиционным и лучистым обогревом состоит в разной температуре воздуха. В жилом помещении с лучистым обогревом она всегда ниже в среднем на 2 °С, при этом понижение температуры всего на 1 °С позволяет снизить энергопотребление в среднем до 7% [4].

В то же время диапазон длин волн излучающей поверхности при лучистом обогреве близок к длине волн, излучаемых самим человеком (рис. 1), и это благоприятно сказывается на его самочувствии [4].

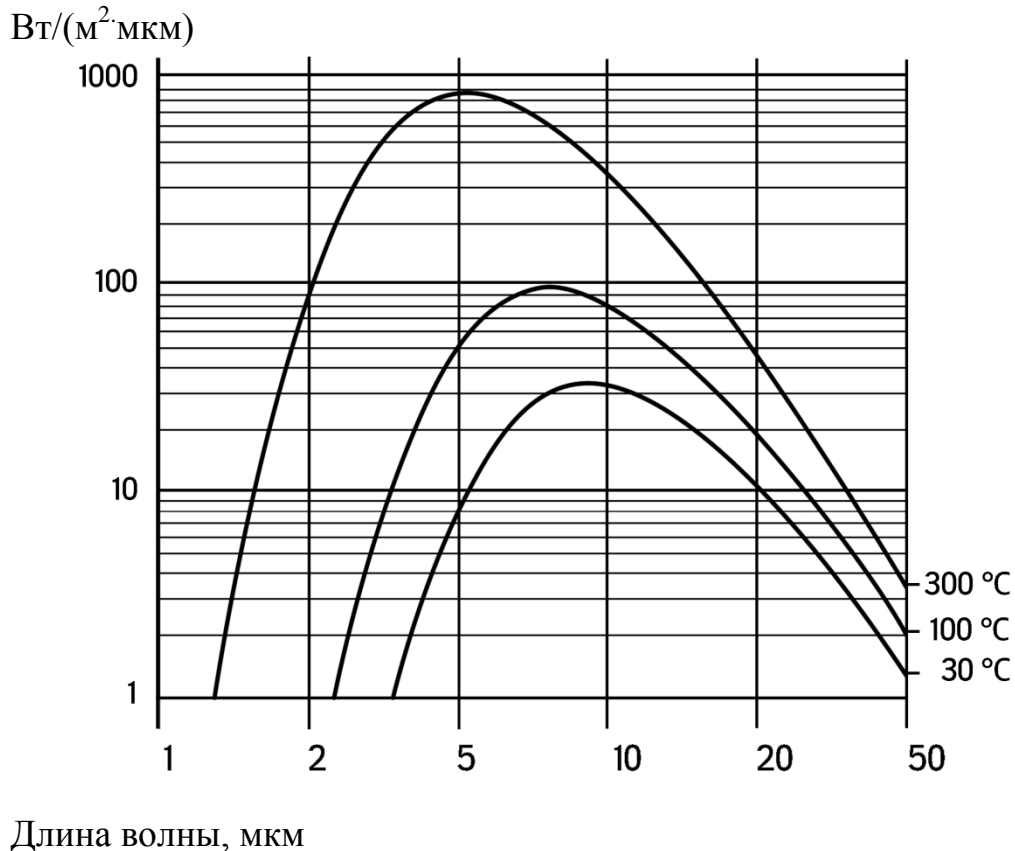


Рисунок 1 – Графическая зависимость спектральной плотности потока излучения от длины волны при различной температуре излучающей поверхности

При обогреве теплым полом обеспечивается практически безградиентное распределение температуры по высоте человека, при этом к ногам поступает тепла чуть больше, чем к голове. Международными стандартами установлена максимальная температура теплого пола 29 °С при температуре внутреннего воздуха 20 °С. При этом тепловой поток, излучаемый с поверхности пола, должен составлять порядка 100 Вт/м² [4]. Для участков пола, где нахождение людей маловероятно, допускается максимальная температура поверхности пола 35 °С, в туалетных и ваннных комнатах эта температура не может превышать 33 °С при температуре внутреннего воздуха 24 °С [3, 4].

Первые излучающие панели, которые появились на рынке отопительных систем, были потолочными. В силу отсутствия прямого контакта излучающих панелей с человеком для них (как и для обогревающих панелей в стенах) допустимы более высокие значения температуры поверхности, нежели для

теплых полов, что позволяет обеспечить достаточно высокую теплоотдачу, не создавая особого дискомфорта для пользователей [4]. Действующие европейские нормативы допускают температуру поверхности более 30 °С. Теплоотдача панелей выше, чем у обогревающих полов, и варьирует от 160 до 200 Вт/м² [3, 4].

Допустимые максимальные значения температуры поверхности для потолочных панелей зависят от высоты потолков. Для жилых помещений со стандартной высотой потолков рекомендуется перепад 10 °С между температурой поверхности панели и температурой воздуха в помещении.

В настоящее время на российском рынке отопительных приборов имеется большой выбор оборудования для систем инфракрасного электрообогрева указанных типов: теплые полы, излучающие панели в стенах и потолках, а также их комбинаций. Рассмотрим конструктивные особенности и область применения некоторых из них.

В России нашли широкое распространение системы обогрева теплый пол фирмы **Valtec** [5] на основе уложенных в полу металлополимерных труб, по которым циркулирует теплоноситель (рис. 2), расход которого автоматически регулируется по отдельным контурам в зависимости от значений заданных температур воздуха в отдельных помещениях и температуры наружного воздуха.



Рисунок 2 – Система обогрева теплый пол фирмы Valtec [5]

Аналогично устроены водяные теплые полы фирмы **REHAU** [6]. Такие системы нашли распространение не только в жилых домах, но и в ряде детских садов Красноярского края. В данном случае в качестве источника тепловой энергии могут выступать электрические или комбинированные котлы, работающие как на твердом (жидком или газообразном) топливе или на электрической энергии.

Целую линейку обогреваемых полов производит фирма **UNIMAT** [7]. **UNIMAT AQUA** является инновационной разновидностью водяного теплого пола и представляет собой автономную замкнутую систему, по которой циркулирует небольшое количество воды под малым давлением по тонким, как капилляры, нагревательным трубкам по замкнутому контуру. Нагрев воды в системе осуществляется с помощью электронного управляющего блока с

программируемой мощностью от 100 до 2400 Вт.

Теплый пол может быть выполнен с использованием **UNIMAT CORD**, в котором нагревательные маты на основе двухжильного экранированного резистивного кабеля, расположенного на сетке. Раскладка кабеля на сетке с постоянным шагом позволяет осуществить легкий и быстрый монтаж термомата на любых поверхностях даже сложных конфигураций с удельной мощностью 130-200 Вт/м². **UNIMAT CORD** предназначен для монтажа в тонкую стяжку, плиточный клей или наливной пол. Обеспечивает подогрев поверхности пола для создания дополнительного комфорта в помещении.

Кроме того, выпускаются: **UNIMAT RAIL** – саморегулируемые инфракрасные стержневые нагревательные маты, выполненные на основе тонких карбоновых нагревательных ИК-элементов и **UNIMAT BOOST** – инфракрасные нагревательные маты, в которых в качестве нагревательных элементов используются высокотехнологичные гибкие стержни из композитного материала на основе карбона, серебра и графита. Такие стержни обладают эффектом саморегуляции: при увеличении температуры пола потребляемая мощность снижается в 1.5-1.8 раза, что уменьшает потребление электроэнергии. Область применения теплых полов **UNIMAT**: гостиные, кухни, ванные комнаты, столовые, детские комнаты (рис. 3).

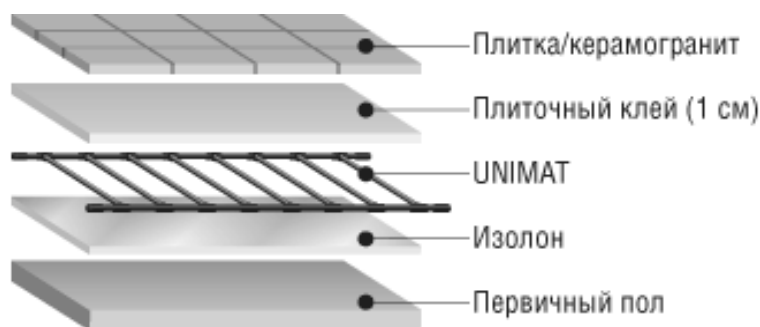


Рисунок 3 – Схема укладки теплого пола UNIMAT в плиточный клей под керамическую плитку или керамогранит [7]

Аналогичную продукцию – нагревательные секции и маты представляет на российском рынке концерн ELECTROLUX (Швеция) [8].

Фирмой **CALEO** производится целый модельный ряд пленочных инфракрасных теплых полов с удельной мощностью 150-230 Вт/м²[9]. **CALEO LINE** – простейшее решение пленочного теплого пола, выполненного из термопленки на основе карбона. **CALEO ULTRA LINE** – обладает особой прочностью и надежностью за счет увеличенной толщины термопленки. **CALEO GRID** – пленочный теплый пол, с запатентованной антиискровой серебряной сеткой. Это самый популярный пленочный теплый пол в России. Термическая плёнка **CALEO GOLD** — это пленочный теплый пол для сухого монтажа (без стяжки и клея). Он легко монтируется и подходит под различные напольные покрытия (ламинат, ковролин, линолеум). Ширина пленки – 50 см, длина сегмента – 20 см. В термопленке **CALEO GOLD** используется запатентованная антиискровая технология **GRIDIRON-S**. **CALEO GOLD**

обладает эффектом саморегуляции: при увеличении температуры пола потребляемая мощность снижается в 1.5...1.8 раза, что гарантирует быстрый нагрев при меньшем потреблении электроэнергии (рис. 4). **CALEO PLATINUM** – самый высокотехнологичный пленочный теплый пол, с полной саморегуляцией мощности. Способен при нагревании снижать энергопотребление более чем в 6 раз.



Рисунок 4 – Схема монтажа теплого пола CALEO GOLD [9]

В южно-корейской пленке “**Heat Eco**” нагревательный карбонографитовый слой нанесен в виде ячеек [10]. Вся система с обеих сторон герметично заламинирована специальным полимером, стойким к воздействию окружающей среды, с повышенными электроизоляционными и противопожарными свойствами.

В наиболее ответственных местах следует использовать отопительную пленку “**HeatLife**” [11]. Это многослойная структура, состоящая из множества слоев, каждый из которых несет отдельную защитную технологическую нагрузку. Они предотвращают попадание влаги внутрь пленки, выдерживают большое давление на пленку, не боятся ударов и других механических воздействий. Противопожарный слой предохраняет от возгорания при высоких температурах нагрева (до 150°C). Даже при случайном повреждении рабочей поверхности пленки острым предметом не произойдет поражение током. При низкой температуре воздуха до – 60 °C пленка сохраняет свою гибкость и все остальные свойства.

Аналогично пленке CALEO LINE компанией **Zhonghui Group** (Китай) производятся пленочные электронагреватели с карбоном в качестве нагревательного элемента [12].

ИК-излучатели типа **ПЛЭН**, разработанные, запатентованные и изготавливаемые опытными партиями Южно-Уральским государственным аграрным университетом, способны создавать высокую плотность потока энергии (от 34 до 80 Вт/м²) в диапазоне длин волн от 8 до 9.5 мкм (рис. 1), при этом степень черноты ϵ равна 0.96 [13, 14].

Большую номенклатуру **ПЛЭН** оригинальной конструкции в промышленных масштабах для России и зарубежных стран производит компания “**ЭСБ-Технологии**” (г. Челябинск) [3, 15].

Компанией “**Теплофон**” (Красноярск) выпускается большой спектр инфракрасных электрообогревателей [16]. Электрообогреватель на основе огневлагостойкого гипсокартонного листа размером 120x80 см мощностью 300

Вт типа “теплая стена” предназначен для обогрева 3-5 м² как основной или 5-6 м² как вспомогательный вид обогрева. Греющий элемент (карбоновая нить) нанесен на тыльную сторону листа в нескольких слоях полимерной заливки. Температура поверхности 45 °С. Очень удобен для установки в коридорах, прихожих, холлах и других помещениях, где затруднена установка радиаторов отопления. В ваннах и туалетных комнатах эффективно использование потолочных электронагревателей ЭРГНА типа КТ. В жилых комнатах и общественных зданиях целесообразно использование нагревателей ЭРГНА типа П и ЭВНАП со встроенным термостатом.

В Красноярском ГАУ разработан и запатентован пленочный инфракрасный электронагреватель (ПИКЭН), который представляет собой трехслойную конструкцию [17]. Декоративная потолочная плитка устанавливается в ячейку подвесного потолка типа Армстронг, на нее укладывается пенофол с закрепленным на нем с помощью скоб ПЛЭН. Такой ПИКЭП позволяет организовать зону местного инфракрасного обогрева, например, в офисах, сельских магазинах, фельдшерско-акушерских пунктах, детских садах, школах.

В апреле 2015 г. были произведены натурные исследования ПЛЭН конструкции ЮУрГАУ [13] в детской комнате дачного дома в пригороде Красноярска. Комната 2,5х5,6 м отапливалась шестью ПЛЭН размером 0,5х2,5 м, мощностью 250 Вт каждый. ПЛЭН установлены в два ряда по три штуки, покрывая 60 % площади потолка. Потолок в комнате деревянный, с утеплителем в виде минплиты толщиной 50 мм. На потолок прикреплен алюминиевая фольга на бумажной основе (для отражения инфракрасного излучения внутрь помещения). На бруски высотой 20 мм прикреплены ПЛЭН, поверх которых прибит вагонка. Каждый ПЛЭН подключен к щитку через отдельный автоматический выключатель, а все вместе – через терморегулятор – к сети. Температура на поверхности ПЛЭН при напряжении 220 В составляла в среднем 40 – 42 °С.

Замеры радиационной температуры производились с помощью пирометра. Всего было задействовано 20 точек: 10 измеряемых точек на уровне потолка (на поверхности вагонки), 10 измеряемых точек на уровне пола, причем три из них находились на уровне 0,6 м от пола (детская кровать), а также измерялась температура наружного воздуха и температура воздуха в помещении. Температура воздуха измерялась ртутным термометром. Результаты измерений были усреднены и представлены на рис. 6.

В течение 2014 и 2015 г.г. система обогрева эксплуатировалась периодически с апреля по октябрь месяц. На терморегуляторе была установлена температура воздуха 19 °С, которую и фиксировал термометр (см. рис. 5). Через несколько часов предварительного нагрева наступали комфортные тепловые ощущения. Затем ПЛЭН отключали участками, но температура воздуха 19 °С поддерживалась терморегулятором. Указанная система отопления позволила отказаться от ранее используемых конвективных электронагревателей, которые сушили воздух, и при использовании которых не наступали комфортные ощущения при температуре воздуха 22°С и более.

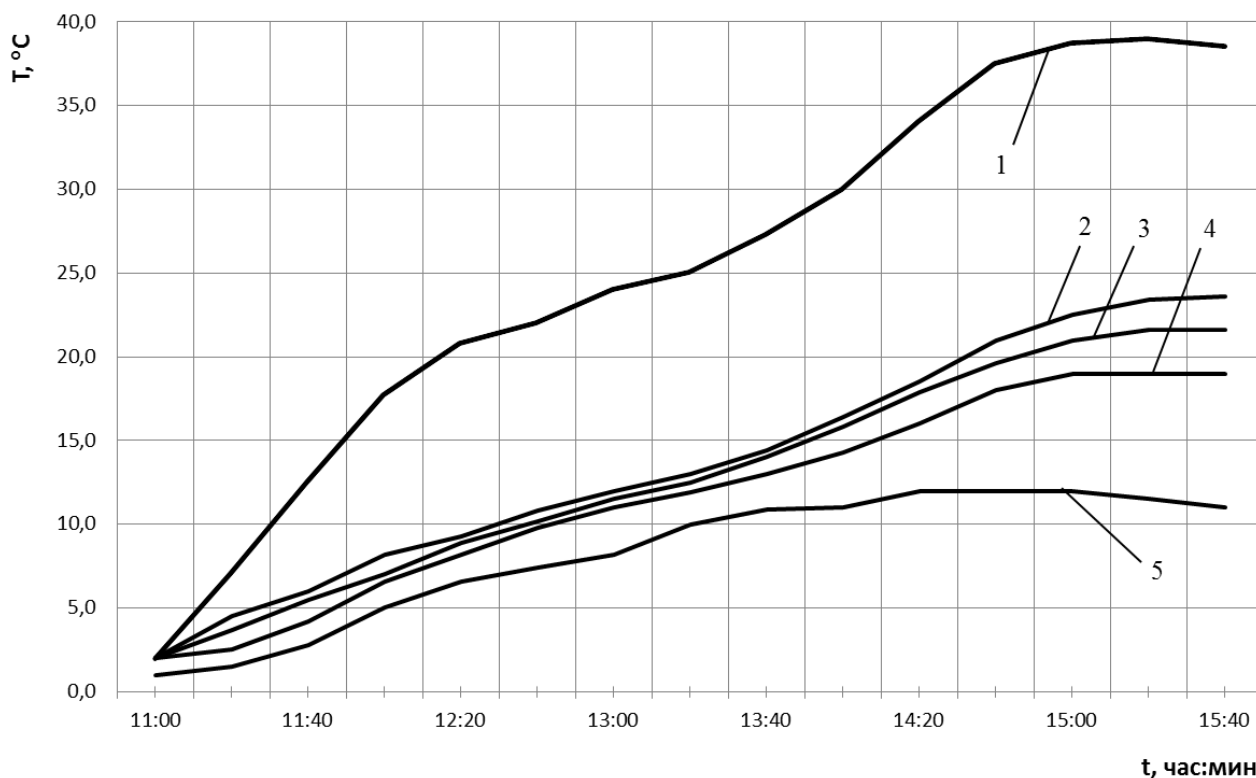


Рисунок 5 – Динамика нагрева детской комнаты с помощью ПЛЭН:

1 – температура поверхности потолка (вагонка); 2 – температура поверхности детской кровати; 3 – температура поверхности пола; 4 – температура воздуха помещения; 5 – температура наружного воздуха

Выводы. На рынке России представлен большой ассортимент инфракрасных электронагревателей, на базе которых можно выполнить энергоэффективные инфракрасные системы обогрева для любых помещений сельских усадебных домов и общественных зданий. Как показали исследования, при использовании ПЛЭН потолочного типа тепловой комфорт в жилом помещении достигается при температуре 19 °C. Это позволяет за отопительный сезон снизить энергопотребление, по сравнению с конвективной системой обогрева, не менее чем на 20%.

Список литературы

1. Делягин В.Н. Оценка перспективной стоимости электроэнергии для сельскохозяйственных потребителей / В.Н. Делягин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 2. – С. 12-14.
2. Бастрон А.В. Энергосберегающие режимы электроприемников сельских жилых домов и общественных зданий с единым энергетическим вводом / А.В. Бастрон, Л.П. Костюченко, Я.А. Кунгс, Н.Б. Михеева, Н.В. Цугленок – Красноярск: КрасГАУ. 2006. – 147 с.
3. Бледных В.В. Высокоэффективная технология обогрева жилых и производственных помещений / В.В. Бледных // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4 (28). – С. 81-83.
4. Системы лучистого отопления и охлаждения // АВОК №6, 2003. URL:http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2162 (дата обращения 03.01.2015 г.).
5. Valtec. Энергоэффективная система отопления. Водяной теплый пол. URL:<http://www.valtec.ru> (дата обращения 03.01.2016 г.).
6. Водяной теплый пол // Теплый пол. URL:<http://www.rehau.com> (дата обращения 03.01.2016 г.).

03.01.2016 г.).

7. Энергосберегающий теплый пол. URL:<http://www.unimat.su> (дата обращения 03.01.2016 г.).

8. Теплые полы // Electrolux. URL:<http://www.home-comfort.ru/catalog/heat-floor/> (дата обращения 03.01.2016 г.).

9. Инновации обогрева для дома и дачи. Теплые полы // CALEO. URL:<http://kras.caleo24.ru> (дата обращения 03.01.2016 г.).

10. Инфракрасная нагревательная пленка Heat Eco // Абсолютное тепло. URL:<http://absteplo.ru> (дата обращения 03.01.2016 г.).

11. Преимущества перед другими пленками // О пленке “HeatLife”. URL:<http://heatlife.ru> (дата обращения 03.01.2016 г.).

12. Нагревающая электрическая плёнка низкой температуры. Краткая информация предприятия Zhonghui-group // Второе российско-китайское ЭКСПО. URL:<http://ru.ichtf.com/enterprise.php?id=284> (дата обращения 03.01.2016 г.).

13. Патент РФ на полезную модель № 100353. Пленочный электронагреватель / Б.Г. Полевой, В.М. Попов // Б.И. – 2010. – № 34.

14. Попов В.М. Использование пленочных электронагревателей (ПЛЭН) в технологическом процессе сушки растительного и дикорастущего сырья / В.М. Попов, В.А. Афонькина // Вестник КрасГАУ. – 2011. № 12. – С. 216-218.

15. ООО “ЭСБ-ТЕХНОЛОГИИ”: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. URL:<http://estechology.ru/about.html> (дата обращения 03.01.2016 г.).

16. Продукция. Обогреватели // Теплофон. Интернет-магазин обогревателей и кондиционеров. URL:<http://shop.teplofon.ru/> (дата обращения 03.01.2016 г.).

17. Патент РФ на полезную модель № 126098. Потолочная инфракрасная система электрообогрева / А.В. Бастрон, А.Л. Кабак // Б.И. – 2013. – № 8.

References

1. Delyagin V.N. *Otsenka perspektivnoy stoimosti elektroenergii dlya selskohozyaystvennykh potrebiteley* [Evaluation of prospective cost of electricity for agricultural consumers]. *Mehanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo hozyaystva*. 2013. no.,2. pp. 12-14.

2. Bastron AV. et all. *Energoberegayushchie rezhimy elektropriemnikov selskikh zhilykh domov i obshchestvennykh zdaniy s edinyim energeticheskim vvodom* [Energy-saving modes of power consumers for rural residential and public buildings with a common power input]. Krasnoyarsk, 2006, 147 p.

3. Blednykh V.V. *Vysokoeffektivnaya tehnologiya obogreva zhilykh i proizvod-stvennykh pomeshcheniy* [Highly-effective technology of heating for residential and industrial placements]. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013, no. 4 (28), pp. 81 - 83.

4. *Sistemy luchistogo otopeniya i ohlazhdeniya* [Systems of radiant heating and cooling]. AVOK №6, 2003. URL:http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2162 (data obrascheniya 03.01.2016 g.).

5. *Valtec. Energoeffektivnaya sistema otopeniya. Vodyanoy teplyiy pol* [Energy-efficient heating system. Hydronic heat-insulated floor]. URL:<http://www.valtec.ru> (data obrascheniya 03.01.2016 g.).

6. *Vodyanoy teplyiy pol* [Hydronic heat-insulated floor]. *Teplyiy pol*. URL:<http://www.rehau.com> (data obrascheniya 03.01.2016 g.).

7. *Energoberegayushchiy teplyiy pol* [Energy-saving heat-insulated floor]. URL:<http://www.unimat.su> (data obrascheniya 03.01.2016 g.).

8. *Teplyie polyi* [Heat-insulated floors]. Electrolux. URL:<http://www.home-comfort.ru/catalog/heat-floor/> (data obrascheniya 03.01.2016 g.).

9. *Innovatsii obogreva dlya doma i dachi. Teplyie polyi* [Innovations of heating for houses and cabins. Теплые полы Heat-insulated floors]. CALEO. URL:<http://kras.caleo24.ru> (data obrascheniya 03.01.2016 g.).

10. *Infrakrasnaya nagrevatel'naya plenka Heat Eco* [Heat Eco Infrared heating film Heat Eco]. *Absolyutnoe teplo*. URL:<http://absteplo.ru> (data obrascheniya 03.01.2016 g.).

11. *Preimuschestva pered drugimi plenkami* [Advantages over other films] // О пленке "HeatLife". URL:<http://heatlife.ru> (data obrascheniya 03.01.2016 g.).
12. *Nagrevayuschaya elektricheskaya plyonka nizkoy temperatury. Kratkaya informatsiya predpriyatiya Zhonghui-group* [Zhonghui-group The heating electric film of low temperature. Summary of the company Zhonghui-group]. Vtoroe rossiysko-kitayskoe EKSP0. URL:<http://ru.ichtf.com/enterprise.php?id=284> (data obrascheniya 03.01.2016 g.).
13. *Patent RF na poleznuyu model № 100353. Plenochnyiy elektronagrevatel* [Russian patent for utility model № 100353. Film electric heater]. B.G. Polevoy, V.M. Popov. – B.I., 2010, no. 34.
14. Popov V.M., Afonkina V.A. *Ispolzovanie plenochnyih elektronagrevateley (PLEN) v tehnologicheskoy protsesse sushki rastitel'nogo i dikorastushego syirya* [Usage of film electric heaters (FREN) in the technological process of drying vegetable and wild raw materials]. Vestnik KrasGAU, 2011, no. 12, pp. 216-218.
15. *OOO "ESB-TEHNOLOGII": VCHERA, SEGODNYA I ZAVTRA. [LLC "ESB-technologies": YESTERDAY, TODAY AND TOMORROW]*. URL:<http://estechology.ru/about.html> (data obrascheniya 03.01.2016 g.).
16. *Продукция. Обогреватели* [Products. Heaters]. Teplofon. Internet-magazin obogrevateley i konditsionerov. URL:<http://shop.teplofon.ru/> (data obrascheniya 03.01.2016 g.).
17. *Patent RF na poleznuyu model № 126098. Potolochnaya infrakrasnaya sistema elektroobogreva* [Russian patent for utility model № 126098. Overhead infrared electrical heating system]. A.V. Bastron, A.L. Kabak, B.I., 2013, no. 8.

Сведения об авторах:

Бастрон Андрей Владимирович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электроснабжения сельского хозяйства. Красноярский государственный аграрный университет (660049, Россия, г. Красноярск, пр. Мира, 90, тел. (8391) 2450349, e-mail: abastron@yandex.ru).

Бастрон Татьяна Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры системознергетики. Красноярский государственный аграрный университет (660049, Россия, г. Красноярск, пр. Мира, 90, тел. (8391) 2450323, e-mail: tbastron@yandex.ru).

Information about the authors:

Bastron Andrey V. – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Head of the Department of Agricultural Electric Power Supply. Krasnoyarsk State Agricultural University (660049, Krasnoyarsk, Mira avenue, 90, tel. (8391) 2450349, e-mail: abastron@yandex.ru).

Bastron Tatiana N. – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of System Energetics. Krasnoyarsk State Agrarian University (660049, Krasnoyarsk, Mira avenue, 90, tel. (8391) 2450323, e-mail: tbastron@yandex.ru).

УДК 621.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

П.А. Болоев, Т.А. Шумай

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

Исследование процесса сгорания дизельного двигателя имеет свои особенности. В процессе впрыскивания топлива задержка самовоспламенения горючего зависит от угла опережения подачи топлива, частоты вращения коленчатого вала двигателя и размеров капель впрыснутого топлива. На продолжительность и качество процесса сгорания влияют эксплуатационные режимы, колебания подачи топлива и размеры капель, а также используемая на дизеле система питания и качество топлива. Показатель характера сгорания

влияет на индикаторную диаграмму и на жесткость работы дизеля. Вихревое движение газов в камере сгорания и частота оборотов коленчатого вала двигателя также влияет на продолжительность рабочего цикла.

Ключевые слова: процесс сгорания, дизель, рабочий цикл, самовоспламенение, топливо, перекись, вихревое движение, колебание, неустойчивость, давление, время, параметр, линеаризация.

THE STUDY OF DIESEL ENGINE COMBUSTION PROCESS

Boloev P.A., Schumai T.A.

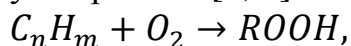
Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The study of diesel engine combustion process has its own features. In the process of injecting fuel the self-ignition delay of fuel depends on the advance angle of fuel supply, the rotating speed of the engine crank shaft and the drop size of the injected fuel. The length and quality of the combustion process is affected by the operating conditions, fluctuations of fuel supply and drop sizes, as well as the used diesel power system and fuel quality. Indicator of the combustion performance affects the indicative diagram and the rigidity of the diesel engine work. Combustion-chamber turbulence of the gases and the rotating speed of the engine crank shaft also influence the duration of the working cycle.

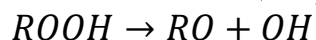
Key words: combustion, diesel, working cycle, self-ignition, fuel, peroxide, swirling motion, swing, instability, pressure, time, parameter, linearization.

Показатели дизеля в основном зависят от оптимального рабочего цикла, то есть индикаторной диаграммы. Развитие процесса сгорания во времени характеризуется двумя параметрами – относительной продолжительностью сгорания (средней скоростью сгорания) и показателем характера сгорания [1]. Последний параметр однозначно определяет отвлеченное время, в течение которого скорость сгорания достигает максимума (ускорение сгорания).

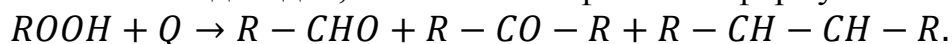
Процесс самовоспламенения топлива в дизелях происходит по следующей схеме: отдельные молекулы углеводородов топлива под влиянием высокой температуры и большой плотности воздуха вступают в соединение с молекулами кислорода, образуя перекиси [1, 3].



с последующим распадом на активные центры – на радикалы



и неактивных альдегидов, кетонов и олефинов по формуле



Для начала процесса сгорания свободные радикалы являются основными, индицирующими цепную реакцию. Химическая реакция самовоспламенения происходит практически мгновенно, поэтому период задержки воспламенения не включают в расчет процесса сгорания. А продолжительность процесса сгорания зависит от конструктивных (степень сжатия) и эксплуатационных показателей (коэффициент избытка воздуха и эффективность сгорания).

Оптимальный угол определения зажигания в основном зависит от продолжительности рабочего цикла и показателя характера сгорания.

Продолжительность рабочего цикла зависит от вихревого движения газов в камере сгорания и частоты оборотов коленчатого вала двигателя.

Показатель характера сгорания влияет на характер перехода линии сжатия в линию сгорания и на жесткость работы дизеля.

Процесс горения жидкого топлива в дизеле таков, что образование продуктов реакции является результатом последовательного протекания двух хорошо выраженных стадий: испарения топлива и турбулентного сгорания ее паров. В общем случае процесс сгорания зависит от колебаний давления, начального размера капель и других факторов, влияющих на колебание времени запаздывания [2, 3, 4].

Топливо, поступающее в камеру сгорания в момент t , сгорает в момент $t + \tau$.

$$G_2(t) = G_\phi(t - \tau) \left(1 - \frac{d\tau}{dt}\right), \quad (1)$$

после линеаризации

$$\delta G_2(t) = \delta G_\phi(t - \bar{\tau}) - \frac{d\delta\tau}{dt}. \quad (2)$$

Первый член правой части соотношения (2) описывает колебания скорости газообразования, возникшие из-за колебаний расхода топлива, а второй член описывает внутрикамерную неустойчивость.

Если же рассматривать τ от давления p , то получаем соотношение

$$\int_{t-\tau}^t f(p) dt' = E, \quad (3)$$

где $f(p)$ – скорость процесса подготовки, $t' = t - \tau$.

Продифференцировав уравнение (3) по t , получим

$$f(p) \frac{d\tau}{dt} + \int_{t-\tau}^t \frac{df}{dp} \frac{dp}{dt} dt' = 0. \quad (4)$$

Положив в уравнении (4) $p = \bar{p}(1 + \delta p)$ и $\tau = \bar{\tau} + \delta\tau'$, после линеаризации найдем

$$f(\bar{p}) \frac{d\delta\tau'}{dt} + \frac{d\bar{f}}{d\bar{p}} \int_{t-\tau}^t \bar{p} \frac{d\delta p}{dt'} dt' = 0, \quad (5)$$

откуда

$$\frac{d\delta\tau'}{dt} = -n[\delta p(t) - \delta p(t - \bar{\tau})]. \quad (6)$$

Параметр $n = \frac{\bar{p}}{\bar{f}} \frac{d\bar{f}}{d\bar{p}}$ в полученном выражении играет роль коэффициента усиления. Подставив найденное значение производной в уравнение (2), получим

$$\delta G_2(t) = \delta G_\phi(t - \bar{\tau}) + n[\delta p(t) - \delta p(t - \bar{\tau})]. \quad (7)$$

Подставив скорость газообразования и расход δG_ϕ , определяемые соотношениями (7) и (5), в уравнение материального баланса $\delta G_2 = \delta p + \tau_n \delta \dot{p}$, получим уравнение, описывающее режим малых колебаний давления в камере сгорания дизеля

$$\tau_n \delta \dot{p} + (h^{-1} + n) \delta p(t - \bar{\tau}) + (1 - n) \delta p = 0. \quad (8)$$

Важными стадиями горения жидкого топлива в дизелях являются процессы прогрева, испарения и движения капель.

Из теоретических и экспериментальных исследований известно, что запаздывание процесса сгорания также зависит и от начального диаметра капель [1, 5]:

$$\tau(t) = f[a(t - \tau)], \quad (9)$$

где $a(t - \tau)$ – диаметр капли в момент ее образования $(t - \tau)$.

Начальный диаметр капель зависит от типа форсунок и режима его работы

$$a = a(\Delta p, p), \quad (10)$$

где Δp - перепад давления в форсунке, p - давление в камере сгорания.

После линеаризации уравнений (9) и (10) получим

$$\delta \tau' = m \bar{\tau} \delta p(t - \bar{\tau}); \quad m = \frac{1}{\bar{\tau}} \frac{df}{da} \left(\frac{\partial a}{\partial p} - \frac{\partial a}{\partial \Delta p} \right) \bar{p}. \quad (11)$$

Подставив полученное выражение для $\delta \tau'$ в (2) и выразив колебания расхода топлива, поступающего в камеру сгорания, через колебания давления, получим

$$\delta G_2 = h^{-1} \delta p(t - \bar{\tau}) - m \bar{\tau} \delta p(t - \bar{\tau}). \quad (12)$$

Современные аккумуляторные топливные системы дизелей позволяют уменьшить как время запаздывания и продолжительность впрыска топлива, колебания давления впрыска и уменьшают размеры капель жидкого топлива путем электронного управления и высокого давления впрыска до 200 Мпа.

Теоретическое исследование процесса сгорания дает возможность совершенствовать конструкцию камеры сгорания, управления процесса подачи топлива, что в конечном итоге приведет к повышению экономичности дизеля и снижению токсичных выбросов с отработавшими газами.

Список литературы

1. Вибе И.И. Новое о рабочем цикле двигателей / И.И. Вибе – М.: Машгиз, 1962. – 271 с.
2. Вильямс Ф.А. Теория горения / Ф.А. Вильямс – М.: Наука, 1971. – 615 с.
3. Зельдович Я.Б. Избранные труды. Химическая физика и гидродинамика / Я.Б. Зельдович – М.: Наука, 1984. – 374 с.
4. Натанзон Н.С. Неустойчивость горения / Н.С. Натанзон – М.: Машиностроение, 1986. – 248 с.
5. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике / Д.А. Франк-Каменецкий – М.: Наука, 1967. – 350 с.

References

1. Vibe I.I. *Novoe o rabochem cikle dvigatelej* [Recent work on the engine working cycle]. Moscow, 1962, 271 p.
2. Vil'jams F. A. *Teorija gorenija* [The theory of combustion]. Moscow, 1971, 615 p.
3. Zel'dovich Ja.B. *Izbrannye trudy. Himicheskaja fizika i gidrodinamika* [Selected works. Chemical physics and hydrodynamics]. Moscow, 1984, 374 p.
4. Natanzon N.S. *Neustojchivost' gorenija* [Instability of combustion]. Moscow, 1986, 248 p.
5. Frank-Kameneckij D.A. *Diffuzija i teploperedacha v himicheskoj kinetike* [Diffusion and heat transfer in chemical kinetics]. Moscow, 1967, 350 p.

Сведения об авторах:

Болоев Петр Антонович – доктор технических наук, профессор кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89500801880, e-mail: boloev.pioter.irgsh@yandex.ru).

Шумай Татьяна Анатольевна – доцент кафедры математики инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., п. Молодежный, тел. 89641117078, e-mail: anna.irgsha@yandex.ru).

Information about the authors:

Boloev Petr A. – doctor of technical sciences, professor of the Department of Maintenance Support of AIC, Faculty of Engineering. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, the Irkutsk region, the Irkutsk district, Molodezhny village tel. 89500801880, e-mail: boloev.pioter.irgsh@yandex.ru).

Schumai Tatiana A. – assistant professor of the Department of Mathematics, Faculty of Engineering. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, the Irkutsk region, the Irkutsk district, Molodezhny village, tel. 89641117078, e-mail: anna.irgsha@yandex.ru).

УДК 631.544.41:628.8:621.327.532

**РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ
МИКРОКЛИМАТА ТЕПЛИЦ**

П.П. Долгих, М.В. Самойлов

Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия

В статье рассмотрены вопросы баланса энергии в светотехнической облучательной установке с газоразрядными лампами высокого давления. Выявлена зависимость между потребностью в тепловой энергии и установленной электрической мощностью облучательных установок с учетом коэффициентов преобразования. Экспериментально доказано, что требуемая тепловая мощность в вегетационных установках (теплицах) отличается на величину установленной электрической мощности облучательных установок при определенных условиях теплоизоляции теплиц и разницы наружной и внутренней температур.

Ключевые слова: светотехнические облучательные установки, вегетационные установки, светокультура, энергетическая отдача, тепловой баланс, изоляция теплиц, режимы работы оборудования.

**FUNCTION ENHANCEMENT OF IRRADIATION FACILITY FOR USING IN
MICROCLIMATE REGULATION SYSTEM OF GREENHOUSES**

Dolgikh P.P., Samoilov M.V.

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

The paper considers the question of the energy balance in the lighting irradiation facility with high-pressure discharge lamps. The dependence between the need for thermal energy and settled electrical power of irradiation facilities with account of conversion coefficient is exposed. Experimentally proved, that the required thermal power in the vegetation facilities (greenhouses)

differs by the amount of settled electrical power of irradiation facilities under the defined conditions of the thermal isolation of greenhouses and the difference of external and internal temperatures.

Key words: Lighting irradiation facilities, vegetation facilities, photoculture, energy efficiency, heat balance, isolation of greenhouses, equipment operating modes.

На территории России функционирует более 2000 га зимних теплиц [10]. Большая часть из них оснащена установками для искусственного оптического облучения, системами обеспечения микроклимата. В структуре себестоимости продукции таких предприятий энергетические затраты составляют порядка 40-80%, что в свете роста тарифов на энергоносители является проблемой социальной важности и требует обоснованного научного решения [3].

При реализации современных агротехнологий в защищенном грунте всегда имеется возможность выращивания овощных культур при снижении энергозатрат. Перспективным направлением снижения затрат энергии является разработка более совершенных конструкций, способов и режимов работы технологического оборудования, в частности систем искусственного облучения [4]. При этом обязательно соблюдение агротехнологических требований [12].

В работе [6] предлагается усовершенствовать систему облучения, путем применения многофункционального устройства для облучения растений с источниками фотосинтетически активной и инфракрасной радиации.

В исследованиях [4, 7, 11] рассмотрены пути повышения эффективности работы облучательных установок посредством переменного облучения.

Проведенные исследования [1] показали, что функции светотехнических приборов могут быть существенно расширены при согласовании режимов работы разрядных ламп с технологическими процессами, протекающими в сельскохозяйственном производственном помещении.

Известно, что облучатели для светокультуры в вегетационных установках содержат в своем спектральном составе значительную часть инфракрасной (ИК) составляющей, другими словами, тепловую энергию, которая является “бросовой” энергией и в большинстве случаев удаляется через систему вентиляции, а в тепловом балансе помещения не учитывается [13].

Следует сказать, что в настоящее время налажен выпуск облучателей с системой активного охлаждения лампы, например, светильники серий CoolMaster, CoolTube – в которых реализована возможность отвода тепла путем герметизации и установки фланцев для подключения вентиляции [4].

Изложенные приемы и способы не позволяют реализовать в полной мере потенциал повышения энергоэффективности тепличных технологий, так как вопросы использования утилизированного тепла от облучателей недостаточно изучены.

Цель работы – повышение эффективности использования энергии оптического излучения путем установления закономерности применения инфракрасной составляющей облучателей в системе обогрева вегетационных установок.

Материалы и методики. При использовании облучательных установок электрическая энергия преобразуется в лампе в световой поток, лучистое

инфракрасное излучение и конвективное тепло (рис. 1).

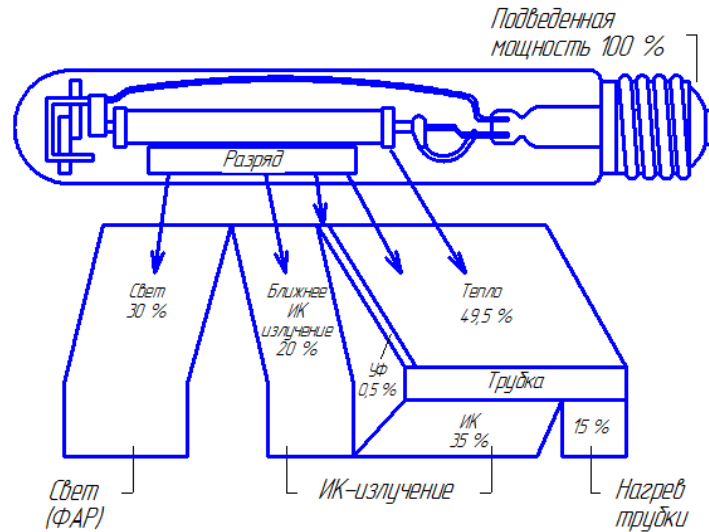


Рисунок 1 – Преобразование энергии в натриевой лампе высокого давления

Баланс энергии зависит от типа ламп [9]. Для демонстрации преобразования энергии в лампах хорошо подходит такая величина, как энергетический КПД η_{II} . В таблице 1 эта величина показана для ламп, используемых в светокультуре растений. Часть излучения, преобразованного из электрической энергии, которая не превратилось в световой поток, приводит к нагреванию ламп и облучателей и тепловыделению. Это вызывает прямое увеличение тепловой энергии в теплице. Большая часть преобразованной энергии поглощается растениями, почвой, строительными конструкциями и небольшая её часть отражается. “Поглотители” в свою очередь отдают полученное тепло воздуху в теплице.

Таблица 1 – Коэффициент преобразования $\eta_{TЭ}$ электрического тока в тепловую энергию в пределах системы искусственного облучения (мощность и энергетический КПД, включая пускорегулирующую аппаратуру)

Значения действительны для коэффициента преобразования энергии излучения в ощущаемое (конвективное тепло) $\eta_T = 0.7$			
Лампа	Мощность, Вт	Выход излучения η_{II} , мВт·Вт ⁻¹	Коэффициент преобразования электрического тока в тепловую энергию $\eta_{TЭ}$, Вт·м ⁻²
Натриевая SON-T	436	247	0.92
Металлогалогенная HPI-T	412	214	0.94

Описанное преобразование энергии ведет к уменьшению потребности в отоплении в зависимости от установленной электрической мощности и коэффициентов преобразования.

Газоразрядные лампы нуждаются в пускорегулирующих устройствах, а часть из них еще и в устройствах зажигания. Потери мощности этих конструктивных элементов нужно так же принимать, как энергетический приток в систему в целом.

В размерности световой отдачи (табл. 2) и энергетического КПД (табл. 1)

эти потери уже включены. В данных от производителей ламп эти потери, как правило, не указываются, поэтому для сравнительного анализа нужно дополнительно учитывать потери мощности пускорегулирующих аппаратов.

Часть электрической мощности, действующей как тепловая энергия, вычисляется по формуле:

$$q_T = q_{\text{Э}} \cdot \left(1 - \frac{\eta_{\text{И}} \cdot (1 - \eta_T)}{1000} \right),$$

где q_T – снижение тепловой потребности, Вт·м⁻²; $q_{\text{Э}}$ – присоединенная электрическая мощность, Вт·м⁻²; $\eta_{\text{И}}$ – энергетический кпд, мВт·Вт⁻¹; η_T – фактор преобразования энергии излучения в ощущаемое (конвективное тепло).

Когда имеют в виду значение снижения тепловой потребности q_T на 1 Ватт присоединенной электрической мощности, пользуются представленными в таблице 1 коэффициентами для различных типов ламп, которые показывают, какая часть электрической энергии будет теплотехнически эффективной.

Таблица 2 – Лампы, применяемые для светокультуры растений

Лампа	Производитель и тип	Мощность, Вт (с/без ПРА)	Световой поток, Лм	Световая отдача, лм/Вт (с/без ПРА)	Коэффициент перевода из лм в мВт, а также из лк в мВт/м ²
SON-T Plus	Philips, натриевая	405/436	56000	138/128	2.3
SON-T Agro	Philips, натриевая	423/454	52000	123/115	2.3
PLANTA-T 400	Osram, натриевая	400/440	52000	130/118	2.3
HPI-T 400	Philips, металлогалогенная	390/412	31000	79/75	2.8
HQI-T/D	Osram, металлогалогенная	400/440	33000	83/75	2.8
HPL-C 400	Philips, ртутная лампа высокого давления	400/422	24000	60/57	2.9
HQL-DE LUXE	Osram, ртутная лампа высокого давления	400/425	24000	60/56	2.9

Величина коэффициента $\eta_{TЭ}$ показывает, что у всех типов ламп большая часть привнесённой энергии приводит к уменьшению тепловой потребности. При этом повышение температуры в теплице зависит от установленной электрической мощности и изоляционных свойств материалов теплицы. Повышение внутренней температуры приводит обычно к перераспределению между потреблением электроэнергии и расходом тепловой энергии.

Поэтому во время использования искусственного облучения общее потребление энергии в теплице не растет до тех пор, пока подведенная энергия употребляется также и для отопления.

Однако в хорошо изолированных теплицах (например, с системой

зашторивания) при большой установленной мощности системы облучения внутренняя температура может возрасти и превысить необходимое для регулирования значение температуры воздуха. В этом случае увеличивается общее потребление энергии на отопление и облучение. Таких режимов необходимо не допускать.

На рисунке 2 представлено ожидаемое повышение температуры посредством системы облучения в зависимости от установленной электрической мощности для теплиц с различной степенью теплоизоляции. Для расчета принимаются коэффициенты преобразования $\eta_{TЭ}$ из таблицы 1 и коэффициенты тепловых потерь для теплиц, представленных в таблице 3.

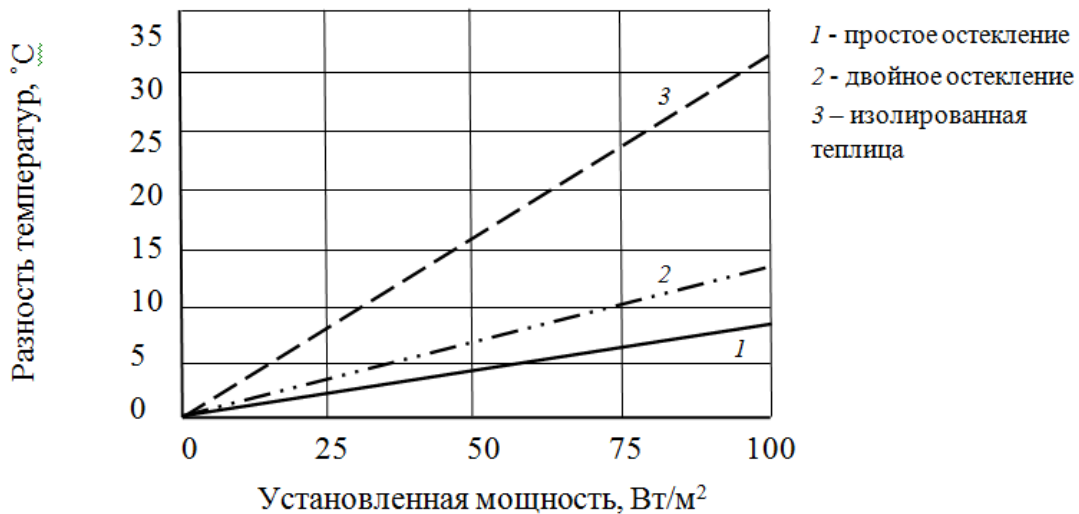


Рисунок 2 – Увеличение температуры посредством системы искусственного облучения в зависимости от установленной электрической мощности

Из рисунка 2 становится очевидным, что при более высокой установленной электрической мощности и в хорошо изолированных теплицах нужно ожидать большое повышение температуры благодаря использованию искусственного облучения. Таким образом, появляется возможность регулировать тепловую нагрузку в функции управления искусственным облучением.

Таблица 3 – Коэффициент тепловых потерь k' к описанию изоляции теплиц по рисунку 2

Конструкция	Коэффициент тепловых потерь k'	k' при скорости ветра $v_B = 4$ м/с (Вт/[м²·К])
Простое остекление	$6.2 + 0.35 \cdot v_B$	7.6
Двойное остекление	$3.7 + 0.3 \cdot v_B$	4.9
Двойное остекление + система зашторивания	$2.26 + 0.005 \cdot v_B$	2.28

Результаты исследований. Вклад искусственного облучения в отопление теплиц и коэффициент преобразования электрического тока в тепловую энергию $\eta_{ТЭ}$ определены также экспериментально [2].

При этом была определена требуемая тепловая мощность системы обогрева в хорошо изолированной теплице для поддержания теплового баланса при разной температуре наружного воздуха с влиянием и без влияния системы облучения.

Для исследования режимов была разработана вегетационная установка, представленная в [8, 9] с конструктивными доработками. В частности, технологический объем камеры был разделен на две части в горизонтальной плоскости с помощью силикатного стекла толщиной 8 мм (рис. 3), что исключает неконтролируемое влияние ИК-составляющей излучения лампы на вегетационный процесс.

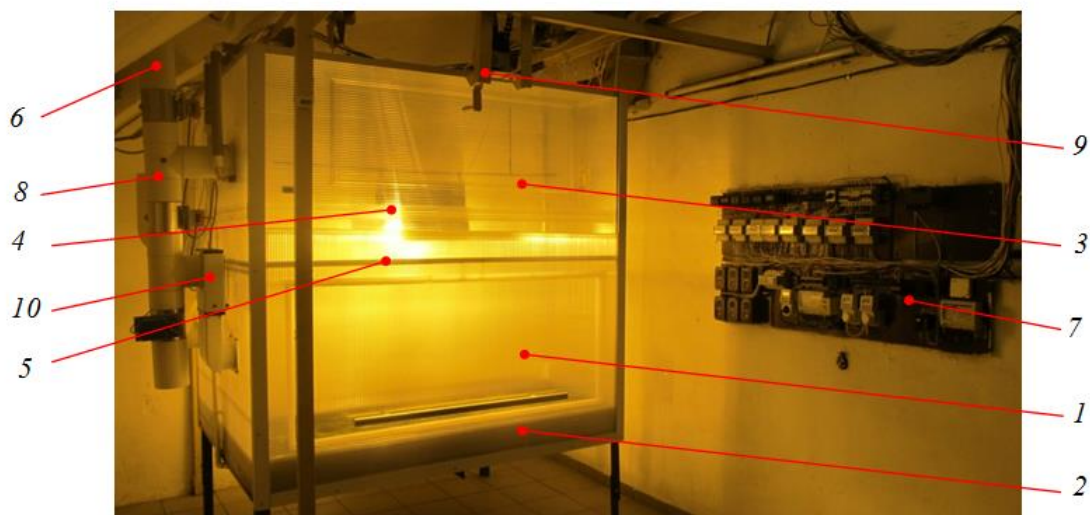


Рисунок 3 – Конструкция экспериментальной вегетационной установки:
 1 – рабочий отсек; 2 – ванны с почвогрунтом и растениями; 3 – отсек с облучателем;
 4 – облучатель ЖСП с лампой Philips SON-T Agro 400; 5 – стеклянная перегородка;
 6 – приточный воздуховод; 7 – система автоматического управления (САУ)
 параметрами микроклимата; 8 – система вентиляции и подготовки воздуха;
 9 – механизм регулирования высоты подвеса облучателей; 10 – устройство подогрева
 воздуха

Опытная вегетационная установка содержит основание с установленными на нем ваннами с почвогрунтом и растениями. К основанию крепятся вертикальные стойки, а к ним горизонтальные стойки, образуя каркас, обтянутый прозрачным поликарбонатом. Каркас посередине разделен вертикальной перегородкой на два отсека. Сверху климатической установки установлен механизм подъема облучателей с возможностью их регулирования по высоте.

На рисунке 4 показано значение теплопроизводительности в зависимости от разности температур без искусственного облучения и с системой облучения установленной электрической подсоединенной мощностью 50 Вт/м². Из рисунка отчетливо видно, что требуемая тепловая мощность отличается

примерно на величину установленной электрической мощности, так что электрическая энергия расходуется непосредственно на обогрев теплицы.

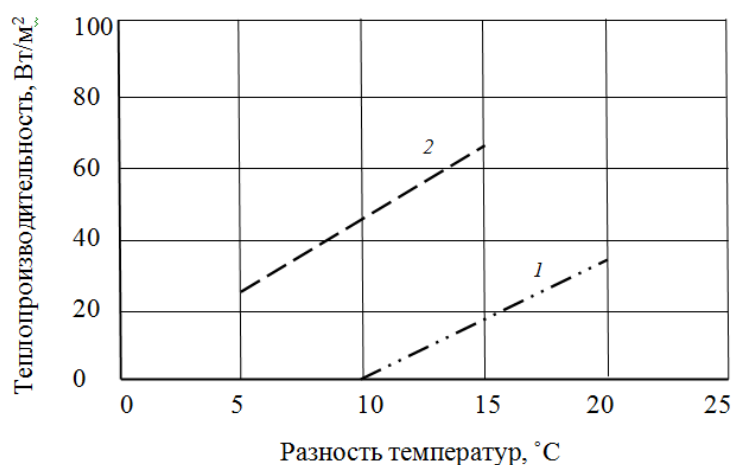


Рисунок 4 – Теплопроизводительность с системой облучения и без неё в зависимости от разницы внутренней и наружной температур: 1 – с системой облучения; 2 – без системы облучения

Таким образом, представляется возможным расширить функции светотехнических облучательных установок в теплицах путем использования инфракрасной составляющей на нужды обогрева в системах микроклимата.

Выводы. 1. Рассмотренный баланс энергии в светотехнической облучательной установке с газоразрядными лампами высокого давления показал, что в источнике излучения 30% электрической энергии преобразуется в световой поток, 20% – в лучистое инфракрасное излучение и 50% – в конвективное тепло. В пускорегулирующей аппаратуре присутствуют потери мощности в виде конвективного тепла, составляющие 5...10% от мощности ламп.

2. Зависимости, полученные расчетным путем, позволяют оценить пределы регулирования тепловой нагрузки посредством системы облучения в зависимости от установленной электрической мощности для теплиц с различной степенью теплоизоляции.

3. Экспериментально доказано, что при использовании системы облучения с установленной электрической мощностью 50 Вт/м² обеспечивается теплопроизводительность, достаточная для поддержания разности температур около 10°C.

Список литературы

1. Гавриленко П.В. Расширение функций светотехнических приборов при использовании в сельскохозяйственном производстве / П.В. Гавриленко // Энерго-и ресурсосберегающие технологические процессы оптического облучения в АПК: сборник научных трудов. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 1992. – С. 36-39.

2. Долгих П.П. Способ экономии тепловой энергии в культивационных сооружениях защищенного грунта / П.П. Долгих, М.В. Самойлов // Современные тенденции развития АПК

в России: материалы V Международной научно-практической конференции молодых ученых Сибирского федерального округа. – Красноярск, 2007. – Ч. 1. – С. 431-434.

3. Магазин прогрессивного растениеводства. Промгидропоника РФ. Энергосбережение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.promgidroponica.ru/node/1216>. Дата обращения 17.01.2016.

4. Молчанов А.Г. Энергосберегающее оптическое облучение промышленных теплиц: монография / А.Г. Молчанов, В.В. Самойленко – Ставрополь: АГРУС, 2013. – 120 с.

5. Оригинальный светильник CoolMaster [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://originalcoolmaster.ru/>. Дата обращения 07.01.2016.

6. Патент РФ № 2318368. МКИ⁷ А01G9/24. Устройство для облучения растений / Долгих П.П., Шилоносова Т.Ю., Пильчук Н.А., Кудашова Е.Н. Оpubл. 10.03.08. Бюл. 7.

7. Патент РФ № 2283579. МКИ⁷ А01G9/24, А01G31/02. Вегетационно-климатическая камера / Завей-Борода В.Р., Долгих П.П., Алтынова И.М., Мисорина С.А., Голубева А.В. Оpubл. 20.09.06. Бюл. № 26.

8. Патент РФ № 2298911. МКИ⁷ А01G9/24. Вегетационная камера / Долгих П.П., Самойлов М.В. Оpubл. 20.05.07. Бюл. №14.

9. Патент РФ № 2303346. МКИ⁷ А01G9/24. Вегетационная установка / Долгих П.П., Самойлов М.В., Завей-Борода В.Р. Оpubл. 27.07. 2007. Бюл. №21.

10. Самойленко В.В. Технические средства снижения энергозатрат при реализации технологии переменного оптического облучения рассады овощных культур в теплицах / В.В. Самойленко: Дисс...на соиск. уч. степени к. т. н. – Ставрополь, 2013. – 172 с.

11. Степанчук Г.В. Методика расчета установки переменного облучения для культивационных сооружений [Электронный ресурс] / Г.В. Степанчук, Е.П. Ключка // Научный информационно-аналитический журнал “Электротехнические комплексы и системы управления”. № 2, 2011. С. 40-44 – Режим доступа: <http://www.v-itc.ru/electrotech/2011/02/index.php>.

12. Шуничев С.И. Технология промышленного производства овощей в зимних теплицах (рекомендации) / С.И. Шуничев, Н.И. Савинова, Г.Ф. Попов и др. – М.: ВО “Агропромиздат”, 1987. – 109 с.

13. Joachim Meyer. AEL: Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft e.V.: Pflanzenbelichtung., Heft 3/1994, Bonn. 84 S.

References

1. Gavrilenko P.V. *Raschirenje funkcij svetotekhnicheskikh priborov pri ispolzovanii v selskohozyaistvennom proizvodstve* [Function enhancement of lighting devices for usage in agricultural production]. *Energo-i resursosberegachie tehnologicheskie processj opticheskogo oblucheniya v APK: sbornik nauchnyh trudov* [Energy and resource saving technological processes of optical radiation in agro-industrial complex: collection of scientific works]. – SPb., 1992, pp. 36-39.

2. Dolgikh P.P., Samoilov M.V. *Sposob ekonomii teplovoi energii v kultivazionnykh sooruzeniyah zachichennogo grunta* [The method of heat energy saving in cultivation facilities of protected ground]. *Krasnoyarsk, 2007, Part 1, pp. 431-434.*

3. *Magazin propressivnogo rastenievodstva* [Shop of progressive crop growing. Industrial chemiculture of the RF. Energy saving]. *Promgidroponika RF. Energosberezhenie* [Primgidromet of the Russian Federation. Energy] [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.promgidroponica.ru/node/1216>. Accessed 17.01.2016.

4. Molchanov A.G., Samoilenko V.V. *Energosberegayuchee opticheskoe obluchenie promichlennykh teplic* [Energy-saving optical irradiation of industrial greenhouses]. *Stavropol: AGRUS, 2013, 120 p.*

5. *Originalnii svetilnik CoolMaster* [CoolMaster Original lamp CoolMaster] [Electronic resource]. Access mode: <http://originalcoolmaster.ru/>. Accessed 07.01.2016.

6. RF patent № 2318368. МКИ⁷ А01G9/24. *Ustroistvo dlya oblucheniya rastenii* [The device

for irradiation of plants]. Dolgikh P.P. Shilonosova T.Y., Pinchuk N.A., Kudashova E.N. Publ. 10.03.08. Bull.7.

7. RF patent № 2283579. МКИ⁷ А01G9/24, А01G31/02. *Vegetacionno-klimaticheskaya kamera* [Growth-climate chamber]. Zavey-Boroda V.R., Dolgikh P.P., Altynova I.M., Misurina S.A., Golubeva A.V. Publ. 20.09.06. Bull. No. 26.

8. RF patent № 2298911. МКИ⁷ А01G9/24. *Vegetacionnaya kamera* [Growth chamber] / Dolgikh P.P., Samoilo V. V. Publ. 20.05.07. Bull. No. 14.

9. RF patent № 2303346. МКИ⁷ А01G9/24. *Vegetacionnaya ustanovka* [Growth facility] / Dolgikh P.P., Samoilo V. V., Zavey-Boroda V. R. Publ. 27.07. 2007. Bull. No. 21.

10. Samoilenko V.V. *Tekhnicheskie sredstva snigeniya energozatrat pri realizacii tehnologii peremennogo opticheskogo oblucheniya rassadi ovochnich kultur v teplcah* [Technical means of reducing energy consumption in the implementation of the technology of alternating optical irradiation of vegetable seedlings in greenhouses]. Dissertaciya...na soisk. uch. stepeni k.t.n. [the Dissertation ... on competition. academic degree candidate of technical Sciences]. Stavropol, 2013, 172 p.

11. Stepanchuk G.V., Klyuchka E.P. *Metodika rascheta ustanovki peremennogo oblucheniya dlya kultivacionnih sooruzenii* [The calculation methodology of the installation of alternating irradiation for cultivation facilities] [Electronic resource]. 2011, no. 2, pp. 40-44 p. – Access mode: <http://www.v-itc.ru/electrotech/2011/02/index.php>.

12. Shunichiv S.I. et all. *Tekhnologiya promichlennogo proizvodstva ovochei v teplicah* [The technology of industrial production of vegetables in winter greenhouses]. Moscow, 1987. 109 c.

13. Joachim Meyer. Study group for electric use in the agriculture inc.: *Obluchenie rastenii* [Plant exposure], kniga [notebook] 3/1994, Bonn. 84 p.

Сведения об авторах:

Долгих Павел Павлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры системознергетики. Красноярский государственный аграрный университет (660049, Россия, Красноярский край, г. Красноярск, пр. Мира 90, тел. 89504249911, e-mail: dpp@rambler.ru).

Самойлов Максим Васильевич – старший преподаватель кафедры системознергетики. Красноярский государственный аграрный университет (660049, Россия, Красноярский край, г. Красноярск, пр. Мира 90, тел. 89080105540, e-mail: smv81_81@mail.ru).

Information about authors:

Dolgikh Pavel P. – candidate of technical sciences, assistant professor, assistant professor of the department of energetic systems. Krasnoyarsk State Agrarian University (660049, Russia, Krasnoyarsk region, Krasnoyarsk, Mira avenue 90, tel. 89504249911, e-mail: dpp@rambler.ru).

Samoilov Maxim V. – senior lecturer of the department of energetic systems. Krasnoyarsk State Agrarian University (660049, Russia, Krasnoyarsk region, Krasnoyarsk, Mira avenue 90, tel. 89080105540, e-mail: smv81_81@mail.ru).

УДК 621.311.22

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СЕТИ 0.38 КВ С СИММЕТРИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

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

Иркутский научно-исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Экономия электрической энергии (ЭЭ) и повышение ее качества является одной из важнейших составляющих увеличения эффективности производства и, как следствие,

развития социальной сферы. В современных системах электроснабжения (СЭ) электроэнергия, все в большей степени рассматривается как товар, к качеству которого предъявляются определенные требования. Отклонение показателей качества ЭЭ от установленных значений приводит к снижению надежности электроснабжения, увеличению потерь электроэнергии, ухудшению качества и количества выпускаемой продукции. Одной из основных целей и задач является стабильное обеспечение сельских и пригородных жителей (товаропроизводителей и потребителей) ЭЭ, нормированного качества, требуемого уровня надежности электроснабжения, имеющей высокие технико-экономические показатели, в соответствии с научно обоснованными нормами.

Ключевые слова: показатели качества электрической энергии, электроприемники, эксперимент, коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности и коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE PARAMETERS QUALITY OF ELECTRICAL ENERGY IN THE PHYSICAL MODELS NETWORK OF 0.38 WITH BALANCED-TO-UNBALANCED DEVICE

Lukina G.V., Bondarenko S.I., Samarkina E.V.
Irkutsk Research Technical University, *Irkutsk, Russia*

Saving electrical energy (EE) and the improvement of its quality is one of the most important components to increase production efficiency and, as a consequence, the development of the social sphere. In modern electric power supply systems (SE) electricity in a greater degree is considered as a product, the quality of which must meet certain requirements. Deviation of EE indicators of quality from the set values reduces the reliability of power supply, an increase in electricity losses, a deterioration in the quality and quantity of products. One of the main goals and objectives of a stable supply is the normalized quality of EE for rural and suburban residents (producers and consumers) with the required level of reliability of electricity supply, which has high technical and economic indicators, in accordance with the scientifically based standards.

Key words: indicators of quality of electric energy, power-consuming devices, experiment, unbalance coefficient of voltage of the negative sequence and unbalance factor of voltage of zero-sequence

Однофазные электроприемники (ЭП) по условию их распределения в сети 0.38 кВ могут образовывать трехфазную несимметричную, двухфазную и однофазную нагрузки. Симметричная трехфазная система напряжений характеризуется одинаковыми по модулю и фазе напряжениями во всех трех фазах. При несимметричных режимах напряжения в разных фазах не равны.

Несимметричная нагрузка трехфазной системы электроснабжения приводит к тому, что токи и напряжения в ее элементах принимают несимметричный характер. Наиболее часто несимметрия напряжений возникает из-за неравенства нагрузок фаз. Показателями КЭ, относящимися к несимметрии напряжений в трехфазных системах, являются коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U} и коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности K_{0U} .

Цель исследования – повышение качества ЭЭ в РС 0.38 кВ при несимметричной нагрузке путем применения способов и ТС, осуществляющих симметрирование режимов работы электрических сетей.

Материалы и методики. Исследование показателей качества электрической энергии в сети 0.38 кВ предлагается провести с двумя типами

симметрирующих устройств – конденсаторным шунто – симметрирующим устройством индуктивно – емкостного типа (КШСУ) и шунто-симметрирующим устройством электромагнитного типа (ЭШСУ), со схемой соединения обмоток “встречный зигзаг”.

Для определения сопротивления обратной последовательности симметрирующего устройства был применен метод амперметра, вольтметра и ваттметра для токов, соответствующих рабочему режиму экспериментальной установки (рис. 1).

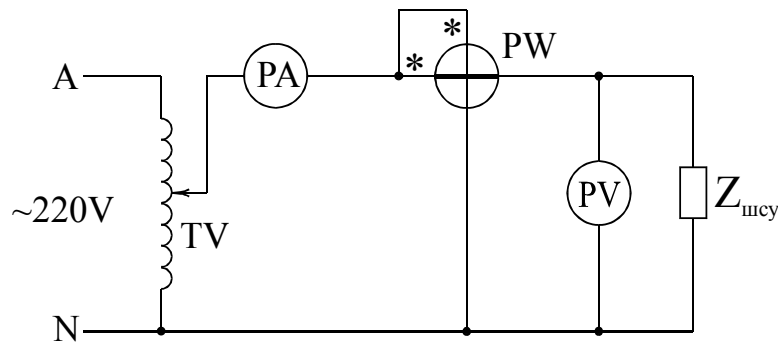


Рисунок 1 – Схема электроустановки для измерения сопротивления обратной последовательности симметрирующего устройства

Величины сопротивления обратной последовательности напряжения определены по показаниям амперметра I_{A1} , вольтметра U_{V1} и ваттметра P_{W1} по выражениям [3]:

$$Z = \frac{U_{V1}}{I_{A1}}; \quad r = \frac{P_{W1}}{I_{A1}^2}; \quad x = \sqrt{Z^2 - r^2} \quad (1)$$

Измерительная установка рис. 2 представлена из трех однофазных трансформаторов напряжения $TV_1 - TV_3$, на основе которых собран фильтр напряжения обратной последовательности: вольтметра PV и амперметра PA, регистрирующих соответственно напряжение U_{V0} и ток I_{A0} ; ваттметра P_W , с помощью которого измерялась активная мощность P_{W0} , зависящая от потерь в симметрирующем устройстве токов нулевой последовательности.

Полное, активное и индуктивное сопротивления нулевой последовательностей симметрирующих устройств определяется по следующим выражениям:

$$Z_0 = \frac{U_{V0} \cdot K_{TH}}{I_{A0}}; \quad r_0 = \frac{P_{W0} \cdot K_{TH}}{I_{A0}^2}; \quad x_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2} \quad (2)$$

где $K_{TH}=2.2$ – коэффициент трансформации трансформаторов напряжения.

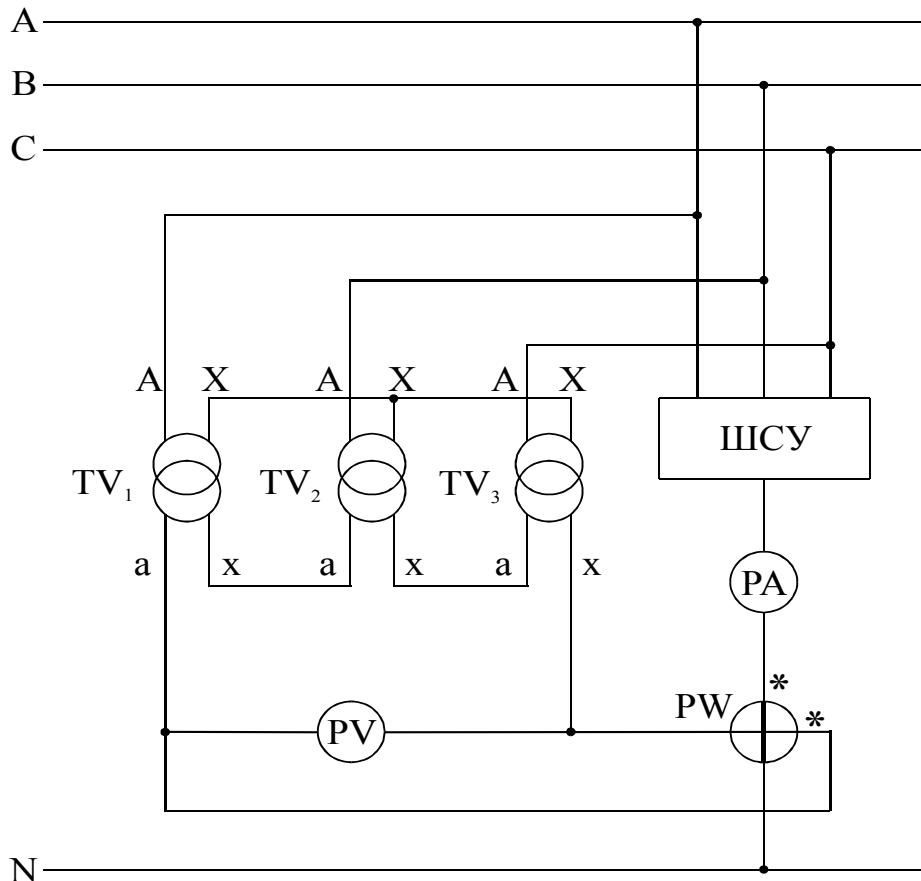


Рисунок 2 – Схема электроустановки для измерения сопротивления нулевой последовательности симметрирующего устройства

Результаты исследований. По результатам измерений согласно схем (рис. 1 и 2) произведен расчет сопротивлений прямой (обратной) и нулевой последовательностей симметрирующего устройства. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Параметры симметрирующего устройства

Тип СУ	r_0 , Ом	x_L , Ом	x_C , Ом	Z_0 , Ом	r_1 , Ом	x_1 , Ом	Z_1 , Ом	ΔP_{xx} , Вт
КШСУ	2.03	20.1	60.3	6.1	-	60.3	60.3	-
ЭШСУ	1.57	0.198	-	1.57	3.53	21.2	21.2	160

На основании использования модульного метода расчета были определены показатели несимметрии токов [2].

Исследования проводились для трех режимов сети 0.38 кВ:

– при отсутствии симметрирующего устройства коэффициенты K_{2U} и K_{0U} имеют наибольшие значения, соответственно равные 19.5% и 17.9%. При включении КШСУ происходит снижение коэффициента обратной и нулевой последовательностей напряжения, а именно: при включении КШСУ на шины симметрирующего устройства. Таким образом, включение КШСУ в узле нагрузок способствует улучшению качества напряжения на зажимах электроприемников.

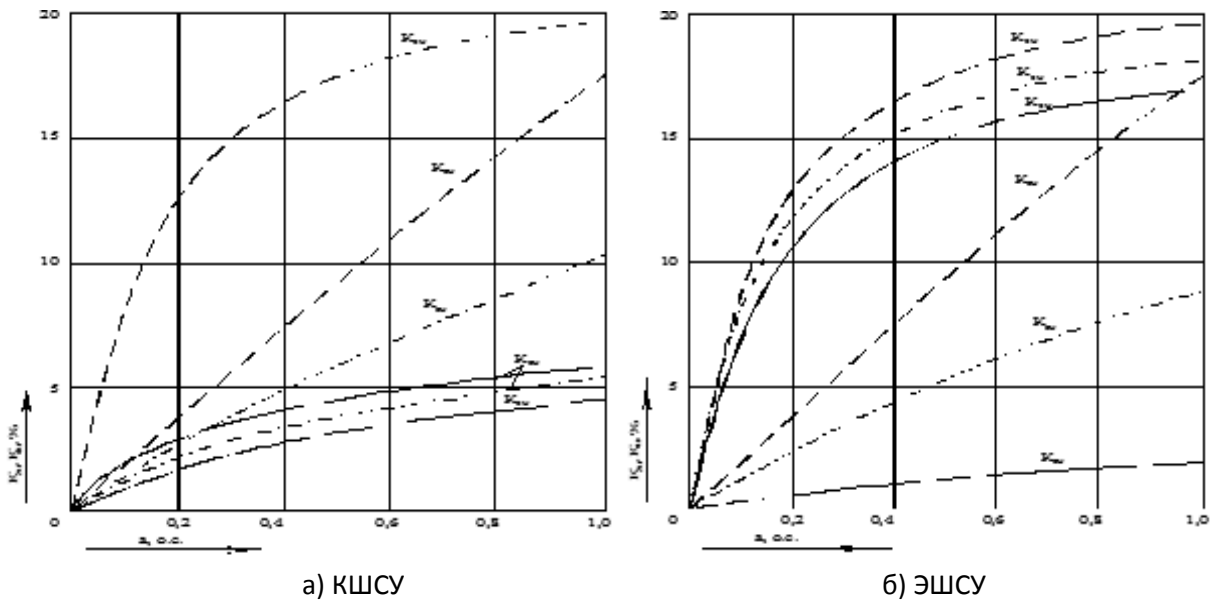


Рисунок 3 – Графики зависимости коэффициентов обратной K_{2U} и нулевой K_{0U} последовательностей напряжений в сети 0.38 кВ с коммунально-бытовой нагрузкой и СУ

При включении КШСУ на фидерах трансформатора K_{2U} и K_{0U} снижаются соответственно в 1.15 и в 2.4 раза; при включении КШСУ в узле нагрузок K_{2U} снижается в 1.18 раза, а коэффициент K_{0U} – в 7.4 раза по сравнению с режимом работы сети без симметрирующего устройства. Таким образом, включение КШСУ в узле нагрузок способствует улучшению качества напряжения на зажимах электроприемников.

– при включении в сеть 0.38 кВ с коммунально – бытовой нагрузкой электромагнитного ШСУ (рис. 3а) происходит следующее изменение коэффициентов обратной и нулевой последовательностей напряжений в узле нагрузок. В точке $\alpha=1$ коэффициенты K_{2U} и K_{0U} для всех режимов работы сети имеют наибольшие значения. При включении ЭШСУ на шины трансформатора $K_{2U}=18.22\%$, $K_{0U}=8.89\%$; при включении ЭШСУ в узле нагрузок $K_{2U}=17.1\%$, $K_{0U}=1.67\%$. По сравнению с режимом работы сети, когда симметрирующее устройство отсутствует, видно, что максимальное снижение коэффициентов K_{2U} и K_{0U} (соответственно в 1.14 и в 10.7 раза) возможно при включении ЭШСУ в узле нагрузок (в точке $\alpha=1$). Сравнение графиков (рис. 3а и 3б) показывает, что в сети 0.38 кВ с коммунально – бытовой нагрузкой наибольшее снижение коэффициента нулевой последовательности напряжения K_{0U} происходит при включении в узле нагрузок электромагнитного ШСУ.

В сети 0.38 кВ со смешанной нагрузкой изменение коэффициентов K_{2U} и K_{0U} происходит следующим образом (рис. 4а).

При отсутствии симметрирующего устройства (в точке $\alpha=1$) коэффициенты K_{2U} и K_{0U} соответственно равны 3.13% и 16.44%; при включении КШСУ в узле нагрузок $K_{2U}=3.75\%$, $K_{0U}=4.75\%$, т.е. включение КШСУ в узле нагрузок несколько повышает коэффициент обратной последовательности напряжения примерно в 1.2 раза, однако коэффициент нулевой

последовательности напряжения уменьшается в 3.5 раза по сравнению с режимом работы сети без симметрирующего устройства (в точке, соответствующей $\alpha=1$). При включении в узел со смешанной нагрузкой шунто – симметрирующего устройства электромагнитного типа (рис. 4б) при $\alpha=1$ коэффициенты K_{2U} и K_{0U} уменьшаются соответственно в 2 и в 3.3 раза, по сравнению с режимом работы сети без ЭШСУ.

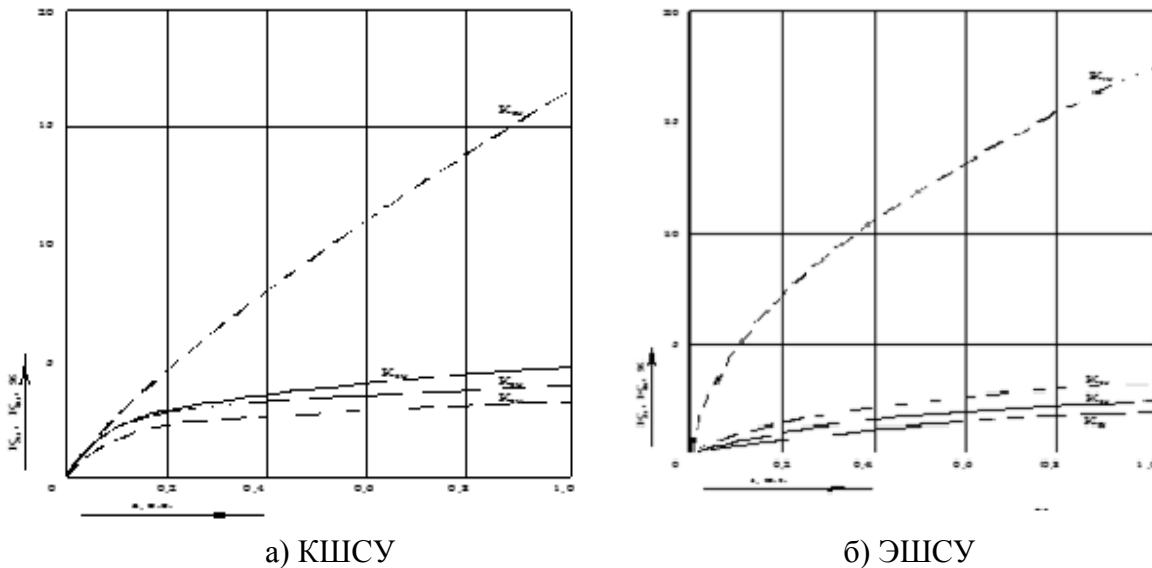


Рисунок 4 – Графики зависимости коэффициентов обратной K_{2U} и нулевой K_{0U} последовательностей напряжений в сети 0.38 кВ со смешанной нагрузкой и СУ

Показатели и нормы качества электрической энергии (ЭЭ), установленные ГОСТ Р 54149-2010 [5], распространяются на сети систем электроснабжения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц. Требования настоящего стандарта применяют во всех режимах работы систем электроснабжения общего назначения. Настоящий стандарт предназначен для применения при установлении и нормировании показателей КЭ, связанных с характеристиками напряжения электропитания, относящимися к частоте, значениям и форме напряжения, а также к симметрии напряжений в трехфазных системах электроснабжения. Данные характеристики напряжения подвержены изменениям из-за изменений нагрузки, влияния кондуктивных электромагнитных помех, создаваемых отдельными видами оборудования, и возникновения неисправностей, вызываемых, главным образом, внешними событиями. В результате возникают случайные изменения характеристик напряжения во времени в любой отдельной точке передачи электрической энергии пользователю электрической сети, а также случайные отклонения характеристик напряжения в различных точках передачи электрической энергии в любой конкретный момент времени.

В низковольтных РС 0.38 кВ широко используются однофазные электроприемники большой мощности (электроплиты мощностью 8-12 кВт), бытовые приборы с низким коэффициентом мощности, электроприемники с нелинейными вольт-вебер-амперными характеристиками (тиристорные

преобразователи), электросварочные установки, газоразрядные лампы, феррорезонансные стабилизаторы и т.п. Они являются источниками несимметричного, несинусоидального, а иногда и непериодического тока. Объективно-несимметричное распределение однофазной нагрузки в сетях 0.38 кВ обуславливает возникновение соответствующих случайной и вероятностной несимметрии фазных токов.

По опубликованным данным, величина коэффициента обратной последовательности токов в этих сетях достигает 30-40% [1]. При этом на зажимах электроприемников возникает несимметрия напряжений, превышающая в 2...2.5 раза допустимое ГОСТом значение, а отклонение напряжения от номинального составляет $-23...+18\%$ вместо допустимых $\pm 5\%$. На низкое качество ЭЭ указывает также то обстоятельство, что в данных сетях используется свыше 10 млн. стабилизаторов напряжения, которые работают по 3-4 часа в сутки, расходуя в год около 300 млн. кВтч ЭЭ дополнительно [4].

В фермерских хозяйствах Иркутской области широко распространены сети 038 кВ со смешанной нагрузкой, т.е. сети, в которых имеется и коммунально – бытовая, и производственная нагрузки. Производственная нагрузка в таких сетях может питаться как от отдельной линии, протяженность которой, как правило, не превышает 500м. При этом имеются сети, в которых преобладает производственная нагрузка, и сети с преобладанием коммунально – бытовой нагрузками.

Расход ЭЭ на коммунально-бытовые цели в пригородных и сельских фермерских хозяйствах (СФХ) неуклонно растет. Темпы роста электропотребления на одного жителя пригородной зоны значительно выше, чем в городе (примерно в 2...2.5 раза). Это указывает на то, что в ближайшие годы обеспеченность населения электробытовыми приборами фермерских и пригородных хозяйств приблизится к городской.

Средняя суммарная протяженность линий, подключенных к одной трансформаторной подстанции (ТП), составляет 2...2.5 км, а одной линии – 1...1.5 км. Практически все линии имеют ответвления в конце головного участка, длина которого обычно составляет 200 м, и в конце линии суммарная длина ответвлений – 500...550 м. Кроме этого, в каждой линии имеются четырех – трех – двухпроводные ответвления. Средняя длина четырехпроводного участка одной линии составляет 600...650 м, трехпроводных – 300...350 м, а двухпроводных – 200...250 м. К одной линии в среднем подключается 25...30 однофазных потребителей.

Выводы. 1. Пригородные и СФХ напряжением 0.38 кВ работают в условиях значительных несимметрий токов и напряжений, что приводит к снижению качества ЭЭ.

2. Коэффициенты обратной и нулевой последовательности напряжения, характеризующие качество ЭЭ, значительно превышают установленные ГОСТом значения.

3. Наиболее эффективным способом снижения несимметрии токов и напряжений является установка в СФХ специальных СУ, обладающих минимально возможным сопротивлением токам нулевой последовательности. В

результате этого значительно снижается ток нулевой последовательности сети, что приводит к улучшению качественного состава напряжения в этих сетях.

Список литературы

1. *Лукина, Г.В.* Симметрирование режимов работы электрических сетей 0.38 кВ фермерских и пригородных хозяйств / *Г.В. Лукина*: Дис .канд. техн. наук. – Иркутск, 2002. – 255с.
2. *Косоухов Ф.Д.* Несимметрия напряжений и токов в сельских распределительных сетях: Монография / *Ф.Д. Косоухов, И.В. Наумов* – Иркутск: изд-во “ИДП”, 2003. – 259 с.
3. *Наумов И.В.* Методика расчета показателей несимметрии токов и напряжений в сети 0.38 кВ с симметрирующим устройством / *И.В. Наумов, Г.В. Лукина, С.В. Сукъясов, С.В. Подъячих* // Вестник АлтГАУ им И.И. Ползунова. – 2001. – № 2. – С. 49-56.
4. *Никольский О.К.* Исследование показателей качества электрической энергии в пригородных электрических сетях 0.38 кВ Иркутской области / *О.К. Никольский, Г.В. Лукина* // Сб. науч. тр. КрасГАУ // Красноярск: КрасГАУ, 2002. – Вып. 3. – С. 23-30.
5. ГОСТ Р 54149-2010. ГОСТ Р 54149-2010. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 2013.01.01. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 30 с. : ил.

References

1. *Lukina G.V.* Simmetrirovaniye rejimov raboti elektricheskix setey 0.38 kV fermerskix i prigorodnix hoziystv. [Balancing of modes of electric networks of 0.38 kV of farms and suburban farms]. Irkutsk., 2002, 255p.
2. *Kosoukhov F.D., Naumov I.V.* Nesimmetriy napriyjeniy i tokov v selskix raspredelitelnix setyx. [Unbalance of voltages and currents in the rural distribution networks]. Irkutsk, 2003, 259 p.
3. *Naumov I.V., Lukina G.V., Sukyisov S.V., Podyichix. S.V.* Metodika rascheta pokazateley nesimetrii tokov i napriyjeniyv seti 0.38 kV s simmetriruysim ustroystvom. [The methodology of calculating indicators of the asymmetry of the currents and voltages in the network of 0.38 kV with balanced-to-unbalanced device]. The Reporter of ASAU of I.I. Polzunova. 2001, no. 2, pp. 49-56.
4. *Nikolskiy O.K., Lukina G.V.,* Issledovanie pokazateley kachestva elektricheskoy energii v prigorodnix elektricheskix setyix 0.38 kV Irkutskoy obl'fsti. [Studying the indicators of quality of electric energy in the suburban electric networks of 0.38 kV in the Irkutsk region]. Krasnoyirsk, 2002,no.3, pp. 23-30.
5. GOST R 54149-2010. Elektricheskay energy. Sovmestimost texnicheskix sredstv elektromagnitnay. Normi kachestva elektricheskoy energii v sistemax elektrosnabjeniy obsego naznacheniy. [Electromagnetic compatibility of technical means. Electric power quality limits in public electrical systems]. Moscow, 2010, 30 p.

Сведения об авторах:

Бондаренко Светлана Иосифовна – доцент кафедры электроснабжения и электротехники. Иркутский научно-исследовательский технический университет (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 88, тел. 89086629140, e-mail: bon_svet@mail.ru).

Лукина Галина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и электротехники инженерного факультета. Иркутский научно-исследовательский технический университет (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 88, тел. 89501104960, e-mail: LukinaGV@yandex.ru).

Самаркина Екатерина Владимировна – доцент кафедры теплоэнергетики. Иркутский научно-исследовательский технический университет (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 88, тел. 8(3952)755775, e-mail: katsamar@rambler.ru).

Information about authors:

Bondarenko Svetlana I. – assistant professor of the department of electrical power supply and electric engineering. Irkutsk Research Technical University (664074, Russia, Irkutsk, Lermontov street, 88, tel. 89086629140, e-mail: bon_svet@mail.ru).

Lukina Galina V. – candidate of technical sciences, assistant professor of the department of electrical power supply and electric engineering. Irkutsk Research Technical University (664074, Russia, Irkutsk, Lermontov street, 88, tel. 89501104960, e-mail: lukinaGV@yandex.ru).

Samarkina Ekaterina V. – assistant professor of heat power engineering. Irkutsk Research Technical University (664074, Russia, Irkutsk, Lermontov street, 88, tel. 8(3952)755775, e-mail: katsamar@rambler.ru).

УДК 631.354.2 (571.53)

**ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
ЗЕРНОУБОРОЧНЫМИ КОМБАЙНАМИ**

Н.И. Овчинникова, А.В. Косарева

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В статье проведен сравнительный анализ обеспеченности зерноуборочными комбайнами в Российской Федерации, Сибирском Федеральном округе и Иркутской области. Выявлены причины снижения количества зерноуборочных комбайнов за исследуемый период с 2005 по 2014 гг.: превышение фактической нагрузки на один зерноуборочный комбайн, выбытие комбайнов из-за старения, увеличение срока службы в 1.5-2 раза. Отмечен низкий уровень обновления парка зерноуборочных комбайнов по рассматриваемым регионам, определены коэффициенты обновления. Даны рекомендации по удовлетворению потребности в зерноуборочных комбайнах для производства сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, технологическая потребность, комбайновая техника, сельское хозяйство, посевная площадь, коэффициент обновления.

**HARVESTER-THRESHER SUPPLY ASSESSMENT FOR AGRICULTURAL
BUSINESSES OF THE IRKUTSK REGION**

Ovchinnikova N.I., Kosareva A.V.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article gives a comparative analysis of the provision of harvester-threshers in the Russian Federation, Siberian Federal District and the Irkutsk region. The reasons of reducing the number of harvester-threshers during the studied period from 2005 to 2014 are defined: the actual load increase on one harvester-thresher, retirement of harvesters due to aging, increasing service life in 1.5-2 times. A low level of renewal of the harvester-threshers fleet is marked in the regions of interest, the coefficients of renovations are identified. Recommendations of satisfying the needs in harvester-threshers for agricultural production are given.

Key words: harvester-thresher, technological need, combine machinery, agriculture, crop area, a coefficient of renovation.

Цель настоящей работы – оценка обеспеченности сельскохозяйственных предприятий Иркутской области зерноуборочными комбайнами на основе

анализа статистических данных за 2005-2014 годы.

Объектом исследования является процесс машиноиспользования на примере зерноуборочных комбайнов, используемые **методы** – статистические.

Одним из основных видов комбайновой техники для сельского хозяйства являются зерноуборочные комбайны. Обеспеченность уборочных работ зерноуборочными комбайнами в Российской Федерации составляет 3–4 комбайна на 1000 га (вместо положенных 7-8), что в 4.8 раза меньше, чем в США, в 2.2 раза меньше, чем в Канаде, и в 5.7 раза меньше, чем в странах ЕС. Технологическая потребность сельскохозяйственного производства Российской Федерации в зерноуборочных комбайнах составляет более 360 тыс. единиц – с учетом общей посевной площади зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий. Следовательно, обеспеченность сельскохозяйственных товаропроизводителей зерноуборочными комбайнами составляет 36.5% с учетом их наличия, а по исправным – 29.2%, [2].

Количество зерноуборочных комбайнов, имеющих у сельскохозяйственных товаропроизводителей в Российской Федерации за период с 2005 по 2014 год, сокращается. Анализ динамики наличия комбайнов (рис. 1) показал, что наибольшее количество зерноуборочных комбайнов за исследуемый период составляло в 2005 году – 129.2 тысячи единиц. В 2006 году оно снизилось на 11666 единиц, или чуть более, чем на 9%.

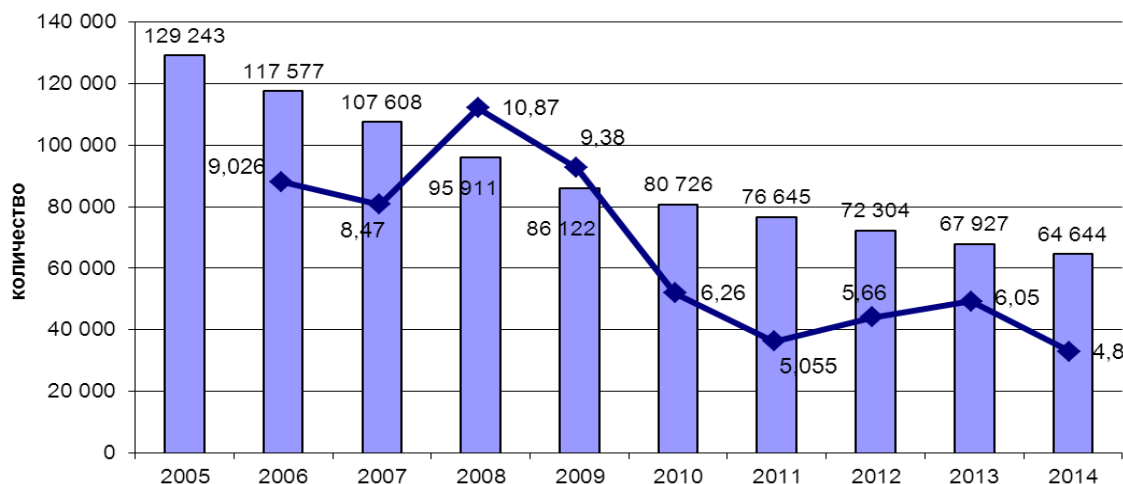


Рисунок 1 – Наличие зерноуборочных комбайнов у товаропроизводителей в Российской Федерации в период 2005-2014 гг.

В целом за исследуемый период – с 2005 по 2014 год – количество зерноуборочных комбайнов сократилось на 64599 единицу или почти на 50%. Наибольшее снижение произошло в период с 2007 по 2009 год и составило 15.8% (15185 единицы зерноуборочной техники), что связано с выбытием техники из-за старения, [4].

Результаты исследования. В табл. 1 приведены данные о наличии зерноуборочных комбайнов в целом по Российской Федерации, по Сибирскому Федеральному округу и Иркутской области, [1, 6].

Имеющаяся тенденция снижения парка зерноуборочных комбайнов объясняется крайне низким уровнем его обновления – в год менее 10%. Коэффициент обновления сельскохозяйственной техники определяется как отношение приобретённой новой техники к ее наличию на конец отчетного года в процентах. Динамика изменения коэффициента обновления техники за период с 2008 по 2014 годы в рассматриваемых регионах приведена на рис. 2.

Другой из причин сокращения зерноуборочных комбайнов в России является фактическое превышение срока их службы, установленного предприятием-изготовителем, в 1.5-2 раза (срок службы комбайна до 10 лет).

Таблица 1 – Наличие зерноуборочных комбайнов у сельскохозяйственных товаропроизводителей

	2005	2006	2007	2008	2009
Российская Федерация	129 243	117 577	107 608	95 911	86 122
Сибирский Федеральный округ	27 692	25 108	23 308	20 968	18 514
Иркутская область	1 717	1 457	1 404	1 267	1 078
	2010	2011	2012	2013	2014
Российская Федерация	80 726	76 645	72 304	67 927	64 644
Сибирский Федеральный округ	16 972	15 752	14 552	13 321	12 197
Иркутская область	981	894	804	701	60

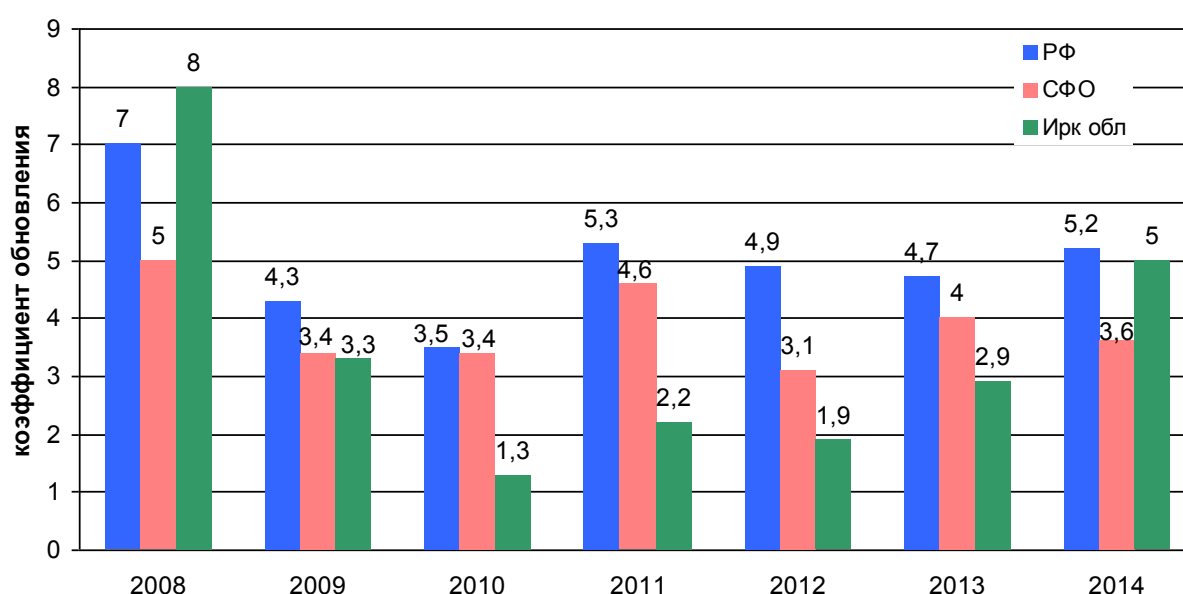


Рисунок 2 – Коэффициент обновления зерноуборочных комбайнов (значение показателя за год)

Потенциал роста спроса на комбайновую технику очень высок, что привлекает в страну большое количество крупнейших иностранных производителей. На сегодняшний день отечественное производство, хотя оно в данной отрасли долгое время пребывало в упадке, а теперь ведет острую борьбу с зарубежными конкурентами, по-прежнему является основным поставщиком комбайнов российскому сельскохозяйственному товаропроизводителю, занимая более 60% рынка. На рис. 3 представлено ежегодное приобретение зерноуборочных комбайнов в Российской Федерации, Сибирском федеральном округе и Иркутской области.

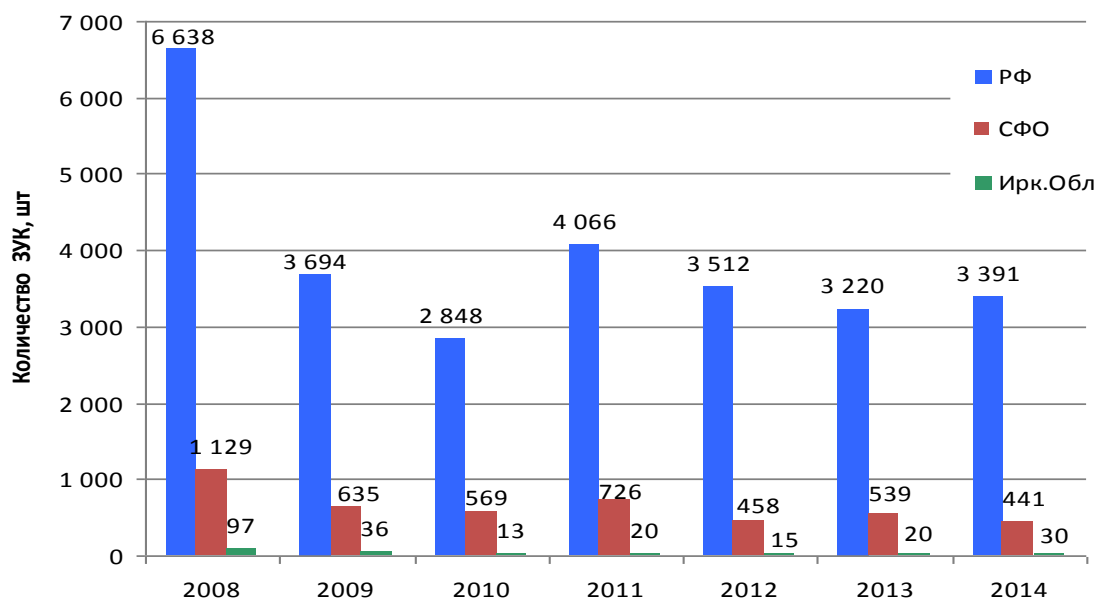


Рисунок 3 – Ежегодное приобретение зерноуборочных комбайнов

На сегодняшний день потребность в зерноуборочных комбайнах для зернопроизводящих хозяйств рассчитывается:

- убираемой площадью на 1 условный комбайн – 120-170 га;
- средней урожайностью – 25 ц/га;
- продолжительностью уборки – 10-12 дней;
- максимальным сроком эксплуатации машин – до 10 лет.

Между тем фактическая нагрузка на комбайн в сегодняшних условиях – свыше 300 га (табл. 2).

Таблица 2 – Фактическая нагрузка на один зерноуборочный комбайн, га

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Российская Федерация	253	270	291	317	344	327	354	369	399	408
Сибирский федеральный округ	276	283	297	310	338	328	366	386	398	431
Иркутская область	206	218	222	240	261	240	267	299	317	354

Одинаково критическая ситуация по парку зерноуборочных комбайнов

наблюдается и в Иркутской области. В настоящее время по данным Министерства сельского хозяйства Иркутской области сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства Иркутской области имеют в наличии 1150 зерноуборочных комбайнов, что составляет 49% обеспеченности [3].

Распределение зерноуборочных комбайнов по времени эксплуатации на примере Иркутского района Иркутской области представлены на рис. 4.

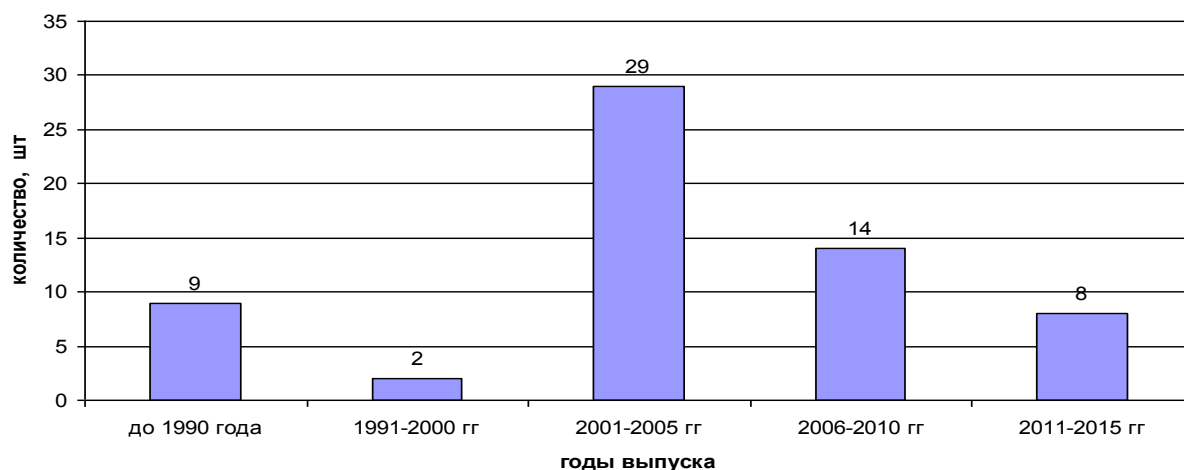


Рисунок 4 – Распределение зерноуборочных комбайнов по годам выпуска в Иркутской области (на примере Иркутского района)

Энергообеспеченность на 100 га посевной площади составляет 116.94 кВт. Нагрузка на каждый зерноуборочный комбайн приходится 354 га [4].

Такие показатели парка зерноуборочных комбайнов в Российской Федерации и Иркутской области, в частности, не могут удовлетворять потребностям производства сельскохозяйственной продукции. Для своевременного проведения зерноуборочных работ необходимо:

- комплектование хозяйств оптимальным количеством зерноуборочной техники системно, целенаправленно и комплексно с учетом технических характеристик и условий ее эксплуатации;
- внедрение современных ресурсо- и энергосберегающих технологий;
- рост инвестиций в сельскохозяйственном производстве;
- государственная поддержка сельскохозяйственного производства.

Выводы. 1. Обеспеченность сельскохозяйственных предприятий Иркутской области зерноуборочными комбайнами составляет 49%.

2. Выявлены причины сокращения парка зерноуборочных комбайнов в Российской Федерации в целом, Сибирском Федеральном округе и Иркутской области:

- превышение фактической нагрузки на один зерноуборочный комбайн;
- увеличение срока службы в 1.5-2 раза;
- выбытие комбайнов из-за старения;
- низкий уровень обновления.

Список литературы

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система. – Режим доступа: <http://fedstat.ru>.
2. Елисеев А. Рынок зерноуборочных комбайнов в России: многообещающие перспективы // Журнал “Аграрное обозрение”. 2011, № 5. – С.14-16.
3. Об утверждении долгосрочной целевой программы Иркутской области “Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Иркутской области на 2013-2020 годы” Правительство Иркутской области постановление от 20 декабря 2012 года n 721-пп.
4. Овчинникова Н.И. Некоторые аспекты уборки зерновых культур в Иркутской области // “Вестник ИрГСХА”. 2011. – Вып. 42 – С. 100-104.
5. Статистический сборник. Иркутская область в цифрах – 2010-2015 – Иркутск: 2015 // Режим доступа: <http://irkutskstat.gks.ru>.
6. Статистический сборник. Сельскохозяйственная техника – Иркутск: 2010-2015.

References

1. *Edinaja mezhvedomstvennaja informacionno-statisticheskaja sistema - Rezhim dostupa* [Unified interdepartmental informational and statistical system. - Access]: <http://fedstat.ru>.
2. Eliseev A. *Rynok zernouborochnyh kombajnov v Rossii: mnogoobeshhajushhie perspektivy* [The market of harvester-threshers in Russia: promising prospects]. *Agrarnoe obozrenie* [Agricultural Review]. 2011, no.5, p. 14-16.
3. *Ob utverzhdenii dolgosrochnoj celevoj programmy Irkutskoj oblasti "Razvitie sel'skogo hozjajstva i regulirovanie rynkov sel'skohozjajstvennoj produkcii, syr'ja i prodovol'stvija v irkutskoj oblasti na 2013-2020 gody" pravitel'stvo Irkutskoj oblasti postanovlenie ot 20 dekabrja 2012 goda n 721-pp* [About the approval of the long-term dedicated program of the Irkutsk Region "Development of agriculture and regulation of markets for agricultural products, raw materials and food in the Irkutsk region for 2013-2020" the Government of the Irkutsk region the decision of 20 December 2012 n 721-pp].
4. Ovchinnikova N.I. *Nekotorye aspekty uborki zernovyh kul'tur v Irkutskoj oblasti* [Some aspects of the harvesting of grain crops in the Irkutsk region]. *Vestnik IrGSHA* [The Reporter of ISAA]. 2011, no. 42, pp. 100-104.
5. *Statisticheskij sbornik. Irkutskaja oblast' v cifrah* [Statistical collected book. The Irkutsk region in figures]. 2010-2015. Irkutsk: 2015// Rezhim dostupa [Режим доступа Access]: <http://irkutskstat.gks.ru>.
6. *Statisticheskij sbornik. Sel'skohozjajstvennaja tehnika* [Statistical collected book. Agricultural machinery]. Irkutsk, 2010-2015.

Сведения об авторах:

Овчинникова Наталья Ивановна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой математики инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89148805625, e-mail: nata54@bk.ru)

Косарева Анна Викторовна – кандидат технических наук, доцент кафедры Технического сервиса и инженерных дисциплин инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89149444228, e-mail: ankosar@mail.ru)

Information about the authors:

Kosareva Anna V. – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Technical service and engineering disciplines, Faculty of Engineering. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodejny village, tel. 89149444228, e-mail: ankosar@mail.ru)

Ovchinnikova Natalia I. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of

Mathematics, Faculty of Engineering. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodejny village, tel. 89148805625, e-mail: nata54@bk.ru)

УДК 004.932.1

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО
ЗРЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ЗАДАЧАХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

М.В. Пильцов, Б.Ф. Кузнецов, М.Ю. Бузунова, Д.С. Бузунов

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В статье описывается созданный программно-аппаратный комплекс, предназначенный для исследования методов компьютерного зрения и обработки изображений применительно к задачам сельского хозяйства, таким как определение всхожести, сортировка, отсеивание и других. Комплекс реализован на языке программирования Python 2.7 и библиотеке машинного зрения OpenCV без использования проприетарного программного обеспечения. Он позволяет получать изображение с камер, поддерживающих передачу видеопотока через USB интерфейс. Реализована возможность сегментации и анализа получаемых изображений в режиме реального времени. Комплекс поддерживает несколько видов сегментации, реализована возможность выбора порога бинаризации.

Ключевые слова: машинное зрение, сегментация, бинаризация, метод Отцу, распознавание образов, видеопоток, морфология.

**THE DEVELOPMENT OF SOFT HARDWARE COMPLEX FOR STUDYING AND
APPLYING MACHINE VISION METHODS IN PRIVATE PROBLEMS OF
AGRICULTURE**

Piltsov M.V., Kuznetsov B.F., Buzunova M.Yu., Buzunov D.S.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article describes the soft hardware complex designed to study methods of computer vision and image processing for purposes of agricultural problems, such as the definition of germination, sorting, filtering and others. The complex is implemented in the programming language Python 2.7 and in the machine vision library OpenCV without using proprietary software. It allows getting images from cameras with the support of sending video-stream via USB interface. The possibility of segmentation and analysis of images obtained in real-time is realized. The complex supports several types of segmentation, the possibility of selection of binarization threshold is realized.

Key words: machine vision, segmentation, binarization, Otsu method, pattern recognition, video-stream, morphology.

В настоящее время происходит бурное развитие робототехники и, следовательно, систем машинного зрения. Почти не осталось областей деятельности человека, где бы не применялись эти технологии. Сельское хозяйство не стало исключением. Применение данных технологий совместно с системами глобального позиционирования позволяет вести точное (координатное) земледелие. Использование беспилотных летательных

аппаратов позволяет получать топографические карты местности, а применение к ним технологий обработки изображений позволяет получать и 3-d модели участков земной поверхности с возможностью определения любых геометрических размеров. Погрешность геометрических измерений при этом не превышает десятков сантиметров.

При таком активном использовании компьютерного зрения в приведенных примерах, в области, например, методов определения всхожести (жизнеспособности) семян сельскохозяйственных культур, оно не используется вообще. Процедуру определения всхожести проводят по технологии, определенной в ГОСТ 12036–85, ГОСТ 12037–81, ГОСТ 12038–84, ГОСТ 20290–74, с использованием фильтровальной бумаги, песка, чашек Петри и аппаратов Якобсена. Последние выпускаются и в наши дни, например, фирмой “Rubarth Apparate GmbH” (Германия). Существуют приборы, определяющие всхожесть семян по цвету, например, “Vitascop Easi-Twin”. Идея состоит в том, что при контакте живого зародыша с раствором тетразола семя окрашивается в светло-красный цвет. Однако раствор тетразола дорог, а семена (ячменя) перед помещением в него должны быть разрезаны на две части, что требует больших затрат времени.

Цель и задачи. Из сказанного выше очевидно, что применение методов компьютерного зрения в частных задачах сельского хозяйства, например, для решения задач определения всхожести семян на основе анализа их морфологии, является очень актуальным. Для автоматизации решения данной проблемы необходим программно-аппаратный комплекс, объединяющий в себе систему получения изображения и программное обеспечение, позволяющее принимать и анализировать изображения. Разработка такого комплекса и является целью данной работы. Для достижения данной цели было необходимо решить ряд задач:

- задача выбора устройства, которое будет использовано для построения системы получения изображения (сканер, фотоаппарат, камера видеонаблюдения, web-камера);
- задача выбора языка программирования и среды разработки (Delphi, C++, Java, Python, Perl, Basic);
- задача выбора библиотек машинного зрения (ViSP, OpenVIDIA: Parallel GPU Computer Vision, MATLAB (toolbox + sample), openCV, simpleCV, SHARK);
- задача выбора методов сегментации, которые должен поддерживать комплекс.

Выбор инструментов. В качестве устройства для системы получения изображения была выбрана обширная группа камер, поддерживающих передачу видеопотока через USB интерфейс (USB video device class UVC). К данному классу устройств относятся все web-камеры, цифровые микроскопы, камеры машинного зрения.

Такие устройства, как сканеры, не были выбраны по причине сложности автоматизации их управления без специального ПО, фиксированного фокуса и

малого срока службы при интенсивном использовании. Класс таких устройств, как фотоаппараты, не подошел из-за проблем с дистанционным управлением, по причине того, что далеко не все модели поддерживают подобный режим, а если и поддерживают, то осуществляют его через специализированное ПО и дополнительные технические средства.

Анализ возможностей сред разработки, используемых в настоящее время, позволяет сделать вывод о том, что очень немногие из них предоставляют полный функционал на условиях открытой лицензии (General Public License). Основные крупные среды разработки (VisStudio, Rad Studio, Qt) являются проприетарными. Доступные же среды, например, такие как DevC и CodeBlocks имеют малую функциональность и низкий уровень поддержки. Оставшиеся IDE, такие как JDK, Python IDLE потенциально пригодны для разработки.

Обзор библиотек машинного зрения показал, что наиболее полной, проработанной и доступной библиотекой алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом является OpenCV, разработанная компанией Intel. Данная библиотека доступна для использования на языках программирования C++, Java, Python. Наиболее полное описание её использования приведено для языка C++ и платформы Visual Studio, а также для Python 2.7. Попытка устанавливать данную библиотеку на другие среды разработки сопряжено с большими трудностями.

Анализ документации данной библиотеки показывает, что один и тот же проект, написанный на C++ и Python, существенно отличается по объему кода и его читаемости не в пользу Visual Studio C++, которая еще и проприетарна.

Очевидно, что использование связки Python + OpenCV представляет из себя мощный, поддерживаемый и доступный инструмент, позволяющий решать задачи компьютерного зрения. Именно данные инструменты и были использованы при создании комплекса.

Методы сегментации. Чтобы проводить с объектами (зернами, ростками и др.) какие-либо манипуляции и анализ, необходимо выделить их из общего фона. Для этого используют сегментацию, процесс разбития изображения на сегменты по некому признаку. Существует большое число методов сегментации. Среди них можно выделить: энергетические методы; методы пороговой сегментации; методы, основанные на кластеризации; методы, основанные на выделении границ сегментов.

Очевидно, что реализовать их все в одном комплексе будет очень затруднительно. Исходя из назначения комплекса и того, что он предназначен для работы с зернами и ростками, расположенными либо на ткани, либо на фильтровальной бумаге, либо на специальной подложке, чей цвет можно выбирать, для комплекса были выбраны методы пороговой сегментации. Действительно, если пронаблюдать процесс прорастания зерна, например пшеницы, расположенной на листке белой фильтровальной бумаги, и проанализировать, то можно сделать следующие выводы:

- цвет зерна (светло-коричневый) достаточно однороден и не имеет явных участков с засветлёнными или затемнёнными областями внутри его внешнего

контура;

- при экспериментах цвет зерна в переводе на серые тона занимал диапазон значений от 200 до 255, включая корень и колеоптиль (при определенном, фиксированном освещении).

- прорастающая со временем корневая система и колеоптиль имеют цвет, который очень близок к абсолютно белому и с течением его (колеоптиля) цвет начинает смещаться в область зеленого цвета.

Очевидно, что если использовать цвет подложки (бумага, ткань), который максимально удален от 200 (данный порог может меняться, он зависит от освещения) в сторону уменьшения, то есть к черному цвету, то можно получить изображение зерна, имеющее гистограмму яркости, приведенную на рисунке 1.

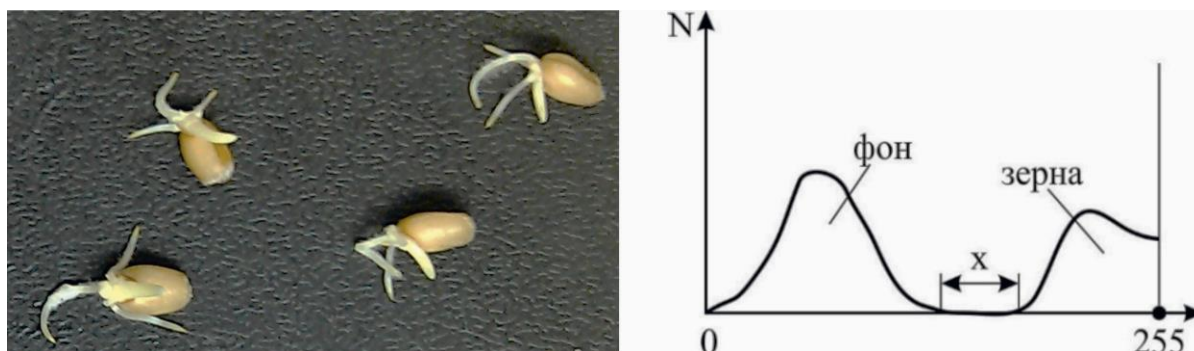


Рисунок 1 – Гистограмма яркости изображения зерен пшеницы на подложке черного цвета, N – число пикселей

С изображениями, имеющими такие гистограммы яркости (бимодальные), и будут прекрасно справляться методы пороговой сегментации [2]. Из рисунка очевидно, что порог для эффективной сегментации лежит в диапазоне x .

Описание комплекса. Разработанный комплекс состоит в настоящий момент из четырех модулей. Графический интерфейс форм комплекса (GUI) разработан с помощью библиотеки Tk.

Внешний вид модуля для работы с камерой приведен на рисунке 2. Модуль предназначен для проверки работоспособности камер, подключенных к комплексу. Количество камер не ограничено. Имеется возможность установить требуемое разрешение по высоте и ширине кадра, при условии, что камера его поддерживает. Модуль позволяет фиксировать и сохранять кадры с камеры в режиме реального времени. Реализована возможность выбора каталога и формата сохраняемого кадра.

Внешний вид модуля наблюдения представлен на рисунке 3.

Модуль предназначен для автоматизации процесса наблюдения и фиксирования изображений объектов в течение длительных временных интервалов. Модуль может работать с 5 камерами. Для проверки корректности выбора камеры реализован тест, выводящий изображение с активной камеры в появляющуюся дополнительную форму. Реализована возможность задания периода съемки в миллисекундах и её ручной приостановки.

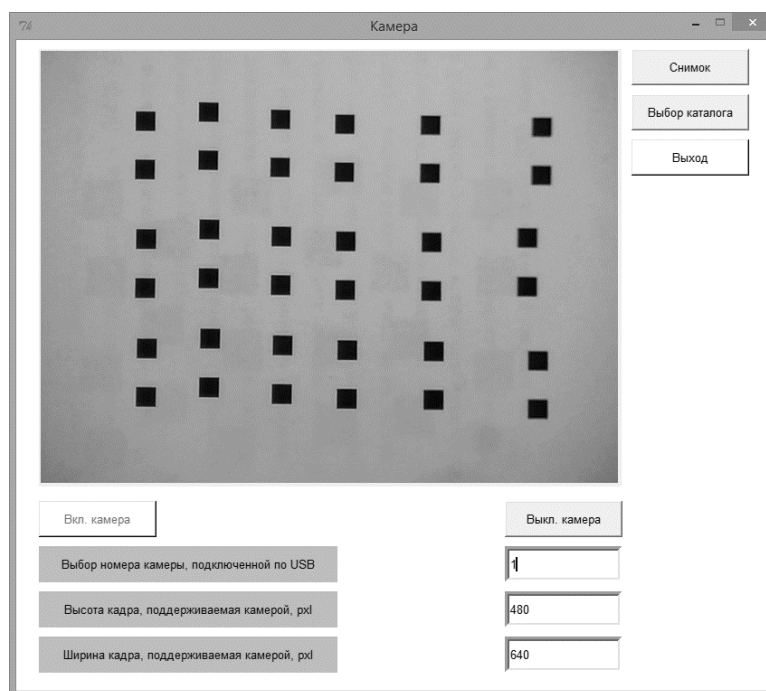


Рисунок 2 – Форма модуля для работы с камерой

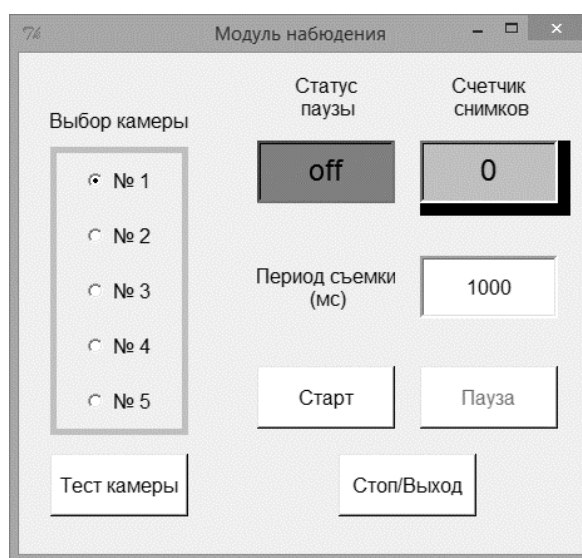


Рисунок 3 – Модуль наблюдения

Модуль сегментации (рис. 4) предназначен для подбора метода и порога сегментации, который был бы оптимальным для условий, в которых расположена камера наблюдения и интересующие исследователя объекты. Входными данными для модуля служат кадры с объектами, полученные и сохраненные в предыдущих модулях. Выбранный кадр отображается в окне модуля. Модуль реализует такие методы сегментации, как: бинаризация с нижним порогом (Прямой); бинаризации с верхним порогом (Инверсный); метод Отцу (Отцу) [3].

Модуль позволяет выбрать значение порога самостоятельно или

рассчитать его по методу Отцу, что удобно для отыскания стартового значения. Присутствует возможность сохранить сегментированные изображения.

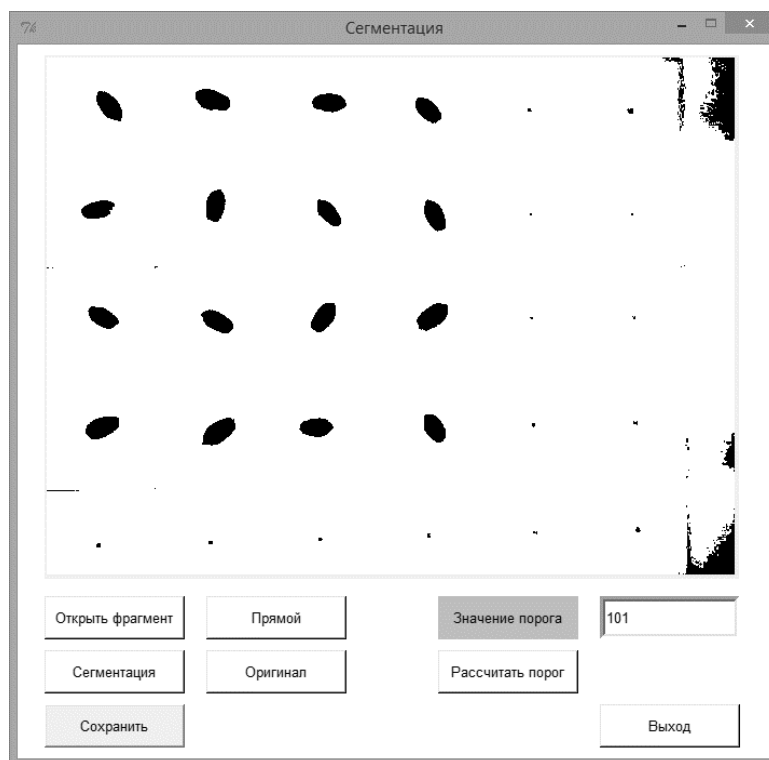


Рисунок 4 – Модуль сегментации (в кадре сегментированные зерна пшеницы)

Модуль анализа (рисунок 5) предназначен для нахождения и исследования объектов в кадре камеры в режиме реального времени. Модуль выводит на холст окна сегментированные фреймы видеопотока. Анализ подразумевает нахождение количества объектов и их координаты. Функция нахождения реализована с применением алгоритмов построчной заливки. Анализ можно осуществлять и автоматически, через фиксированные интервалы времени.

По полученным координатам точек можно определять параметры объектов, такие, например, как площадь. Для этого необходимо откалибровать камеру с использованием шаблонов, содержащих геометрические фигуры известного размера. При таком подходе удалось определить площади прямоугольных фигур (25 мм^2) с погрешностью 13% при использовании бюджетной камеры с разрешением 640×480 точек.

В процессе сегментации на изображении почти всегда остается шум, вызванный либо неверным нахождением порога бинаризации или неравномерным освещением объекта (темные области и точки по углам на рисунке 4). Обычно их исключают методами морфологии, точнее, использованием масок [1]. В данном случае такие методы не требуются, так как алгоритм анализа находит в кадре все объекты, размер которых начинается с одного пикселя. По этой причине в модуле можно отсеивать шумы по их размеру. Для этого имеется возможность задать верхнюю и нижнюю границу для шума, и он будет автоматически убран.

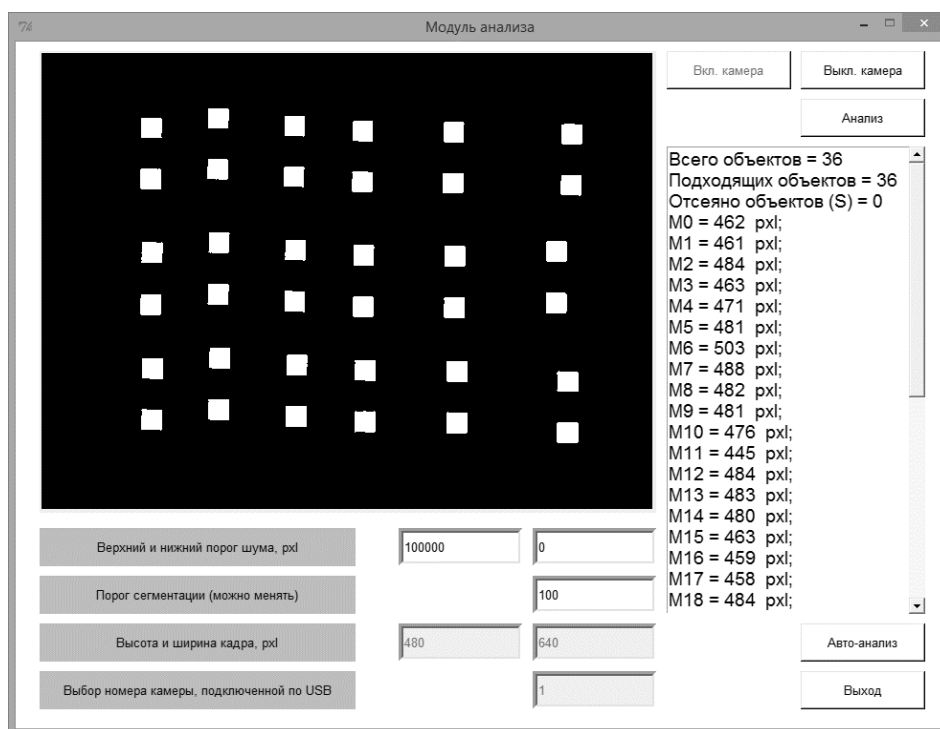


Рисунок 5 – Модуль анализа (в кадре калибровочные фигуры)

Выводы. 1. Разработанный комплекс позволяет существенно упростить разработку и применение методов компьютерного зрения и обработки изображений для решения задач сельского хозяйства.

2. В дальнейшем планируется доработка созданного комплекса, а именно добавление в него модуля морфологического анализа семян (геометрические размеры, форма, вес) и модуля цветовой сегментации, который бы позволил автоматизировать сложный процесс ручного анализа проросшего зерна (выделение и анализ ростка, колеоптиля, корней).

Список литературы

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс – М.: Изд-во Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Форсайд Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. Форсайд, Ж. Понс – М.: Изд-во Вильямс, 2004. – 928 с.
3. Шапиро Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман – М.: Изд-во Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.

References

1. Gonzalez R. Cifrovaja obrabotka izobrazhenij [Digital image processing]. Moscow, 2005, 1072 p.
2. Forsyth D. Komp'yuternoe zrenie. Sovremennyj podhod [Computer vision. a modern approach]. Moscow, 2004, 928 p.
3. Shapiro L. Komp'yuternoe zrenie [Computer vision]. Moscow, 2006, 752 p.

Сведения об авторах:

Бузунов Дмитрий Сергеевич – аспирант кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А.

Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный, тел. 89501161621, e-mail: enerqo@irsha.ru)

Бузунова Марина Юрьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный, тел. 89500557333, e-mail: enerqo@irsha.ru).

Кузнецов Борис Федорович – доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89021723331 e-mail: kuznetsovbf@gmail.com).

Пильцов Михаил Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89041366683, e-mail: mpilcov@yandex.ru).

Information about authors:

Buzunov Dmitry S. – postgraduate student of the department of electrical machinery and physics of the energy faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodejnnii village, tel. 89501161621, e-mail: enerqo@irsha.ru)

Buzunova Marina Yu. – candidate of physico-mathematical sciences, assistant professor of the department of electrical machinery and physics of the energy faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodejnnii village, tel. 89500557333, e-mail: enerqo@irsha.ru).

Kuznetsov Boris F. – doctor of technical sciences, professor of the department of electrical machinery and physics of the energy faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodejnnii village, tel. 89021723331 e-mail: kuznetsovbf@gmail.com).

Piltsov Mikhail V. – candidate of technical sciences, senior lecturer of the department of electrical machinery and physics of the energy faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodejnnii village, tel. 89041366683, e-mail: mpilcov@yandex.ru).

Требования к статьям, публикуемым в научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”

Условия опубликования статьи

1. Статьи должны содержать результаты научных исследований, теоретические, практические (инновационные) разработки, готовые для использования и являющиеся актуальными (востребованными) на современном этапе научного развития, либо представлять научно-познавательный интерес, соответствовать основным направлениям журнала.
2. Соответствовать предъявляемым правилам оформления.
3. Для авторов, кроме студентов, аспирантов и магистрантов 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 Иркутского ГАУ (ИНН 3811024304 КПП 382701001 УФК по Иркутской области (ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ 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 две статьи в год самостоятельно или в соавторстве.
6. Поступившие в редакцию и принятые к публикации статьи не возвращаются. Редакция предполагает анонимное рецензирование, имеет право отклонять статьи, не соответствующие вышеуказанным требованиям и основным научным направлениям журнала.
7. За фактологическую сторону статей, юридическую и иную ответственность несут авторы.
На отдельной странице предоставляется информация об авторе: фамилия, имя, отчество (полностью) на русском языке, фамилия и инициалы на английском языке, ученая степень, ученое звание, должность, телефон, e-mail и адрес организации (с указанием почтового индекса).

Правила оформления статьи

1. Статья направляется в редакцию журнала по адресу: 664038. Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского”, “Редакция научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА” или по e-mail: nikulina@igsha.ru, тел. 8(3952)237472, 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 23 мм, остальные – 20 мм, абзацный отступ – 10 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. Универсальный десятичный код (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. Фамилия, имя, отчество 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 700 до 900 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. В тексте статьи автор сжато и четко излагает современное состояние вопроса, описание методики исследования и обсуждение полученных результатов; заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание; основной текст экспериментальных статей необходимо структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: объекты и методы, экспериментальная часть, результаты и их обсуждение, выводы.
9. Иллюстрации к статье (при наличии) предоставляются в электронном виде, включенные в текст, в стандартных графических форматах с обязательным подрисовочным названием.
10. Таблицы набираются в редакторе WORD – 12 кегль, название таблицы полужирным шрифтом.
11. Формулы и специальные символы набираются с использованием пункта меню Символ и редактора формул MS-Equation 5.0.
12. В конце статьи размещается список литературы (по алфавиту) на русском языке, 12 кегль, межстрочный интервал – 1.0; в тексте указывается ссылка с номером.
13. Далее – транслитерация всего списка литературы.
14. Ссылки на литературу приводятся в тексте в квадратных скобках.
15. Благодарность(и) или указание(я) на какие средства выполнены исследования, приводятся в конце основного текста после выводов (шрифт Times New Roman, размер – 12 пт.).
16. Оформление графиков и таблиц согласно стандарту (ГОСТ 7.1-2003).
17. 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. На каждую статью обязательны две рецензии (внутренняя и внешняя), составленные доктором или кандидатом наук по направлению исследований автора. Рецензия обосновывает новизну и актуальность научной статьи, логику и научность изложения текста, аргументированность выводов и заключений, включает в себя рекомендации рецензента по отношению к статье. Рецензия заверяется печатью соответствующего учреждения (организации), подпись рецензента подтверждается начальником управления персоналом и содержит дату ее написания.
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 заявленной 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 заверяются 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. Рецензии хранятся не менее 5 лет в бумажном и электронном вариантах и могут быть предоставлены в Министерство образования и науки РФ по запросу.

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) 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, 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* или *nbssk@mail.ru*, тел. 8(3952)237472.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

“ВЕСТНИК ИРГСХА”

**Выпуск 72
февраль**

**Литературный редактор – В.И. Тесля
Технический редактор – Н.В. Каклимова
Перевод – А.Т. Бунаева**

Лицензия на издательскую деятельность

ЛР № 070444 от 11.03.98 г.

Подписано в печать 29.02.2015 г.

Усл. печ. л. 10.25.

Тираж 500. Заказ № 2817.

Цена договорная.

Почтовый адрес редакции:

664038. Россия. Иркутская обл.. Иркутский район. п. Молодежный.

т. (3952) 237-472