



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

Научно-практический журнал «Вестник ИргСХА» ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

Приглашаем к сотрудничеству ученых высшей школы и научно-исследовательских институтов, руководителей и специалистов организаций, работающих в агропромышленном комплексе и областях, связанных с агрономией, мелиорацией, биологией, охраной окружающей среды, ветеринарной медициной, зоотехнией.

Ждем от вас статей, в которых рассматриваются вопросы, связанные с проблемами в агрономии и мелиорации, биологии и охране природы, зоотехнии и ветеринарной медицине.

По вопросам, связанным с изданием Научно-практического журнала «Вестник ИргСХА» ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, обращаться:

664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский район, п. Молодежный  
т. 8(3952)237330, 89500885005, e-mail: nikulina@igsha.ru

Научно-практический журнал  
**«ВЕСТНИК ИргСХА»**  
Выпуск 3(122) июнь  
Scientific and practical journal  
**“Vestnik IrGSHA”**  
Volume 3(122) June



ISSN 1999-3765

Молодежный - Иркутск  
2024



Научно-практический журнал  
**“Вестник ИрГСХА”**

**2024 Выпуск 3 (122)**

Scientific and practical journal  
**“Vestnik IrGSHA”**

**2024 Volume 3 (122)**

Журнал “Вестник ИрГСХА” зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Регистрационный номер** ПИ № ФС77 – 75281 от 25 марта 2019 года

**Учредитель:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

**DOI 10.51215/1999 - 3765-2024-122**

Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”, 2024, выпуск 3 (122), июнь.

Издается по решению Ученого совета Иркутской государственной сельскохозяйственной академии с 26 ноября 1996 г.

**Главный редактор:** В.И. Солодун, д.с.-х.н.

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

**Ответственный секретарь:** И.И. Силкин, д.в.н.

**Члены редакционного совета:** ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежовского”: Н.Н. Дмитриев, д.с.-х.н., Д.Ф. Леонтьев д.б.н., Р.А. Сагирова д.с.-х.н., В.О. Саловаров, д.б.н., Е.Г. Худоногова, д.б.н., Ш.К. Хуснидинов, д.с.-х.н.

**Иные организации:** Россия: СИФИБР, г. Иркутск: М.А. Раченко, д.с.-х.н.; Всероссийский НИИ селекции плодовых культур, д. Жилина, Орловский р-н, Орловская обл.: Е.Н. Седов, д.с.-х.н., академик, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина”, д.с.-х.н., доцент С.В. Резвякова, д.с.-х.н.; Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ: Р.Б. Темираев, д.с.-х.н., Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург: Л.М. Белова, д.б.н.; Республика Карелия Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск: Э.В. Ивантер, д.б.н., чл.-кор. РАН; Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск: Ю.Н. Литвинов, д.б.н.; Омский педагогический университет, г. Омск: Г.Н. Сидоров, д.б.н.

**Республика Армения:** Институт проблем гидропоники им. Г.С.Давтяна, Национальная академия наук, РА, г. Ереван: А.О. Тадевосян, д.б.н.

**Республика Беларусь:** Витебская ордена “Знак Почета” академия ветеринарной медицины И.Н. Громов, д.в.н.

**Республика Казахстан:** Казахский научно-исследовательский институт пищевой и перерабатывающей промышленности, г. Нур-Султан: Р.А. Арынова, д.б.н.

**Монголия:** Монгольская академия наук, Улан-Батор Бямбаа Бадарч, д.в.н.;

Монгольский государственный сельскохозяйственный университет Очирбат Гэндэнгиа Зюодийнхэний, д.б.н.

В журнале опубликованы работы авторов по разным тематикам: агрономии, мелиорации, биологии, охране природы, ветеринарной медицине, зоотехнии.

Журнал “Вестник ИрГСХА” зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Регистрационный номер ПИ № ФС77 – 75281 от 25 марта 2019 года

Подписной индекс ПН274 в каталоге АО “Почта России”

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 входит во II квартал (K2) рейтинга ВАК.

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. 51215/ISSN1999 - 3765.2019.91.94

Учредитель – ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.

ISSN 1999 - 3765

© ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2024, июнь

Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”, 2024, issue 3 (122), June.

It is published by the decision of the Academic Council of Irkutsk State Agricultural Academy since November 26, 1996.

**Editor-in-chief:** V.I. Solodun, Doctor of Agricultural Sc.

**Deputy editor-in-chief:** N.A. Nikulina, Doctor of Biological Sc.

**Executive secretary:** I.I. Silkin, Doctor of Veterinary Sc.

**Editorial Board members:** FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. EzhevskyN/N/ Dmitriev, Doctor of Agricultural Sc., D.F. Leontiev, Doctor of Biological Sc., R.A. Sagirova, Doctor of Agricultural Sc., V.O. Salovarov, Doctor of Biological Sc., E.G. Khudonogova, Doctor of Biological Sc., Sh. K. Khusnidinov, Doctor of Agricultural Sc.

**Other organizations:** *Russia:* SIPPB, Irkutsk: M.A. Rachenko, Doctor of Agricultural Sc.; Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina village, Orel district, Orel region: E.D.Sedov, Doctor of Agricultural Sc., academician, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin”, Doctor of Agricultural Sc., associate professor S.V. Rezvyakova, Doctor of Agricultural Sc.; North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov, Vladikavkaz: R.B. Temiraev, Doctor of Agricultural Sc., St. Petersburg Academy of Veterinary Medicine, St. Petersburg: L.M. Belova, Doctor of Biological Sc.; Republic of Karelia Petrozavodsk State University, Petrozavodsk: E. V. Ivanter, Doctor of Biological Sc., Corresponding Member of RAS; Institute of Systematics and Ecology of Animals of SB RAS, Novosibirsk: Yu.N. Litvinov, Doctor of Biological Sc.; Omsk Pedagogical University, Omsk: G.N. Sidorov, Doctor of Biological Sc.

*Republic of Armenia:* Institute of Hydroponics Problems named after G.S. Davtyan, National Academy of Sciences, RA, Yerevan: A.O. Tadevosyan, Doctor of Biological Sc.

*Republic of Belarus:* Vitebsk Order “Badge of Honor” State Academy of Veterinary Medicine I.N. Gromov, Doctor of Veterinary Sc.

*Republic of Kazakhstan:* Kazakh Research Institute of Food and Processing Industry, Nur-Sultan: R.A. Arynova, Doctor of Biological Sc.

*Mongolia:* Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar Byambaa Badarch, Doctor of Veterinary Sc.; Mongolian State Agricultural University Ochirbat Gendengiya Zyuodiinheniy, Doctor of Biological Sc.

The journal publishes papers on various topics: agronomy, melioration, biology, nature protection, veterinary medicine, livestock farming

The journal is registered in the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications. Certificate PI No. FS 77-75281. Registration date: 25.03.2019

Subscription indexes in the Catalogue of the JSC “Russian Post” – IИH274.

Manuscripts are not returned to the authors. The authors are solely responsible for the selection and presentation of the facts contained in the articles; the views expressed by them may not reflect the views of the editorial board. Any copyright infringement is prosecuted by law. Reprinting of journal materials is allowed only by agreement with the editors. No part of the journal materials may be reproduced without the prior permission from the editorial board. Reviews are stored in the editorial office for 5 years in the paper and electronic versions and can be provided to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on request.

The journal is included in the II quartile (K2) of the Higher Attestation Commission ranking.

The journal is included in the Russian Science Citation Index of the Electronic Library eLIBRARY.RU. The journal is included in the List of leading peer-reviewed scientific journals and publications in accordance with the decision of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of Russia. The journal was awarded a II Dgree Diploma in the competition of publications of AVT institutions subordinated to the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, “New Knowledge for Practitioners” in the nomination “Best Serial Edition”, a III Degree Diploma of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, a II Degree Diploma in the nomination “Best Printed Edition” of the I International Competition for the best educational and scientific publication.

The articles were checked using the “Anti-plagiarism” Internet service.

Assigned with DOI: 10.51215/ ISSN1999 - 3765.2019.91.94

The founder - FSBEI HE Irkutsk SAU

© FSBEI HE Irkutsk SAU, 2024, June

## СОДЕРЖАНИЕ

### **АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ**

- Борискин И.А., Бондаревич Е.А.* Результаты эколого-геохимического анализа овощей в условиях Забайкальского края 6
- Мартемьянова А.А.* Продуктивность свербиги восточной в совместных агрофитоценозах в условиях Предбайкалья 19
- Махмудова В.Х.* Оценка потенциальных возможностей цветового различения сельскохозяйственной продукции от сорняка на фоне почвы 32
- Подшивалова А.К., Горковенко В.Д.* Термодинамическая оценка взаимного влияния в системах с участием минеральных удобрений 39
- Полковская М.Н.* Планирование производства растениеводческой продукции с учетом изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур 49
- Раченко А.М., Раченко М.А., Киселева Е.Н.* Потенциальная возможность использования клоновых подвоев яблони в садоводстве Иркутской области 58
- Рябинина О.В., Пономаренко Е.А., Лопатовская О.Г.* Анализ взаимосвязи физико-химических свойств почвы с ее противозерозионной устойчивостью и рекреационными возможностями западного побережья острова Ольхон 70
- Шапенкова С.В.* Сравнительная оценка устойчивости масличных культур семейства капустные (Brassicaceae) к болезням в условиях Предбайкалья 83

### **БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ**

- Викулина Н.А.* Природные геохимические аномалии Забайкальского края как один из факторов благополучия охотничьих животных 93
- Каюкова С.Н., Никулина Н.А.* Забайкальский край как область обитания охотничьих животных 103
- Кужлеков А.О., Бондаренко А.А., Бондаренко А.В., Маликов Д.Г., Гуляев Д.И.* Современное состояние популяций редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира в Юго-Восточном Алтае и национальном парке “Сайлюгемский”. Ч. V 114
- Преловский В.А., Швецов С.А.* Орнитофауна Джергинского заповедника 126
- Шеметов Н.А., Шеметова В.Н., Виньковская О.П.* Фенология древесных растений в окрестностях с. Хомутово (Иркутская область) в вегетационный период 2023 года 141

## CONTENS

### **AGRONOMY. MELIORATION**

- Boriskin I.A., Bondarevich E.A.* The results of ecological and geochemical analysis of vegetables in the conditions of the Trans-Baikal territory 6
- Martemyanova A.A.* Productivity of *Bunias orientalis* in joint agrophytocenoses under the conditions of the Pre-Baikal region 19
- Mahmudova V.Kh.* Assessment of the potential color differences between agricultural products and weeds against the soil background 32
- Podshivalova A.K., Gorkovenko V.D.* Thermodynamic assessment of mutual influence in systems involving mineral fertilizers 39
- Polkovskaya M.N.* Planning of crop production, taking into account the variability of crop yields 49
- Rachenko A.M., Rachenko M.A., Kiseleva E.N.* The potential use of clonal rootstocks of apple trees in horticulture in Irkutsk region 58
- Ryabinina O.V., Ponomarenko E.A., Lopatovskaya O.G.* Analysis of the relationship of the physical and chemical properties of the soil with its anti-erosion stability and recreational capabilities of the west coast of Olkhon island 70
- Shapenkova S.V.* Comparative assessment of the resistance of oilseeds of the cabbage family (Brassicaceae) to diseases under the conditions of the Pre-Baikal region 83

### **BIOLOGY. NATURE PROTECTION**

- Vikulina N.A.* Natural geochemical anomalies of Trans-Baikal territory as one of the factors of well-being of hunting animals 93
- Kayukova S.N., Nikulina N.A.* Transbaikal territory as a habitat of hunting animals 103
- Kuzhlekov A.O., Bondarenko A.A., Bondarenko A.V., Malikov D.G., Gulyaev D.I.* Current state of populations of rare and endangered wildlife objects in the South-Eastern Altai and the "Saylugemsky National Park". Part V 114
- Prelovskiy V.A., Shvetsov S.A.* Bird fauna of the Dzherginsky reserve 126
- Shemetov N.A., Shemetova V.N., Vinkovskaya O.P.* Phenology of woody plants in the vicinity of the village of Khomutovo (Irkutsk region) during the growing season of 2023 141



**АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ**

**AGRONOMY. MELIORATION**

DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-6-18

УДК 581.192

Научная статья

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОВОЩЕЙ В  
УСЛОВИЯХ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ  
Часть 1**

<sup>1</sup>И.А. Борискин, <sup>2</sup>Е.А. Бондаревич

<sup>1</sup>“Забайкальский аграрный институт” – филиал ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет” имени А.А. Ежевского, г. Чита, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО “Читинская государственная медицинская академия”, г. Чита, Россия

**Аннотация.** В статье приводится сравнительный элементный анализ клубней картофеля из города Чита и шести районов Забайкальского края: Читинского, Нерчинского, Могочинского, Сретенского, Борзинского, Хилокского. Клубни отбирали внешне здоровые, без гнилостных и вирусных повреждений, ровные с явными фенотипическими признаками сорта. По группе макро- и мезоэлементов получены достоверные данные по содержанию алюминия, фосфора, серы, хлора, калия, кальция и железа. Количество алюминия превышено по средним показателям, кроме кларковой величины. Кларк превышен по фосфору в пробах из пунктов с. Калинино и г. Хилок, количество хлоридов было меньшим, чем нормирующие показатели для всех проб. Очень высокие концентрации калия выявлены из пунктов г. Борзя и г. Хилок, содержание кальция в пробах было на уровне оптимального количества или в 2-3 раза большим, чем нормирующий показатель. Максимальное количество железа обнаружено в пробах из г. Хилка. По группе микроэлементов и ультрамикроэлементов получены достоверные данные по содержанию марганца, меди, цинка, ванадия, титана, брома, хрома, рубидия, стронция. По ряду районов наблюдалось отсутствие части ультрамикроэлементов. По результатам анализов были получены кластерные дендрограммы сходства и различия клубней по их элементарному составу; по макро- и мезоэлементам выделились образцы из г. Сретенска и пгт. Атамановка, по микро- и ультрамикроэлементам – из г. Хилок и с. Калинино. Для всех признаков проведен корреляционный анализ и составлена матрица корреляций. Все элементы находятся в высокозначимой корреляции друг с другом, за исключением пар “бром-марганец” (5.9%), ”хром-бром” (7.9%). Кроме того, в статье представлен коэффициент вариации по каждой группе анализируемых элементов.

**Ключевые слова:** картофель, элементный состав, макроэлементы, мезоэлементы, микроэлементы, ультрамикроэлементы, кластерная дендрограмма, корреляция признаков, пошаговый дискриминантный анализ

**Для цитирования:** Борискин И.А., Бондаревич Е.А. Результаты эколого-геохимического анализа овощей в условиях Забайкальского края. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024; 3 (122): 6-18. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-6-18.

## THE RESULTS OF ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ANALYSIS OF VEGETABLES IN THE CONDITIONS OF THE TRANS-BAIKAL TERRITORY

<sup>1</sup>Igor A. Boriskin, <sup>2</sup>Evgeniy A. Bondarevich

<sup>1</sup>Zabaikalsky Agrarian Institute – branch of Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Chita, Russia

<sup>2</sup>FGBOU VO Chita State Medical Academy, Chita, Russia

**Abstract.** The article provides a comparative elemental analysis of potato tubers from the city of Chita and six districts of the Trans-Baikal Territory: Chita, Nerchinsky, Mogochinsky, Sretensky, Borzinsky, Khiloksky. Tubers were selected outwardly healthy, without putrefactive and viral damage, smooth with obvious phenotypic signs of the variety. Reliable data on the content of aluminum, phosphorus, sulfur, chlorine, potassium, calcium and iron were obtained for the group of macro- and mesoelements. Aluminum quantity exceeded on average, except for the Clark value. Clark exceeded the phosphorus level in the samples in samples from the settlements of Kalinino and Khilok, the amount of chlorides was less than the normalizing values for all samples. Very high concentrations of potassium were detected from Borzya and Khilok settlements, the calcium content in the samples was content in the samples was at the level of the optimal amount or 2-3 times higher than the normalizing indicator. The maximum amount of iron was detected for samples from the city of Khilka. Reliable data on the content of manganese, copper, zinc, vanadium, titanium, bromine, chromium, rubidium, strontium were obtained for the group of trace elements and ultramicroelements. In a number of areas, the absence of some ultramicroelements was observed. According to the results of the analyses, cluster dendrograms of the similarities and differences of tubers in their elementary composition were obtained; samples from Sretensk and the village were distinguished by macro- and mesoelements. Atamanovka, according to micro- and ultramicroelements – from the city of Khilok and the village of Kalinino. A correlation analysis was performed for all signs and a correlation matrix was compiled. All elements are in a highly significant correlation with each other, with the exception of the pairs "bromine-manganese" (5.9%), "chromium-bromine" (7.9%), "silver-bromine" (8.6%). In addition, the article presents the coefficient of variation for each group of analyzed elements.

**Keywords:** potatoes, elemental composition, macronutrients, mesoelements, trace elements, ultramicroelements, cluster dendrogram, correlation of features, step-by-step discriminant analysis

**For citation:** Boriskin I.A., Bondarevich E.A. The results of ecological and geochemical analysis of vegetables in the conditions of the Trans-Baikal territory. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2024; 3 (122): 6-18. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-6-18.

**Введение.** Элементы, содержащиеся в сухой массе растения в количестве больше 0.1%, относятся к макроэлементам, от 0.1 до 0.001% – мезоэлементам, от 0.01 до 0.0001 – микроэлементам, меньше 0.0001% – ультрамикроэлементам [2,3,13]. Каждая из групп элементов имеет огромное значение в жизнедеятельности растительных организмов. Макро- и мезоэлементы – основные биогенные компоненты растительной клетки, при их участии протекают процессы роста, развития и размножения [1,4]. Микроэлементы

активно участвуют в процессах метаболизма, повышают полифункциональность веществ растительной клетки, влияют на физико-химические свойства цитоплазмы. Ультрамикроэлементы входят в состав ферментов, участвуют в обменных процессах, хотя многие из них являются токсичными в больших дозах [1, 2,14].

**Цель** – определить элементный состав клубней картофеля из различных районов Забайкальского края и установить вариабельность содержания элементов, в зависимости от их биологического воздействия.

**Материалы и методы.** Объектом исследования были клубни картофеля – *Solanum tuberosum* (сем. Solanaceae), собранные осенью 2021 г. в следующих населённых пунктах Забайкальского края: пгт. Атамановка и с. Ильинка Читинского района, с. Калинино Нерчинского района, г. Сретенск Сретенского района, г. Борзя Борзинского района, г. Могоча Могочинского, г. Хилок Хилокского района и в различных районах г. Читы (п. Осетровка, 1-й мкр., п. Каштак). Определение содержания химических элементов проводили рентгено-флуоресцентным методом полного внешнего отражения на спектрометре S2 Picofox (Bruker Nano GmbH, Германия). Предварительно клубни картофеля нарезали тонкими пластинами и высушивали на воздухе. После проводили их измельчение в универсальной мельнице RT-02ВНК в течение 3-5 минут и порошок высушивали в сухожаровом шкафу при 105 °С в течение 2 ч. Навески проб, в 3-х кратной повторности, массой  $0,200 \pm 0,001$  г, взвешивали с помощью аналитических весов “ХВ 120А Precisa” в кварцевых стаканчиках и подвергали мокрому озолению в присутствии концентрированной  $\text{HNO}_3$  и 30 %  $\text{H}_2\text{O}_2$  при 500 °С в муфельной печи в течение 2 ч до получения светло-коричневой или белой золы. Далее золу растворяли в 5.0 мл 0.01 н раствора  $\text{HNO}_3$  (марки х.ч.) и отбирали аликвоту, объемом 0.50 мл и приливали к ней раствор внутреннего стандарта (соль Ge с концентрацией 2.5 мг/л). С помощью механического дозатора переменного объема наносили 10.0 мкл кислотной вытяжки пробы на кварцевый прободержатель, высушивали и анализировали. Статистическую обработку данных проводили в программах MS Excel 2021 и PAST 3.0. При анализе полученных данных использовали такие статистические показатели, как среднее арифметическое и ошибку среднего ( $M \pm \sigma$ ), медиану (Me), минимум и максимум выборки (min/max), коэффициент вариации ( $C_v$ ). По совокупностям данных вычисляли коэффициент корреляции Бравэ-Пирсона (r), который показывал уровень взаимосвязи признаков друг с другом. Значимость коэффициента корреляции проверяли по t-критерию Стьюдента [5, 7, 8, 9]. При установлении сходства применяли пошаговый дискриминантный анализ (Detrended correspondence analysis (DCA)).

Для определения уровня сходства-различия проб по совокупности накопления химических элементов использовали метод кластерного анализа [8].

**Результаты и обсуждение.** Степень техногенного воздействия в различных районах края существенно отличалась. Наиболее экологически

неблагополучными территориями являлись площадки в г. Чита, а также в крупных населенных пунктах. Основным источником поступления токсичных элементов в почвы являются крупные предприятия теплоэнергетики, авто- и железнодорожный транспорт, и их инфраструктура. Напротив, для сельских пунктов отбора проб не выявлено крупных источников загрязнения. Геохимические условия Забайкалья при этом характеризуются высокой мозаичностью и существованием природных источников микроэлементов, которые мигрируют в почвы сельскохозяйственного назначения и могут накапливаться в растительной продукции [14].

Анализ показателей, полученных в ходе исследования клубней картофеля в сравнении с нормирующими показателями, выявил следующие особенности. Количество алюминия оказалось превышено по средним показателям, кроме кларковой величины. В связи с чем, имеется риск хронического отравления алюминием с развитием нейродегенеративных заболеваний. Кларк превышен по фосфору в пробах из пунктов с. Калинино и г. Хилок, однако токсичность фосфора не выявлена, и данные особенности не будут негативно влиять на здоровье населения. Аналогичные зависимости отмечены и для серы (табл. 1, 2).

Количество хлоридов было меньшим, чем нормирующие показатели для всех проб. Очень высокие концентрации калия выявлены из пунктов г. Борзя и г. Хилок, однако для развития токсичности необходимо длительное избыточное поступление макроэлемента, что при рациональном питании невозможно.

Содержание кальция в пробах было на уровне оптимального количества или в 2-3 раза большим (см. табл. 1 и 2), чем нормирующий показатель. Биодоступность кальция низкая, особенно на фоне повышенного поступления фосфатов. Максимальное количество железа зарегистрировано для проб из г. Хилка, при этом нормирующий показатель превышен более, чем в 10 раз (см. табл. 1 и 2). Существующие физиологические механизмы всасывания ионов Fe эффективно исключают избыточное поступление и накопление этого микроэлемента в организме. Кроме того, железо из растительной пищи имеет низкий уровень абсорбции в кишечнике и его ионы связаны в прочные хелатные комплексы с органическими кислотами, пептидами и белками.

Накопление марганца в клубнях соответствовало нормирующим показателям и было существенно меньшим кларка для наземных растений. Аналогичные зависимости выявлены для меди, цинка, брома, рубидия (см. табл. 1 и 2). Повышенные уровни аккумуляции выявлены для ванадия, стронция и в особенности для хрома, однако высокую токсичность хром проявляет в высшей степени окисления (+6), которая нехарактерна для биообъектов в связи с наличием значительного количества сильных органических восстановителей. По большинству микроэлементов превышения выявлены для пункта г. Хилок, что указывает на экологически неблагополучную территорию.

*Макро- и мезоэлементный состав.* По группе макро- и мезоэлементов были получены достоверные данные по содержанию алюминия, фосфора, серы, хлора, калия, кальция и железа (табл. 2).

Таблица 1 – Нормирующие показатели по содержанию и поступлению химических элементов

Table 1 – Normalizing indicators for the content and intake of chemical elements

| Элемент | Содержание в организме человека, токсическая (ТД) и летальная дозы (ЛД) [1] |   |                | Нормирующие показатели, мг/кг сухого веса |               |                                    |
|---------|---|---|----------------|---|---------------|------------------------------------|
|         | среднее содержание (при массе тела 70 кг), в мг                             | ТД (мг)                                 | ЛД (мг)        | картофель сушеный [12]                    | картофель [6] | кларк наземных растений, мг/кг [4] |
| Al      | 61.0  | 4000.0                                  | н/д            | –   | ~200          | 0,5-4000,0                         |
| P       | 780000.0  | Фосфаты не токсичны                     | 60.0 (белый P) | 2030.0                                    | –             | 2300,0                             |
| S       | 140000.0  | нетоксичен                              |                | –   | –             | 3400.0                             |
| Cl      | 95000.0   | Токсичен только в форме Cl <sub>2</sub> |                | –   | –             | 2000.0                             |
| K       | 140000.0  | 6000.0                                  | 14000.0        | 19880.0                                   | –             | 14000,0                            |
| Ca      | 1000000.0   | цитотоксичен                            |                | 350.0                                     | –             | 18000.0                            |
| Fe      | 4200.0  | 200.0                                   | >7000.0        | 40.0                                      | 29.0-130.0    | 140,0                              |
| Mn      | 12.0  | 20.0                                    | н/д            | –   | 3.6-15.0      | 630,0                              |
| Cu      | 72.0  | >250.0                                  | н/д            | –   | 3.0-6.6       | 14,0                               |
| Zn      | 2300.0  | 150.0-600.0                             | 6000.0         | –   | 10.0-26.0     | 100,0                              |
| V       | 18.0  | 0.25                                    | 4.0            | –   | 6.4           | 1,6                                |
| Ti      | н/д   | малотоксичен                            |                | –   | 0.15-80.0     | 1.0                                |
| Br      | 260.0   | 3000.0                                  | >35000.0       | –   | 4.2-14.3      | 15,0                               |
| Cr      | 6.0   | 200.0                                   | >3000.0        | –   | 0.02-0.2      | 0,23                               |
| Rb      | 680.0   | нет данных                              |                | –   | 20.0-70.0     | 20.0                               |
| Sr      | 320.0   | малотоксичен                            |                | –   | 2.6           | 26.0                               |

По всем макро- и мезоэлементам отмечен высокий разброс признаков по районам, высокий уровень вариации (около 100%) характерен для содержания алюминия, фосфора, серы, хлора и калия. Относительно не высок разброс признака для кальция и железа (табл. 2).

Высокий уровень вариации признаков связан с условиями выращивания картофеля, соблюдением технологии и погодно-климатическими условиями. Немаловажное значение имеет близость предприятий горнодобывающей отрасли, лесопереработки и железной дороги вблизи населенных пунктов, из-за деятельности которых может быть повышен фон того или иного элемента в почвенной среде.

Для сравнительного анализа признаков различных образцов клубней картофеля нами была построена дендрограмма методом кластерного анализа. Кластерный анализ используется при сравнении нескольких выборок.

Таблица 2 – Среднее содержание элементов в клубнях картофеля в различных населённых пунктах Забайкальского края

Table 2 – The average content of elements in potato tubers in various settlements of Trans-Baikal Territory

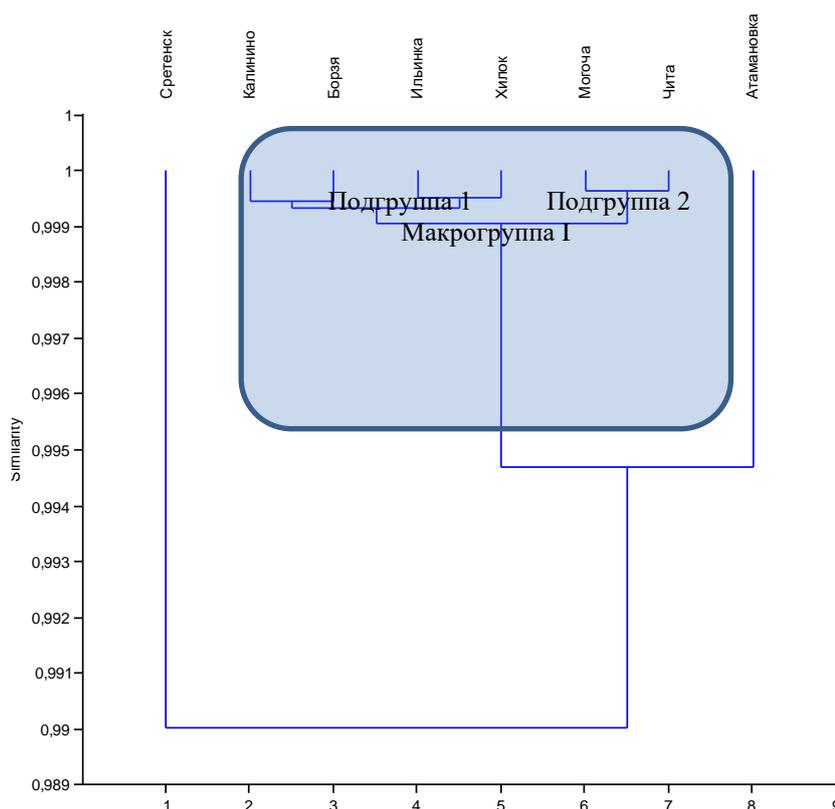
| Элемент, в мг/кг сухого веса (M±σ)  | Населённый пункт |                 |               |             |               |               |              |               |
|-------------------------------------|------------------|-----------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
|                                     | г. Чита          | пгт. Атамановка | с. Калинино   | г. Сретенск | г. Борзя      | с. Ильинка    | г. Могоча    | г. Хилок      |
| <b>Макро- и мезоэлементы</b>        |                  |                 |               |             |               |               |              |               |
| Al                                  | 565.8±78.0       | 295.8±76.1      | 819.2±109.5   | 586.5±86.8  | 1096.6±150.5  | 491.5±79.4    | 517.7±98.1   | 1672.2±166.4  |
| P                                   | 1269.2±41.2      | 418.7±14.5      | 2630.9±87.8   | 366.9±22.2  | 2641.9±108.8  | 1446.2±46.1   | 774.9±36.7   | 6347.2±225.8  |
| S                                   | 835.0±25.4       | 342.2±9.6       | 1797.6±57.4   | 367.2±15.8  | 1269.1±53.6   | 963.6±28.8    | 619.6±24.9   | 2539.0±94.2   |
| Cl                                  | 76.4±5.7         | 20.8±2.5        | 329.8±14.9    | 9.0±3.8     | 404.7±20.9    | 99.6±6.5      | 75.1±6.7     | 354.5±19.7    |
| K                                   | 10481.3±218.2    | 3154.0±49.5     | 27540.5±687.4 | 3614.2±87.7 | 31114.9±959.4 | 12502.8±261.8 | 7505.4±194.2 | 55039.0±680.2 |
| Ca                                  | 666.3±15.7       | 357.5±6.52      | 1431.1±38.7   | 181.9±5.7   | 832.3±28.8    | 414.6±10.4    | 519.5±15.3   | 1765.4±57.7   |
| Fe                                  | 114.5±2.7        | 17.8±0.4        | 153.4±4.3     | 21.0±0.7    | 180.1±6.2     | 97.2±2.4      | 57.6±1.8     | 603.3±19.3    |
| <b>Микро- и ультрамикроэлементы</b> |                  |                 |               |             |               |               |              |               |
| Mn                                  | 5.3±0.3          | 2.5±0.2         | 7.8±0.5       | 1.5±0.3     | 8.1±0.7       | 4.8±0.3       | 3.9±0.4      | 52.9±2.1      |
| Cu                                  | 2.5±0.1          | 0.9±0.1         | 6.1±0.3       | 1.0±0.1     | 3.8±0.3       | 2.5±0.2       | 1.7±0.2      | 7.6±0.4       |
| Zn                                  | 9.5±0.3          | 6.0±0.2         | 17.6±0.6      | 4.8±0.2     | 17.7±0.7      | 10.3±0.3      | 7.2±0.3      | 37.1±1.4      |
| V                                   | 1.9±0.4          | 0.9±0.2         | 4.3±0.9       | 0.8±0.1     | 3.1±0.7       | 3.1±0.4       | 1.4±0.5      | 8.9±0.9       |
| Ti                                  | 1.9±0.5          | 0.9±0.3         | 2.1±0.6       | 1.7±0.5     | 4.7±0.9       | 3.7±0.5       | 1.7±0.6      | 64.6±2.9      |
| Br                                  | 0.5±0.1          | 0.3±0.1         | 17.2±0.5      | 0.1±0.01    | 1.8±0.2       | 3.1±0.1       | 0.2±0.1      | 1.0±0.1       |
| Cr                                  | 2.3±0.3          | 1.3±0.5         | 2.0±0.4       | 0.6±0.1     | 2.1±0.5       | 1.6±0.3       | 1.4±0.4      | 16.4±1.0      |
| Rb                                  | 3.8±0.2          | 0.7±0.1         | 0.2±0.1       | 0.4±0.1     | 2.6±0.2       | 1.4±0.1       | 1.3±0.1      | 14.8±0.6      |
| Sr                                  | 81.5±1.8         | 56.7±1.0        | 171.04±4.5    | 85.73±2.16  | 177.37±5.77   | 93.32±2.12    | 110.01±3.01  | 181.28±5.84   |

Таблица 3 – Основные статистические показатели элементного анализа по группе макро- и мезоэлементов

Table 3 – The main statistical indicators of elemental analysis for a group of macro- and mesoelements

| Показатель | Al     | P      | S      | Cl    | Ca     | Fe    | K       |
|------------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|---------|
| N          | 8      | 8      | 8      | 8     | 8      | 8     | 8       |
| M          | 718.7  | 1987.0 | 1091.6 | 171.2 | 771.1  | 155.6 | 18869.0 |
| $\sigma$   | 174.8  | 697.1  | 267.8  | 57.6  | 195.8  | 67.2  | 6343.0  |
| Me         | 576.1  | 1357.7 | 899.0  | 88.0  | 592.9  | 105.9 | 11492.1 |
| Min        | <10.0  | 366.9  | 342.2  | 9.0   | 181.9  | 17.8  | 3154.0  |
| Max        | 1672.2 | 6347.2 | 2539.0 | 404.7 | 1765.4 | 603.3 | 55039.0 |

В данном методе необходимо провести составление матрицы сходства для каждой пары сравниваемых объектов и, впоследствии объединить объекты по ступеням их сходства. В результате строится единая дендрограмма, характер которой показывает общность сравниваемых выборок по необходимым признакам [10].

Рисунок 1 – Кластерная дендрограмма (*Paired group*) по группам макро- и мезоэлементовFigure 1 – Cluster dendrogram (*Paired group*) by groups of macro- and mesoelements

На дендрограмме выделилась одна группа по сходству признаков, в которой можно выделить две подгруппы. Первая включает в себя образцы из Нерчинского, Борзинского, Читинского и Хилокского районов, вторая группа объединяет опытные образцы из Читинского и Могочинского районов (уровень сходства близок к 100%). Отличными по элементному составу оказались клубни из Сретенска и пгт. Атамановка, данные районы отличаются высоким процентом песчаных и супесчаных почв. Аналогичное соотношение опытных образцов показал и пошаговый дискриминантный анализ (рис. 2).

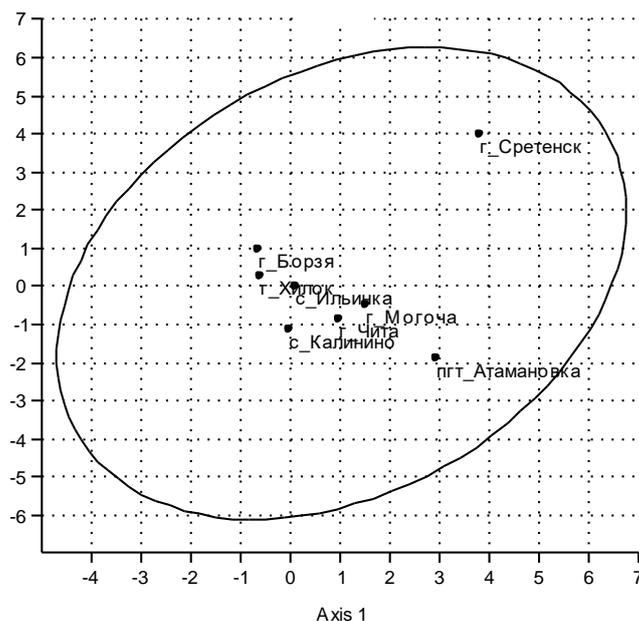


Рисунок 2 – Пространственное распределение опытных образцов по макро- и мезоэлементам

Figure 2 – Spatial distribution of experimental samples by micro- and mesoelements

Близкое сходство проявляют образцы клубней картофеля из шести районов Забайкальского края, представленных и на кластерной дендрограмме. На сходство повлияли схожие почвенно-климатические условия, а также агротехника выращивания картофеля. На рисунке отдельно выделяются образцы, собранные в г. Сретенск, несколько выбиваются из общей группы и анализы клубней из пгт. Атамановка. Общность площадок обосновывается характером элементного состава, для которого характерны минимальные показатели по всем макро- и мезоэлементам (табл. 3).

Анализ матрицы корреляций показал, что зависимость развития элементов друг от друга проявляется значительно (табл. 4).

Положительная высоко значимая корреляция характерна для всех элементов. Корреляция для всех признаков достоверна –  $P = 0.001 \div 0.05$ . Минимальная зависимость наблюдается в паре "Fe-Cl" - 68%.

Таблица 4 – Корреляция признаков

Table 4 – Feature correlation

| Коэффициент корреляции,<br>r | Уровень значимости, P |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                              | Al                    | P     | S     | Cl    | Ca    | Fe    | K     |
| Al                           | 0                     | 0.001 | 0.004 | 0.02  | 0.01  | 0.002 | 0.001 |
| P                            | 0.92                  | 0     | 0.001 | 0.02  | 0.002 | 0.001 | 0.001 |
| S                            | 0.88                  | 0.96  | 0     | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 |
| Cl                           | 0.81                  | 0.79  | 0.84  | 0     | 0.01  | 0.06  | 0.004 |
| Ca                           | 0.81                  | 0.91  | 0.97  | 0.82  | 0     | 0.006 | 0.001 |
| Fe                           | 0.90                  | 0.98  | 0.91  | 0.68  | 0.86  | 0     | 0.001 |
| K                            | 0.94                  | 0.98  | 0.97  | 0.88  | 0.92  | 0.94  | 0     |

По остальным признакам отмечен высокий уровень взаимосвязи элементов друг от друга, максимальные значения которого характерны для пар "Fe-P" (98.3%), "K-P" (98.5%), "S-P" (96.2%), "Ca-S" (96.8%), "K-S" (96.5%), "K-Fe" (94.4%).

*Микро- и ультрамикроэлементный состав.* По данной группе получены достоверные данные по следующим элементам: марганец, медь, цинк, ванадий, титан, бром, хром, рубидий, стронций (табл. 2). По ряду районов наблюдалось отсутствие части ультрамикроэлементов: Сретенский район – ванадий, бром, хром, Читинский район (пгт. Атамановка) – титан, хром, Нерчинский район – рубидий (табл. 5).

Таблица 5 – Основные статистические показатели элементного анализа по группе микро- и ультрамикроэлементов

Table 5 – The main statistical indicators of elemental analysis for a group of micro- and ultramicroelements

|          | Mn   | Cu  | Zn   | V   | Ti   | Br   | Cr    | Rb   | Sr    |
|----------|------|-----|------|-----|------|------|-------|------|-------|
| N        | 8    | 8   | 8    | 8   | 8    | 8    | 8     | 8    | 8     |
| M        | 10.9 | 3.3 | 13.8 | 3.0 | 10.0 | 3.0  | 3.2   | 3.1  | 119.6 |
| $\sigma$ | 6.1  | 0.9 | 3.7  | 1.0 | 7.8  | 2.1  | 1.9   | 1.7  | 17.5  |
| Me       | 5.1  | 2.5 | 9.9  | 2.5 | 2.0  | 0.7  | 1.8   | 1.3  | 101.7 |
| Min      | 1.5  | 0.9 | 4.8  | 0.1 | 0.1  | 0.1  | 0.1   | 0.1  | 56.7  |
| Max      | 52.9 | 7.6 | 37.1 | 8.9 | 64.6 | 17.2 | 16.42 | 14.8 | 181.3 |

Коэффициент вариации по группе ультрамикроэлементов остается высоким, но значительно ниже аналогичного показателя по группе макроэлементов. Наименьшая изменчивость признака характерна для титана, брома, хрома, марганца и рубидия. В целом практически по всем элементам отмечено более высокое содержание в клубнях картофеля из Хилокского района, что согласуется с данными кластерной дендрограммы (рис. 3)

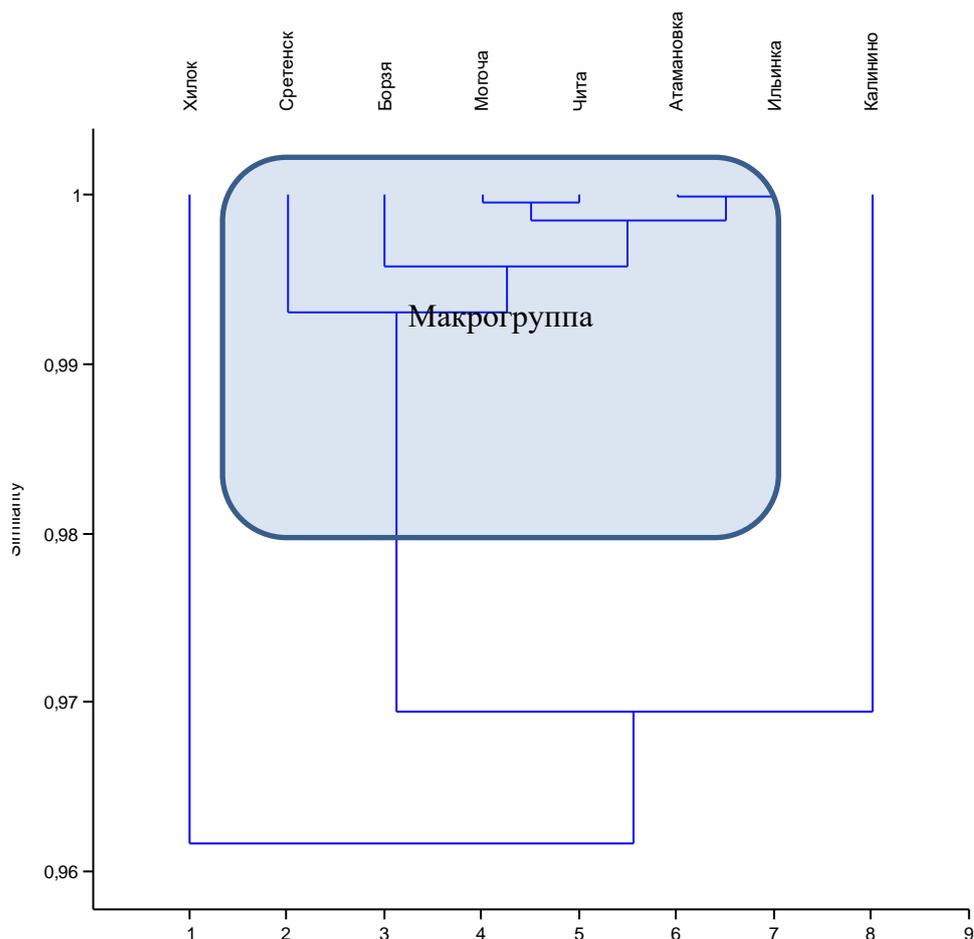


Рисунок 3 – Кластерная дендрограмма (*Paired group*) по группам микро- и ультрамикроэлементов

Figure 3 – Cluster dendrogram (*Paired group*) by groups of micro- and ultramicroelements

На дендрограмме можно выделить одну макрогруппу, включающую образцы, собранные в Читинском, Сретенском, Борзинском, Могочинском районах и в городе Чита. Максимально высокое сходство (на уровне 99%) показывают образцы из Могочи и Читы, на уровне 100% сходства из Читинского района (пгт. Атамановка, с. Ильинка), что определяется близкими условиями произрастания растений. Наименьшее сходство с образцами макрогруппы показывают клубни из Нерчинского района (с. Калинино) и г. Хилок. Последнее место сбора отличается высоким влиянием антропогенной нагрузки.

При анализе матрицы корреляций была установлена высокая прямая зависимость элементов друг от друга: "Ti-Mn" – 99.5%, "Cr-Mn" – 99.7%, "Rb-Mn" - 96.9%, "V-Zn" – 98.6%, "Cr-Ti" – 99.1%, "Rb-Ti" – 97.1%. У большинства элементов наблюдается высокосignificant корреляция, низкий уровень взаимодействия отмечен у пар "бром-марганец" (5.9%), "хром-бром" (7.9%).

Таблица 6 – Корреляция признаков

Table 6 – Feature correlation

| Коэффициент корреляции, r | Уровень достоверности, P |      |       |       |       |      |       |       |       |  |
|---------------------------|--------------------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--|
|                           | Mn                       | Cu   | Zn    | V     | Ti    | Br   | Cr    | Rb    | Sr    |  |
| Mn                        | 0                        | 0.02 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.89 | 0.001 | 0.001 | 0.11  |  |
| Cu                        | 0.79                     | 0    | 0.001 | 0.001 | 0.04  | 0.19 | 0.02  | 0.06  | 0.005 |  |
| Zn                        | 0.94                     | 0.93 | 0     | 0.001 | 0.002 | 0.66 | 0.001 | 0.004 | 0.01  |  |
| V                         | 0.91                     | 0.94 | 0.98  | 0     | 0.005 | 0.58 | 0.002 | 0.009 | 0.01  |  |
| Ti                        | 0.99                     | 0.73 | 0.90  | 0.87  | 0     | 0.75 | 0.001 | 0.001 | 0.17  |  |
| Br                        | 0.06                     | 0.51 | 0.18  | 0.23  | 0.13  | 0    | 0.85  | 0.55  | 0.25  |  |
| Cr                        | 0.99                     | 0.78 | 0.93  | 0.90  | 0.99  | 0.07 | 0     | 0.001 | 0.13  |  |
| Rb                        | 0.97                     | 0.68 | 0.87  | 0.84  | 0.97  | 0.25 | 0.98  | 0     | 0.23  |  |
| Sr                        | 0.56                     | 0.87 | 0.81  | 0.80  | 0.54  | 0.46 | 0.59  | 0.48  | 0     |  |

**Заклучение.** Проведя начальный элементный анализ клубней картофеля, выращенных в различных районах края и характеризующихся неоднородными почвенно-ультраклиматическими условиями, можно отметить достаточно высокую вариабельность признаков, что согласуется с различной степенью антропогенной нагрузки на территории. При этом наблюдается высокая взаимосвязь между признаками как по группе макро- и мезоэлементов, так и по группе микроэлементов. Пошаговый дискриминантный и кластерный анализы показали близкое родство площадок, схожий в геоморфологическом и почвенно-климатическом плане, ряд районов по набору элементного состава выделились отдельно, вследствие высокой антропогенной нагрузки (железнодорожный транспорт, более развитые промышленные районы).

#### Список литературы

1. Барашков, Г.К. Медицинская бионеорганика. Основы, аналитика, клиника / Г.К. Барашков. – М.: БИНОМ, 2011. – 512 с.
2. Баргальи, Р. Биогеохимия наземных растений / Пер. с англ. – И.Н. Михайловой (Институт экологии растений и животных, г. Екатеринбург). М.: ГЕОС, 2005. – 457 с.
3. Битюцкий, Н.П. Микроэлементы и растение. Учеб. пособие / Н.П. Битюцкий. – СПб.: Изд-во С.-ПбГУ, 1999. – 232 с.
4. Воткевич, Г.В. Справочник по геохимии / Г.В. Воткевич, А.В. Кокин. - М.: Изд-во Недр, 1990. – С. 323-324.
5. Зайцев, Г.Н. Математическая статистика в экспериментах ботанике / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 124 с.
6. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / Кабата-Пендиас А, Пендиас Х // пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
7. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Наука, 1990. – 352 с.
8. Михалевич, И.М. Основы прикладной статистики. Часть I / И.М. Михалевич, М.А. Алферова, Н.Ю. Рожкова // Учебное пособие. – Иркутск: НЦРВХ СО РАМН. – 2010. – 92 с.
9. Мошков, И.Е. Количественное определение содержания белка. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / И.Е. Мошков, Н.С. Степанченко, Г.В. Новикова, Кузнецов В.В. (ред.). – М.: БИНОМ, 2012. – С. 201-212.

11. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
12. Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. – М.: Academia, 2004. – С. 64-109, 287-315.
13. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – С. 134-135.
14. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. Фундаментальная агрохимия: учеб. Пособие / А.Х. Шеуджен. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – Ч. 4. – 529 с.
15. Юргенсон, Г.А. Геохимия ландшафта / Г.А. Юргенсон. – Чита: ЗабГПУ, 2005. – 151 с.

### References

1. Barashkov, G.K. Medical bioorganics. Fundamentals, analytics, clinic [Medical bioorganics. Fundamentals, analytics, clinic]. Moscow: BINOM, 2011, 512 p.
2. Bargali, R. Biogeochemistry of terrestrial plants [Biogeochemistry of terrestrial plants]. Translated from English by I.N. Mikhailova (Institute of Plant and Animal Ecology, Yekaterinburg). Moscow: GEOS, 2005, 457 p.
3. Bityutsky, N.P. Microelements and plants. Studies.the manual [Trace elements and a plant. Textbook]. Sankt- Petersburg: Sankt- Petersburg Un, 1999, 232 p.
4. Votkevich, G.V., Kokin, A.V. Handbook of geochemistry [Handbook of Geochemistry]. Moscow: Nedra, 1990, pp. 323-324.
5. Zaitsev, G.N. Mathematical statistics in experiments in botany [Mathematical statistics in botany experiments]. Moscow: Nauka, 1984, 124 p.
6. Kabata-Pendias, A., Pendias, X. Trace elements in soils and plants [Микроэлементы в почвах и растениях]. Moscow: Mir, 1989, 439 p.
7. Lakin, G.F. Biometrics [Biometrics]. Moscow: Nauka, 1990, 352 p.
8. Mikhalevich, I.M. et al. Fundamentals of applied statistics. Part I [Fundamentals of applied statistics. Part I]. Irkutsk: NCRVH SB RAMS, 2010, 92 p.
9. Moshkov, I.E. et al. Quantitative determination of protein content. Molecular genetic and biochemical methods in modern plant biology [Quantitative determination of protein content. Molecular genetic and biochemical methods in modern plant biology]. Moscow: BINOM, 2012, pp. 201-212.
10. Magarran, E. Ecological diversity and its measurement [Ecological diversity and its measurement]. Moscow: Mir, 1992, 184 p.
11. Puzachenko, Yu.G. Mathematical methods in ecological and geographical research [Математические методы в экологических и географических исследованиях]. Moscow: Academia, 2004, pp. 64-109, 287-315.
12. Chemical composition of Russian food products: Handbook [Chemical composition of Russian food products: Directory]. Moscow: Delhi Print, 2002, pp. 134-135.
13. Sheudzhen, A.H. Agrochemistry. Part 4. Fundamental Agrochemistry: textbook. The manual [Agrochemistry. Part 4. Fundamental agrochemistry: a textbook] / A.H. Sheudzhen. – Krasnodar: KubGAU, 2016, 529 p.
14. Jurgenson, G.A. Geochemistry of the landscape [Geochemistry of the landscape]. Chita: ZabGPU, 2005, 151 p.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Авторы несут полную ответственность за изложение материала в статье.**

**Author Contributions.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

**The authors are fully responsible for the presentation of the material in the article.**

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 18.01.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 14.02.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 18.03.2024

### **Сведения об авторах**

Бондаревич Евгений Александрович – кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и биохимии ФГБОУ ВО “Читинская государственная медицинская академия”. Область исследований: экология. Автор более 160 научных и методических работ.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО ЧГМА. 672000, Россия, Чита, ул. Горького 39а, e-mail: bondarevich84@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0032-3155>.

Борискин Игорь Анатольевич – кандидат биологических наук Забайкальского аграрного института – филиала ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”. Область исследований – селекционно-генетические особенности ценных сельскохозяйственных культур. Автор свыше 50 научных и методических работ.

**Контактная информация:** ЗаБАИ - ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. 672023, Россия, Чита, ул. Юбилейная, 4; e-mail: boriskin1985@inbox.ru.

### **Information about authors**

Evgeniy A. Bondarevich – Candidate of Biological Sciences, Ass. Professor of the Department of Chemistry and Biochemistry FSBEI HE “Chita State Medical Academy”. Field of research: ecology. Author of more than 160 scientific and methodological works.

**Contact information:** FSBEI HE “Chita State Medical Academy”, 39a Gorky St, Chita, 672000, Russia, e-mail: bondarevich84@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0032-3155>.

Igor A. Boriskin – Candidate of Biological Sciences, director of Trans-Baikal Agricultural Institute – branch of FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”. Area of research: selection and genetic characteristics of valuable agricultural crops. Author of over 50 scientific and methodological works.

**Contact information:** Trans-Baikal Agricultural Institute – branch of FSBEI HE Irkutsk SAU. Director. 4 Yubileynaya St., Chita, 672023, Russia, e-mail: boriskin1985@inbox.ru.



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-19-31

УДК 633.2/4:631.584.5 (571.53)

Научная статья

## ПРОДУКТИВНОСТЬ СВЕРБИГИ ВОСТОЧНОЙ В СОВМЕСТНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗАХ В УСЛОВИЯХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

А.А. Мартемьянова

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, *Молодежный, Иркутский район, Россия*

**Аннотация.** В статье представлена оценка продуктивности многолетних растений свербиги восточной в одновидовых агрофитоценозах и при совместном возделывании с кострцом безостым, канареечником тростниковидным, пырейником сибирским и овсяницей луговой. Рассмотрены морфобиологические и фитометрические показатели многолетних растений. Свербига восточная во второй год жизни имела большую густоту травостоя в совместных агрофитоценозах с кострцом безостым и канареечником тростниковидным во всех вариантах опыта. В третий год жизни свербига восточная в совместных агрофитоценозах с канареечником тростниковидным и овсяницей луговой имела наибольшую густоту травостоя отавы в широкорядных посевах. Линейный рост свербиги восточной в одновидовых и в совместных агрофитоценозах был от 100 до 140 см, в широкорядных посевах при первом укосе и превышал высоту растений злакового компонента в среднем в 1,4 раза. Во второй укос линейный рост свербиги восточной в широкорядных совместных посевах достигал от 40 до 55 см. Наибольшие показатели облиственности свербиги восточной при первом укосе наблюдались в агрофитоценозах с кострцом безостым (30-40%), с канареечником тростниковидным, пырейником сибирским и овсяницей луговой в среднем 20-30%. Облиственность отавы свербиги восточной была 100% во всех вариантах опыта. Максимальная площадь листьев совместных агрофитоценозов свербиги восточной при первом укосе в середине вегетации формировалась в агрофитоценозах на третьем году вегетации в широкорядных посевах и составляла в среднем по вариантам опыта от 43 до 96 тыс./м<sup>2</sup>/га в зависимости от вида злакового компонента. В широкорядных посевах кострца безостого со свербигой восточной в третий год жизни фотосинтетический потенциал отавы был наибольшим и составлял от 2.9 и 3.9 млн.м<sup>2</sup>/га /сутки, с канареечником тростниковидным в среднем 3.9-6.6 млн.м<sup>2</sup>/га /сутки. Наибольшие показатели чистой продуктивности фотосинтеза отавы совместных агрофитоценозов свербигой восточной со злаковыми травами формировались с применением широкорядных способов размещения компонентов и составляли в среднем 0.7-1.3 г/м<sup>2</sup>/сутки. В одновидовом посеве при широкорядных способах возделывания свербига восточная формировала урожайность зеленой массы от 15.3 до 34.9 т/га во второй год жизни и от 45.7 до 73.3 т/га в третий год жизни при первом укосе. Наибольшая продуктивность зеленой массы и сухого вещества отавы совместных агрофитоценозов свербигой восточной наблюдалась в широкорядных посевах с кострцом безостым и канареечником тростниковидным во второй и третий годы жизни, в среднем 33.5 т/га и 7.5 т/га соответственно.

**Ключевые слова:** свербига восточная, совместные агрофитоценозы, продуктивность, морфологические и фитометрические показатели

**Для цитирования:** Мартемьянова А.А. Продуктивность свербиги восточной в совместных агрофитоценозах в условиях Предбайкалья. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024;3 (122): 19-31. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-19-31.

Research article

## PRODUCTIVITY OF BUNIAS ORIENTALIS IN JOINT AGROPHYTOCENOSES UNDER THE CONDITIONS OF THE PRE-BAIKAL REGION

Anna A. Martemyanova

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

**Abstract.** The article presents an assessment of the productivity of perennial plants of *Bunias orientalis* in single-species agrophytocenoses and in joint cultivation with *Bromopsis inermis* Holub, *Phalaris arundinacea*, *Elymus sibiricus*, and *Festuca pratensis*. Morphobiological and phytometric parameters of perennial plants are considered. In the second year of life, *Bunias orientalis* had a high density of herbage in joint agrophytocenoses with *Bromopsis inermis* Holub and *Phalaris arundinacea* in all variants of the experiment. In the third year of its life, *Bunias orientalis* in joint agrophytocenoses with *Phalaris arundinacea* and *Festuca pratensis* had the highest density of otava herbage in wide-row crops. The linear growth of *Bunias orientalis* in single-species and joint agrophytocenoses was from 100 to 140 cm; in wide-row crops at the first mowing it exceeded the height of the plants of the cereal component by an average of 1.4 times. During the second mowing, the linear growth of *Bunias orientalis* in wide-row joint crops reached from 40 to 55 cm. The highest foliage indicators of *Bunias orientalis* during the first mowing were observed in agrophytocenoses with *Bromopsis inermis* Holub (30-40%), *Phalaris arundinacea*, *Elymus sibiricus* and *Festuca pratensis* on average 20-30%. The foliage of *Bunias orientalis* was 100% in all variants of the experience. The maximum leaf area of the joint agrophytocenoses *Bunias orientalis* during the first mowing in the middle of the growing season was formed in agrophytocenoses in the third year of the growing season in wide-row crops and averaged across the experimental variants from 43 to 96 thousand/m<sup>2</sup>/ha, depending on the type of cereal component. In broad-row crops of *Bromopsis inermis* Holub with *Bunias orientalis* in the third year of life, the photosynthetic potential of otava was greatest and ranged from 2.9 and 3.9 million m<sup>2</sup>/ha/day, with *Phalaris arundinacea* on average 3.9-6.6 million m<sup>2</sup>/ha/day. The highest indicators of net photosynthesis productivity of otava herbage of joint agrophytocenoses *Bunias orientalis* with cereal grasses were formed using wide-row methods of component placement and averaged 0.7-1.3 g/m<sup>2</sup>/day. In single-species sowing with wide-row cultivation methods, *Bunias orientalis* formed a yield of green mass from 15.3 to 34.9 t/ha in the second year of life and from 45.7 to 73.3 t/ha in the third year of life at the first mowing. The highest productivity of green mass and dry matter of otava herbage of joint agrophytocenoses *Bunias orientalis* was observed in wide-row crops with *Bromopsis inermis* Holub and *Phalaris arundinacea* in the second and third years of life, on average 33.5 t/ha and 7.5 t/ha, respectively.

**Keywords:** *Bunias orientalis*, joint agrophytocenoses, productivity, morphological and phytometric indicators

**For citation:** Martemyanova A.A. Productivity of *Bunias orientalis* in joint agrophytocenoses under the conditions of the Pre-Baikal region. *Scientific and practical journal “VestnikIrGSHA”*. 2024;3 (122): 19-31. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-19-31.

**Введение.** Теоретической основой создания высокопродуктивных агроценозов многолетних трав является изучение взаимосвязей, возникающих между компонентами в совместных посевах. В связи с этим необходимо разработать такие приемы технологии их выращивания, при которых создаются оптимальные условия для роста и развития компонентов, обеспечивается наиболее высокий коэффициент использования растениями посевной площади, способствующий формированию высоких урожаев зеленой массы [2, 5, 12].

В Предбайкалье одной из проблем кормопроизводства является ограниченный набор высокопродуктивных, длительно функционирующих кормовых растений [2, 11].

Предлагаемые для интродукции в условиях региона новые виды многолетних трав, такие как свербига восточная, относятся к группе растений, обладающих высокой экологической пластичностью, адаптивностью, устойчивостью и неприхотливостью, высокой конкурентной способностью и выносливостью, морозостойкостью, быстрым ростом и развитием, коротким вегетационным периодом [1, 3, 7].

Успешная интродукция новых и малораспространенных растений предполагает всестороннее изучение и комплексную оценку их морфо-биологических и экологических особенностей. Вопросы конструирования сложных агрофитоценозов, возделываемых на кормовые цели на основе многолетних нетрадиционных растений в условиях региона, остаются недостаточно изученными.

**Цель** - изучить продуктивность агрофитоценозов свербиги восточной при различных способах совместного возделывания со злаковыми травами в условиях Предбайкалья.

**Задачи:**

- вывить особенности формирования морфо-биологических показателей продуктивности растений (густота травостоя, линейный рост, облиственность);
- определить фитометрические показатели продукционного процесса растений (площадь листьев, фотосинтетический потенциал (ФП) и чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ));
- оценить продуктивность многолетних растений (урожайность зеленой массы и сухого вещества).

**Материал и методики.** Исследования проводились на опытном поле агрономического факультета ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ имени А.А. Ежовского.

Объектом явились одновидовые и совместные агрофитоценозы многолетних растений, при различных технологиях возделывания.

Одновидовые агрофитоценозы:

1. Кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leyss.)
2. Канареечник тростниковидный (*Phalaris arundinacea* L.)
3. Пырейник сибирский (*Elimus sibiricus* L.)
4. Овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.)

5. Свербига восточная (*Bunias orientalis* L.)

Совместные агрофитоценозы:

6. Кострец безостый + свербига восточная

7. Канареечник тростниковидный + свербига восточная

8. Пырейник сибирский + свербига восточная

9. Овсяница луговая + свербига восточная.

Многолетние растения в совместных агрофитоценозах высевались с различной шириной междурядий: 15 см, 30 см, 45 см, 60 см, 75 см. Компоненты совместных агрофитоценозов высевались с отдельным размещением семян, через рядок.

Норма высева семян многолетних растений – рекомендованная в зоне [10], в совместных агрофитоценозах уменьшенная в два раза, в соотношении компонентов 50:50.

Почва опытного участка светло-серая лесная. Характеристика агропроизводственных свойств светло-серых лесных почв позволяет считать их естественное плодородие низким и неустойчивым [10].

Экспериментальные посева размещались по чистому пару, обработанному по общепринятой технологии в регионе, на неудобренном фоне.

Агротехника экспериментальных агрофитоценозов – общепринятая для возделывания многолетних трав в условиях Предбайкалья. В первый год функционирования посевов, в целях предотвращения осеменения сорняков, в середине вегетации в период массового колошения - цветения сорняков проводилось подкашивание. Во второй и последующие годы жизни многолетних растений быстро растут и развиваются, в связи с этим междурядная обработка посевов проводилась по мере необходимости.

Варианты опытов размещались систематически, в четырехкратной повторности. Размер опытных делянок 4 м<sup>2</sup>.

Фенологические наблюдения за фазами роста и развития, изучение динамики роста растений, накопление зеленой и сухой биомассы, ботанический состав, учет урожай проводились по рекомендациям ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса [8].

Оценка фитометрических показателей растений агрофитоценозов проводилась по методике А.А. Ничипоровича и др. [9], И.С. Шатилова [13] и М.К. Каюмова [6].

Урожайность зеленой массы определялась методом сплошного поделяночного учета с одновременным определением ботанического состава на основании анализа снопового материала.

Математическую и статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами корреляционного, дисперсионного анализов в соответствии с методикой Б.А. Доспехова [4].

**Результаты и обсуждение.** Свербига восточная имеет биологические особенности в период роста и развития растений. В первый и второй годы жизни сверби́га восточная формирует относительно невысокую густоту

травостоя. Отмечено, что всходы свербиги восточной появлялись на 4 - 5 дней позже всходов злаковых растений, на 11 - 12-й день посева. Отмечено хорошее прорастание семян свербиги и дружные всходы во всех вариантах опыта. В год посева свербиги восточной на поверхности формируется мощная прикорневая розетка листьев. Листья нижнего яруса, раскидистые, располагаются на поверхности почвы. Благодаря этому свербига восточная интенсивно захватывает свободное пространство междурядий. Некоторое повышение густоты травостоя свербиги восточной в последующие годы жизни связано с появлением всходов на второй и третий год, что обусловлено твердокаменностью кутикулярной оболочки, не пропускающей воду и воздух к зародышу. В лабораторных условиях семена свербиги восточной, как правило, не всходят, в полевых – полноценные всходы появляются на второй, третий и последующие годы.

По результатам полученных сведений в совместных агрофитоценозах с многолетними злаковыми травами свербига восточная обладала хорошей отращаемостью и формированием морфо-биологических показателей продуктивности растений (таблица 1, 2).

Таблица 1 – Морфологические показатели свербиги восточной в совместных агрофитоценозах со злаковыми травами

Table 1 – Morphological indicators of *Bunias orientalis* in joint agrophytocoenoses with cereal grasses

| Агрофитоценоз                            | Год жизни | Первый укос           |     |     |     |     | Второй укос |    |    |    |    |
|--|-----------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|----|----|----|----|
|  |           | ширина междурядий, см |     |     |     |     |             |    |    |    |    |
|  |           | 15                    | 30  | 45  | 60  | 75  | 15          | 30 | 45 | 60 | 75 |
| Густота травостоя, шт/м <sup>2</sup>     |           |                       |     |     |     |     |             |    |    |    |    |
| Свербига восточная в однови-довом посеве | 2         | 40                    | 36  | 36  | 52  | 36  | 68          | 56 | 48 | 60 | 76 |
|  | 3         | 56                    | 92  | 144 | 104 | 60  | 56          | 65 | 72 | 56 | 51 |
| С кострецом безостым                     | 2         | 44                    | 66  | 44  | 40  | 64  | 62          | 52 | 50 | 64 | 56 |
|  | 3         | 44                    | 52  | 88  | 68  | 84  | 31          | 38 | 41 | 54 | 44 |
| С канареечником тростниковидным          | 2         | 32                    | 36  | 60  | 68  | 48  | 64          | 72 | 60 | 54 | 58 |
|  | 3         | 40                    | 72  | 80  | 60  | 56  | 48          | 38 | 52 | 44 | 34 |
| С овсяницей луговой                      | 2         | 28                    | 40  | 56  | 32  | 44  | 30          | 40 | 38 | 48 | 52 |
|  | 3         | 44                    | 48  | 96  | 76  | 56  | 26          | 30 | 24 | 36 | 32 |
| С пырейником сибирским                   | 2         | 28                    | 40  | 68  | 52  | 44  | 48          | 40 | 42 | 44 | 46 |
|  | 3         | 52                    | 80  | 68  | 116 | 84  | 23          | 22 | 26 | 28 | 36 |
| Линейный рост, см                        |           |                       |     |     |     |     |             |    |    |    |    |
| Свербига восточная                       | 2         | 96                    | 90  | 110 | 130 | 116 | 20          | 22 | 25 | 40 | 35 |
|  | 3         | 83                    | 115 | 117 | 136 | 118 | 32          | 35 | 43 | 45 | 46 |
| С кострецом безостым                     | 2         | 85                    | 89  | 110 | 104 | 98  | 20          | 31 | 30 | 40 | 40 |
|  | 3         | 102                   | 117 | 131 | 130 | 115 | 27          | 45 | 56 | 43 | 43 |
| С канареечником тростниковидным          | 2         | 74                    | 80  | 100 | 120 | 110 | 20          | 22 | 32 | 40 | 40 |
|  | 3         | 82                    | 93  | 131 | 118 | 100 | 33          | 53 | 47 | 52 | 56 |
| С овсяницей луговой                      | 2         | 87                    | 95  | 108 | 98  | 130 | 15          | 22 | 18 | 22 | 22 |
|  | 3         | 91                    | 107 | 97  | 105 | 98  | 22          | 30 | 28 | 38 | 26 |
| С пырейником сибирским                   | 2         | 85                    | 98  | 100 | 110 | 130 | 20          | 30 | 24 | 26 | 30 |
|  | 3         | 96                    | 113 | 132 | 128 | 109 | 30          | 29 | 30 | 35 | 37 |

Свербига восточная во второй год жизни имела большую густоту травостоя в совместных агрофитоценозах с кострцом безостым и канареечником тростниковидным во всех вариантах опыта. В агрофитоценозах с овсяницей луговой густота травостоя отавы свербиги восточной была меньшей в широкорядных посевах и большей в узкорядных посевах. С пырейником сибирским свербига восточная имела меньшую густоту травостоя отавы, чем в первый укос в середине вегетации во всех вариантах опыта. В третий год жизни свербига восточная в совместных агрофитоценозах имела наибольшую густоту травостоя отавы в широкорядных посевах с канареечником тростниковидным и овсяницей луговой.

Анализ динамики линейного роста свербиги восточной показал, что она относится к группе высокорослых растений. В дикорастущей флоре высота свербиги восточной достигает 60 - 150 см [11].

Линейный рост свербиги восточной в одновидовых и в совместных агрофитоценозах был от 100 до 140 см, в широкорядных посевах при первом укосе и превышал высоту растений злакового компонента в среднем в 1.4 раза (рисунок).



Рисунок – Совместные агрофитоценозы свербиги восточной с кострцом безостым с междурядьями 60 см третьего года жизни (середина вегетации). Фото автора

Figure – Joint agrophytocenoses of *Bunias orientalis* with *Bromopsis inermis* Holub with row spacing of 60 cm in the third year of life (mid-vegetation). Photo by the author

Наибольший линейный рост свербиги восточной во второй укос формировался в широкорядных совместных посевах с кострецом безостым и канареечником тростниковидным во второй и третий годы жизни от 40 до 55 см. В совместных агрофитоценозах с пырейником сибирским и овсяницей луговой линейный рост отавы свербиги восточной был ниже и составлял в среднем 20-37 см в широкорядных посевах. Злаковые травы во второй и третий годы жизни в совместных агрофитоценозах со свербигой восточной имели большую густоту травостоя при первом укосе, чем во второй в узкорядных посевах. В широкорядных посевах густота травостоя злаковых растений была чуть ниже или на уровне густоты травостоя в середине вегетации при первом укосе: кострец безостый в среднем 600 шт/га, канареечник тростниковидный и овсяница луговая 700 шт/га, пырейник сибирский 400 шт/га. Наибольшие показатели облиственности свербиги восточной при первом укосе наблюдались в агрофитоценозах с кострецом безостым (30-40%), с канареечником тростниковидным, пырейником сибирским и овсяницей луговой в среднем 20-30% (табл. 2).

Таблица 2 – Облиственность растений свербиги восточной в совместных агрофитоценозах со злаковыми травами, %

Table 2 – Foliage of *Bunias orientalis* plants in joint agrophytocenoses with cereal grasses, %

| Агрофитоценоз                           | Год жизни | Первый укос            |      |      |      |      |
|---|-----------|------------------------|------|------|------|------|
|   |           | ширина между рядов, см |      |      |      |      |
|   |           | 15                     | 30   | 45   | 60   | 75   |
| Свербига восточная в одновидовом посеве | 2         | 37.4                   | 47.0 | 51.6 | 53.0 | 38.4 |
|   | 3         | 21.3                   | 28.0 | 18.3 | 21.0 | 23.2 |
| С кострецом безостым                    | 2         | 30.2                   | 36.3 | 30.9 | 48.5 | 42.0 |
|   | 3         | 22.0                   | 27.6 | 36.7 | 35.5 | 35.8 |
| С канареечником тростниковидным         | 2         | 30.0                   | 33.6 | 33.9 | 24.2 | 21.3 |
|   | 3         | 25.1                   | 30.0 | 22.7 | 22.0 | 28.6 |
| С овсяницей луговой                     | 2         | 23.0                   | 30.1 | 27.2 | 27.0 | 24.8 |
|   | 3         | 21.6                   | 19.5 | 21.3 | 24.6 | 30.4 |
| С пырейником сибирским                  | 2         | 24.7                   | 41.8 | 37.1 | 22.3 | 28.8 |
|   | 3         | 27.0                   | 25.0 | 20.2 | 22.4 | 20.9 |

Облиственность отавы свербиги восточной была 100% во всех вариантах опыта второго и третьего годов жизни. Злаковые травы в совместных агрофитоценозах со свербигой восточной имели высокие показатели облиственности отавы: кострец безостый и канареечник тростниковидный в среднем 60%, овсяница луговая 80%, пырейник сибирский 70% во всех вариантах опыта. Максимальная площадь листьев совместных агрофитоценозов свербиги восточной при первом укосе в середине вегетации формировалась в агрофитоценозах на третьем году вегетации в широкорядных посевах и составляла в среднем по вариантам опыта от 43 до 96 тыс./м<sup>2</sup>/га в зависимости

от вида злакового компонента (табл. 3).

Таблица 3 – Фитометрические показатели агрофитоценозов свербиги восточной со злаковыми травами

Table 3 – Phytometric indicators of *Bunias orientalis* agrophytocenoses with cereal grasses

| Агрофитоценоз  | Год жизни | Первый укос           |      |      |      |      | Второй укос |      |       |       |       |
|--|-----------|-----------------------|------|------|------|------|-------------|------|-------|-------|-------|
|  |           | ширина междурядий, см |      |      |      |      |             |      |       |       |       |
|  |           | 15                    | 30   | 45   | 60   | 75   | 15          | 30   | 45    | 60    | 75    |
| Площадь листьев, тыс.м <sup>2</sup> /га                    |           |                       |      |      |      |      |             |      |       |       |       |
| Свербига восточная   | 2         | 42.2                  | 47.0 | 55.4 | 78.3 | 59.7 | 50.1        | 52.7 | 117.3 | 137.3 | 135.6 |
|  | 3         | 48.1                  | 45.3 | 75.0 | 63.3 | 60.5 | 56.2        | 44.1 | 46.8  | 64.7  | 95.4  |
| Кострец + свербига   | 2         | 48.7                  | 49.4 | 53.5 | 54.2 | 43.5 | 48.9        | 59.0 | 49.9  | 61.8  | 50.9  |
|  | 3         | 56.3                  | 60.5 | 66.3 | 71.2 | 63.3 | 44.5        | 47.9 | 56.2  | 51.1  | 59.2  |
| Канареечник + свербига                                     | 2         | 50.7                  | 75.5 | 76.8 | 84.3 | 53.8 | 55.5        | 65.9 | 95.5  | 83.5  | 68.5  |
|  | 3         | 49.5                  | 72.0 | 89.9 | 96.0 | 75.5 | 47.7        | 57.9 | 82.3  | 87.2  | 79.6  |
| Пырейник + свербига  | 2         | 41.6                  | 47.8 | 40.3 | 62.5 | 53.2 | 68.2        | 63.7 | 89.7  | 105.5 | 77.7  |
|  | 3         | 43.4                  | 46.0 | 82.5 | 80.5 | 62.7 | 41.0        | 47.8 | 35.0  | 42.8  | 52.0  |
| Овсяница + свербига  | 2         | 40.3                  | 46.2 | 49.4 | 60.3 | 51.4 | 59.4        | 70.2 | 77.9  | 79.5  | 73.9  |
|  | 3         | 45.4                  | 42.3 | 64.9 | 77.4 | 59.0 | 42.0        | 50.4 | 63.6  | 80.9  | 75.5  |
| Фотосинтетический потенциал, млн.м <sup>2</sup> /га /сутки |           |                       |      |      |      |      |             |      |       |       |       |
| Свербига восточная   | 2         | 2.33                  | 3.62 | 3.70 | 4.89 | 3.68 | 2.41        | 2.53 | 5.35  | 6.59  | 6.51  |
|  | 3         | 1.46                  | 1.75 | 2.31 | 5.00 | 3.04 | 3.67        | 4.35 | 9.22  | 1.28  | 5.34  |
| Кострец + свербига   | 2         | 1.09                  | 1.55 | 2.12 | 1.67 | 1.85 | 3.84        | 3.66 | 3.16  | 3.01  | 2.45  |
|  | 3         | 1.74                  | 2.96 | 4.38 | 3.54 | 3.37 | 2.50        | 2.65 | 3.71  | 3.02  | 2.89  |
| Канареечник + свербига                                     | 2         | 1.02                  | 2.27 | 2.79 | 3.49 | 2.50 | 3.84        | 3.69 | 4.25  | 3.87  | 4.78  |
|  | 3         | 2.16                  | 2.84 | 5.77 | 4.80 | 3.89 | 3.79        | 2.02 | 2.95  | 2.45  | 2.61  |
| Пырейник + свербига  | 2         | 0.34                  | 1.04 | 1.54 | 1.55 | 1.23 | 2.07        | 2.18 | 2.74  | 3.37  | 2.65  |
|  | 3         | 1.45                  | 2.47 | 3.78 | 3.45 | 2.93 | 2.05        | 2.23 | 1.84  | 2.34  | 2.31  |
| Овсяница + свербига  | 2         | 0.82                  | 1.25 | 1.88 | 2.19 | 1.51 | 2.11        | 1.58 | 1.90  | 2.52  | 2.37  |
|  | 3         | 1.22                  | 2.55 | 2.90 | 2.36 | 2.86 | 2.23        | 3.06 | 2.37  | 3.28  | 3.03  |
| Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> /сутки |           |                       |      |      |      |      |             |      |       |       |       |
| Свербига восточная   | 2         | 6.06                  | 6.47 | 7.05 | 7.08 | 5.47 | 0.53        | 1.32 | 2.39  | 1.90  | 1.71  |
|  | 3         | 3.63                  | 4.93 | 6.72 | 7.12 | 4.63 | 1.03        | 0.95 | 1.22  | 1.30  | 1.65  |
| Кострец + свербига   | 2         | 3.04                  | 2.73 | 3.53 | 3.90 | 3.48 | 0.60        | 0.85 | 0.98  | 0.82  | 0.75  |
|  | 3         | 2.96                  | 2.82 | 3.11 | 3.97 | 2.73 | 0.74        | 0.89 | 0.95  | 1.09  | 1.13  |
| Канареечник + свербига                                     | 2         | 2.80                  | 3.30 | 3.43 | 3.73 | 4.09 | 0.50        | 0.67 | 0.71  | 0.62  | 0.75  |
|  | 3         | 3.08                  | 3.67 | 3.93 | 4.52 | 3.54 | 0.77        | 0.86 | 1.16  | 1.14  | 1.09  |
| Пырейник + свербига  | 2         | 3.15                  | 3.32 | 4.43 | 4.54 | 3.95 | 0.61        | 0.77 | 0.89  | 1.31  | 1.02  |
|  | 3         | 3.15                  | 3.40 | 3.65 | 3.85 | 3.25 | 0.68        | 0.59 | 0.88  | 1.18  | 0.88  |
| Овсяница + свербига  | 2         | 2.98                  | 3.49 | 4.50 | 5.46 | 4.61 | 0.55        | 0.78 | 0.86  | 0.67  | 0.66  |
|  | 3         | 3.14                  | 4.46 | 4.00 | 4.30 | 3.65 | 0.55        | 0.78 | 0.68  | 0.96  | 0.68  |

Показатели площади листьев совместных агрофитоценозов канареечника тростниковидного со свербигой восточной были выше, чем в совместных агрофитоценозах костреца безостого в среднем на 10-15 тыс./м<sup>2</sup>/га при первом укосе. Наибольшая площадь листьев отавы совместных агрофитоценозов

костреца безостого со свербигой восточной отмечалась во второй и третий годы жизни. В широкорядных посевах площадь листьев в данных опытах составляла в среднем от 51 до 67 тыс.м<sup>2</sup>/га. Наибольшие показатели площади листьев совместных агрофитоценозов канареечника тростниковидного, пырейника сибирского со свербигой восточной отмечались в вариантах опыта с широкорядным размещением компонентов и составляли в среднем 80-106 тыс.м<sup>2</sup>/га, с овсяницей луговой во второй и третий годы жизни в среднем от 64 до 81 тыс.м<sup>2</sup>/га. Наиболее высокий фотосинтетический потенциал совместных посевов костреца безостого со свербигой восточной формировался в третий год жизни в среднем 3.4 – 4.4 млн.м<sup>2</sup>/га/сутки, при применении широкорядных посевов. В совместных посевах канареечника тростниковидного со свербигой восточной фотосинтетический потенциал посевов был высоким во второй и третий годы жизни в среднем 2.5 – 5.8 млн.м<sup>2</sup>/га/сутки. Высокие показатели фотосинтетического потенциала отавы совместных агрофитоценозов свербиги восточной со злаковыми травами наблюдались в широкорядных посевах. В широкорядных посевах костреца безостого со свербигой восточной в третий год жизни фотосинтетический потенциал отавы был наибольшим и составлял от 2.9 и 3.9 млн.м<sup>2</sup>/га /сутки, с канареечником тростниковидным в среднем 3.9-6.6 млн.м<sup>2</sup>/га /сутки. Наибольшие показатели чистой продуктивности совместных агрофитоценозов при первом укосе костреца безостого со свербигой восточной отмечались во второй год жизни от 2.7 до 3.9 г/м<sup>2</sup> сутки, с канареечником тростниковидным от 3.4 до 4.5 г/м<sup>2</sup> сутки в широкорядных вариантах опыта, пырейником сибирским от 3.3 до 4.5 г/м<sup>2</sup> сутки, с овсяницей луговой от 3.6 до 6.0 г/м<sup>2</sup> сутки при применении широкорядных посевов.

Высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза отавы совместных агрофитоценозов свербигой восточной со злаковыми травами формировались с применением широкорядных способов размещения компонентов и составляли в среднем 0.7-1.3 г/м<sup>2</sup>/сутки. Отличительной особенностью свербиги восточной является ее высокая продуктивность. В одновидовом посеве при широкорядных способах возделывания свербига восточная формировала урожайность зеленой массы от 15.3 до 34.9 т/га во второй год жизни и от 45.7 до 73.3 т/га в третий год жизни при первом укосе (табл. 4).

Продуктивность совместных агрофитоценозов свербиги восточной зависела от видового состава и приемов возделывания посевов. Наибольшая продуктивность укосов совместных агрофитоценозов свербиги восточной со злаковыми травами наблюдалась в широкорядных способах посева с междурядьями 45, 60 и 75 см.

В первый укос наибольшей продуктивностью обладали совместные агрофитоценозы свербиги восточной с кострецом безостым и пырейником сибирским в третий год жизни (в среднем 52.5 т/га зеленой массы) в широкорядных посевах.

Таблица 4 – Продуктивность агрофитоценозов свербиги восточной со злаковыми травами

Table 4 – Productivity of *Bunias orientalis* agrophytocenoses with cereal grasses

| Агрофитоценоз          | Год жизни | Первый укос           |      |      |      |      | Второй укос |       |      |      |      |
|------------------------|-----------|-----------------------|------|------|------|------|-------------|-------|------|------|------|
|                        |           | ширина междурядий, см |      |      |      |      |             |       |      |      |      |
|                        |           | 15                    | 30   | 45   | 60   | 75   | 15          | 30    | 45   | 60   | 75   |
| Зеленая масса, т/га    |           |                       |      |      |      |      |             |       |      |      |      |
| Свербига восточная     | 2         | 9.8                   | 15.7 | 15.5 | 34.9 | 24.0 | 5.3         | 13.9  | 13.5 | 24.7 | 19.4 |
|                        | 3         | 30.0                  | 52.0 | 45.7 | 73.3 | 64.5 | 20.99       | 25.54 | 35.7 | 26.9 | 34.0 |
| Кострец + свербига     | 2         | 23.5                  | 23.9 | 28.1 | 28.6 | 27.9 | 28.5        | 27.8  | 30.5 | 31.4 | 34.7 |
|                        | 3         | 40.3                  | 39.6 | 52.3 | 49.8 | 47.9 | 14.7        | 29.7  | 34.0 | 24.7 | 21.7 |
| Канареечник + свербига | 2         | 21.2                  | 23.4 | 33.0 | 42.6 | 29.7 | 21.1        | 28.8  | 26.3 | 23.0 | 24.7 |
|                        | 3         | 20.3                  | 22.7 | 33.3 | 36.4 | 35.7 | 18.7        | 23.2  | 41.1 | 34.6 | 24.4 |
| Пырейник + свербига    | 2         | 13.9                  | 22.0 | 34.0 | 32.5 | 21.8 | 13.7        | 16.8  | 16.5 | 26.4 | 19.3 |
|                        | 3         | 20.4                  | 29.7 | 53.6 | 61.6 | 44.4 | 11.2        | 19.9  | 15.3 | 25.0 | 24.6 |
| Овсяница + свербига    | 2         | 22.4                  | 24.1 | 30.7 | 35.3 | 30.6 | 14.8        | 18.5  | 16.5 | 25.1 | 19.6 |
|                        | 3         | 14.8                  | 18.7 | 25.4 | 35.9 | 31.8 | 12.2        | 17.0  | 23.3 | 31.3 | 20.2 |
| Сухое вещество, т/га   |           |                       |      |      |      |      |             |       |      |      |      |
| Свербига восточная     | 2         | 2.4                   | 3.74 | 3.72 | 8.4  | 5.6  | 1.2         | 3.3   | 2.8  | 5.9  | 4.6  |
|                        | 3         | 7.2                   | 12.5 | 10.0 | 29.6 | 15.5 | 5.0         | 6.1   | 9.2  | 6.7  | 8.8  |
| Кострец + свербига     | 2         | 6.0                   | 6.1  | 7.1  | 7.3  | 7.2  | 6.4         | 6.8   | 8.2  | 7.6  | 8.4  |
|                        | 3         | 10.1                  | 10.0 | 13.0 | 12.6 | 12.0 | 3.7         | 4.4   | 5.0  | 6.2  | 5.4  |
| Канареечник + свербига | 2         | 5.3                   | 6.0  | 8.4  | 10.9 | 7.6  | 4.5         | 6.1   | 6.5  | 6.4  | 6.1  |
|                        | 3         | 5.3                   | 5.8  | 8.6  | 9.2  | 9.0  | 4.6         | 5.7   | 8.4  | 7.1  | 6.1  |
| Пырейник + свербига    | 2         | 3.6                   | 5.6  | 8.5  | 8.4  | 5.5  | 3.3         | 4.1   | 4.1  | 6.4  | 4.7  |
|                        | 3         | 4.9                   | 7.2  | 13.1 | 15.0 | 10.8 | 2.6         | 3.7   | 3.8  | 6.6  | 6.0  |
| Овсяница + свербига    | 2         | 5.7                   | 6.1  | 7.8  | 8.9  | 7.8  | 2.6         | 4.6   | 5.1  | 6.2  | 4.9  |
|                        | 3         | 3.8                   | 4.8  | 6.5  | 9.1  | 7.9  | 3.0         | 4.2   | 5.7  | 7.4  | 5.0  |

Агрофитоценозы свербиги восточной с канареечником тростниковидным и овсяницей луговой имели продуктивность первого укоса в среднем 33 т/ га зелёной массы во второй и третий годы жизни. Наибольшая продуктивность отавы зелёной массы и сухого вещества совместных агрофитоценозов свербигой восточной наблюдалась в широкорядных посевах с кострецом безостым и канареечником тростниковидным во второй и третий годы жизни, в среднем 33.5 т/га и 7.5 т/ га соответственно. В посевах пырейника сибирского со свербигой восточной урожайность зелёной массы отавы составляла в среднем от 15 т/га до 26 т/га. Совместные агрофитоценозы овсяницы луговой со свербигой восточной формировали наибольшую продуктивность отавы во второй и третий годы жизни, в среднем 20 - 31 т/га зелёной массы в широкорядных посевах.

**Заключение.** Наиболее благоприятные условия для роста и развития компонентов совместных агрофитоценозов свербиги восточной со злаковыми травами создавались в вариантах опыта, в которых компоненты посевов

размещались с междурядьями 45, 60 и 75 см. Высокие фитометрические показатели продуктивности растений формировали совместные агрофитоценозы свербиги восточной с канареечником тростниковидным и кострецом безостым с применением широкорядных способов посева с шириной междурядий 45 и 60 см. Продуктивность совместных агрофитоценозов свербиги восточной зависела от видового состава и приемов возделывания посевов. Наибольшая продуктивность укосов совместных агрофитоценозов свербиги восточной со злаковыми травами наблюдалась в широкорядных способах посева с междурядьями 45 и 60 см. Анализ распределения продуктивности совместных агрофитоценозов по укосам свидетельствует о том, что 67-69 % годового урожая приходится на первый укос. Во втором укосе наибольшую урожайность формировали совместные посевы свербигой восточной с кострецом безостым и канареечником тростниковидным. Доля участия свербиги восточной в общем урожае зеленой массы отавы составляла 61 – 63 %.

#### Список литературы

1. Аветисян, А.Т. Продуктивность бобовых многолетних трав и свербиги восточной (*Bunias orientalis* L) в Красноярской лесостепи / А. Т. Аветисян // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 7(58). – С. 81-85.
2. Анатолян, А.А. Оценка продуктивности многолетних растений при возделывании в совместных посевах в условиях Предбайкалья / А.А. Анатолян, А.А. Мартемьянова, Ш.К. Хуснидинов // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 9(120). – С. 164-172.
3. Варламова, Е.Н. Формирование агроценозов с участием свербиги восточной / Е.Н. Варламова // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы// Сб. статей XVII Междунар. науч.-практ. конф.(24–25 октября 2022 г. Пенза)// Пенза: Пензенский ГАУ, 2022. – С. 57-60.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для вузов / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Евстратова, Л.П. Продуктивность агрофитоценозов при совместном выращивании многолетних трав и топинамбура / Л. П. Евстратова, Е. В. Николаева, Г. В. Евсеева, И. В. Евстратов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 5. – С. 67-72.
6. Каюмов, М.К. Программирование продуктивности полевых культур: справочник /М.К. Каюмов. –М.: Росагропромиздат, 1989. – 368 с.
7. Кшникаткина, А.Н. Эффективность многолетних бобово-злаковых травосмесей с включением клевера паннонского в кормопроизводстве Среднего Поволжья / А. Н. Кшникаткина, Г. Е. Гришин, И. С. Терехин // Нива Поволжья. – 2014. – № 3(32). – С. 30-36.
8. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – 1983. – 197 с.
9. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А.А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 93 с.
10. Хуснидинов Ш.К. Растениеводство Предбайкалья: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2000. – 462 с.
11. Хуснидинов, Ш.К. Морфологические признаки и продуктивность поливидовых агрофитоценозов многолетних растений в условиях Предбайкалья / Ш.К. Хуснидинов, А.А. Мартемьянова, Р.В. Замашиков [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. –

2008. – № 2(182). – С. 5-8.

12. Хуснидинов, Ш.К. Теория и практика применения совместных посевов многолетних кормовых культур в Иркутской области / Ш.К. Хуснидинов, А.А. Мартемьянова, А.А. Анатолян // Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2015. – № 3(40). – С. 36-40.

13. Шатилов, И.С. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / И.С. Шатилов. – М.: Колос, 1975. – 167 с.

### References

1. Avetisyan, A.T. Produktivnost' bobovyh mnogoletnih trav i sverbigi vostochnoj (Bunias orientalis L) v Krasnoyarskoj lesostepi [Productivity of leguminous perennial grasses and Bunias orientalis in the Krasnoyarsk forest-steppe]. Vestnik KrasGAU, 2011, no. 7(58), p. 81-85.

2. Anatolyan, A.A. et al. Ocenka produktivnosti mnogoletnih rastenij pri vozdelevanii v sovmesnyh posevah v usloviyah Predbaikal'ya [Assessment of the productivity of perennial plants when cultivated in joint crops under the conditions of the Pre-Baikal region]. Vestnik KrasGAU, 2016, no. 9(120), pp. 164-172.

3. Varlamova, E.N. Formirovanie agrocenozov s uchastiem sverbigi vostochnoj [The formation of agrocenoses with the participation of Bunias orientalis]. Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2022, pp. 57-60.

4. Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): Ucheb. dlya vuzov [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results): Textbook for universities]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.

5. Evstratova, L.P. et al. Produktivnost' agrofitocenozov pri sovmesnom vyrashchivanii mnogoletnih trav i topinambura [Productivity of agrophytocenoses in the joint cultivation of perennial herbs and jerusalem artichoke]. Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki, 2021, no. 5, pp. 67-72.

6. Kayumov, M.K. Programirovanie produktivnosti polevykh kul'tur: spravochnik [Field crop productivity programming: a guide]. Moscow: Rosagropromizdat, 1989, 368 p.

7. Kshnikatkina, A.N. et al. Effektivnost' mnogoletnih bobovo-zlakovykh travosmesej s vklucheniem klevera pannonskogo v kormoproizvodstve Srednego Povolzh'ya [The effectiveness of long-term legume-cereal grass mixtures with the inclusion of Pannonian clover in the feed production of the Middle Volga region]. Niva Povolzh'ya, 2014, no. 3(32), pp. 30-36.

8. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Guidelines for conducting field experiments with forage crops]. Moscow: VNI kormov im. V.R. Vil'yamsa, 1983, 197 p.

9. Nichiporovich, A.A. Fotosintez i teoriya polucheniya vysokih urozhaev [Photosynthesis and the theory of obtaining high yields]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1956, 93 p.

10. Husnidinov, SH.K. Rasteniyevodstvo Predbaikal'ya: ucheb. Posobie [Crop production of the Pre-Baikal region: a textbook]. Irkutsk: Izd-vo IrGSHA, 2000, 462 p.

11. Husnidinov, SH.K. et al. Morfologicheskie priznaki i produktivnost' polividoovykh agrofitocenozov mnogoletnih rastenij v usloviyah Predbaikal'ya [Morphological features and productivity of polyvidic agrophytocenoses of perennial plants under the conditions of the Pre-Baikal region]. Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki, 2008, no. 2(182), pp. 5-8.

12. Husnidinov, SH.K. et al. Teoriya i praktika primeneniya sovmesnykh posevov mnogoletnih kormovykh kul'tur v Irkutskoj oblasti [Theory and practice of application of joint sowing of perennial forage crops in Irkutsk region]. Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova, 2015, no. 3(40), pp. 36-40.

13. SHatilov, I.S. Programirovanie urozhaev sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Programming of crop yields]. Moscow: Kolos, 1975, 167 p.

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

**Автор несет полную ответственность за изложение материала в статье.**

**Author Contributions.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version. **Conflict of Interest. The authors declare no conflict of interest.**

**The authors are fully responsible for the presentation of the material in the article.**

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию: Received: 14.02.2024

Поступила после рецензирования и доработки: Revised: 10.03.2024

Дата принятия к печати: Accepted: 18.03.2024

### **Сведения об авторах**

Мартемьянова Анна Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и экологии, Институт управления природными ресурсами – факультет охотоведения имени В.Н. Скалона, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского. Область научных исследований – агроэкология и растениеводство. Автор и соавтор более 65 научных работ и публикаций, включая монографии.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, Институт управления природными ресурсами – факультет охотоведения имени В.Н. Скалона. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный, e-mail: Sheremetev80@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2968-9879>.

### **Information about author**

Anna A. Martemyanova – candidate of biological sciences, associate professor, head of the Department of general biology and ecology, Institute of Natural Resources Management - Faculty of Game Management named after V.N. Skalon, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. Research area - agroecology and crop production. Author and co-author of over 65 scientific publications including monographs.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU. Institute of Natural Resources Management - Faculty of Game Management named after V.N. Skalon. Pos. Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, 664038, Russia, e-mail: Sheremetev80@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2968-9879>.



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-8-18

УДК 832.51

Научная статья

## ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЦВЕТОВОГО ОТЛИЧИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ОТ СОРНЯКА НА ФОНЕ ПОЧВЫ

В.Х. Махмудова

Национальное Аэрокосмическое Агентство, г. Баку, Республика Азербайджан

**Аннотация.** Статья посвящена анализу возможности цветового отличия растительной продукции от сорняка. Сельхозпродукция имеет две специфические спектральные зоны: красная и зеленая спектральные зоны. В красной зоне растение сильно поглощает попадающее на него солнечное излучение, а в зеленой зоне хорошо отражает. При этом на сельхозполе трактор оборудован цветной камерой. Исходя из вышеуказанных соображений, предлагается метод оценки минимальных возможностей вегетационного индекса VEC, базирующийся на следующих положениях( на) функции спектрального отношения в виде  $R = f(G)$ . Учитывается, что на реальном сельхозполе могут существовать как развитые, так и неразвитые растения, т.е. сигнал зеленого канала  $G$  может изменяться в диапазоне  $(0 \div G_{max})$ . С учетом очевидного растущего характера функции вводится некоторое ограничительное условие на динамику изменения сигналов  $R$  и  $G$  в виде  $\int_0^{G_{max}} f(G)dG = C; C = const$ . Проведенный анализ показал, что цветовая сегментация позволяет (а) различение урожая и сорняка, (б) различение растительности почвы, (с) уменьшение чувствительности информативности цветковых изображений к изменению условий освещенности. Рассмотрены потенциальные возможности вегетационного индекса VEC для решения вышеуказанных задач. Показано наличие минимального соотношения между сигналами  $R$  и  $G$  каналов, при котором значение этого индекса достигает минимума. В условиях изменения данных такой минимум приводит к уменьшению дискриминационных возможностей этого индекса.

**Ключевые слова:** цветное различение, растительность, чувствительность, вегетационный индекс, оптимизация.

**Для цитирования:** Махмудова В.Х. Оценка потенциальных возможностей цветового различения сельскохозяйственной продукции от сорняка на фоне почвы. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024: 3 (122): 32-38. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-32-38.

## ASSESSMENT OF THE POTENTIAL COLOR DIFFERENCES BETWEEN AGRICULTURAL PRODUCTS AND WEEDS AGAINST THE SOIL BACKGROUND

Valida Kh. gizi Mahmudova

National Aerospace Agency, Baku, Republic of Azerbaijan

**Abstract.** The article is devoted to the analysis of the possibility of color difference between plant products and weeds. Agricultural products have two specific spectral zones: red and green spectral zones. In the red zone, the plant strongly absorbs sunlight falling on it, and in the green zone it reflects well. At the same time, the tractor is equipped with a color camera in the agricultural field. Based on the above considerations, a method for estimating the minimum possibilities of the VEC vegetation index is proposed, which is based on the following provisions on the spectral ratio function in the form  $R = f(G)$ . It is taken into account that both developed and undeveloped plants can exist in a real agricultural field, i.e. the signal of the green channel  $G$  can vary in the range  $(0 \div G_{max})$ . Taking into account the obvious growing nature of the function, some restrictive condition is introduced on the dynamics of changes in signals  $R$  and  $G$  in the form of  $\int_0^{G_{max}} f(G)dG = C$ ;  $C = const$ . The analysis showed that color segmentation allows (a) distinguishing between crops and weeds, (b) distinguishing soil vegetation, (c) reducing the sensitivity of informative color images to changes in lighting conditions. The potential possibilities of the VEC vegetation index for solving the above tasks are considered. It is shown that there is a minimum ratio between the signals of the  $R$  and  $G$  channels, at which the value of this index reaches a minimum. Under conditions of changing data, such a minimum leads to a decrease in the discriminatory capabilities of this index.

**Keywords:** color discrimination, vegetation, sensitivity, vegetation index, optimization

**For citation:** Mahmudova V.Kh. Assessment of the potential color differences between agricultural products and weeds against the soil background. “Scientific and practical journal – “VestnikIrGSHA”. 2024; 3 (122): 32-38. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-32-38.

**Введение.** Вопросы сегментации цветковых изображений применительно к сельскохозяйственному производству различных культур ставит перед собою различные задачи [3].

В опубликованной статье В. Astrand et al. [4] отмечено, что использование подобных систем машинного видения может привести к увеличению продуктивности и конкурентоспособности сельскохозяйственных деятельности.

Согласно работам некоторых авторов [5, 6, 10], качество изображений часто подвергается воздействию неконтролируемого за счет изменений условий освещенности. Кроме этого, изменчивость высоты и объёма растений в стадии роста оказывает влияние на процессы идентификации сельхозпродукции и сорняка. Поэтому разрешение этой проблемы возможно путем использования различных технических решений. Параллельно следует рассматривать и разнообразие полевых условий, которое диктует необходимость применения on-line.

Как отмечается в работе M.Guijarro et al. [7], для сегментации изображений по признаку урожай /сорняк могут быть применены индексно-спектральные, т.е. пороговые отличия сельскохозяйственного растительного урожая от сорняка.

**Цель** – выяснить чувствительность используемых критериев сегментации к изменениям условий освещенности полей.

**Материалы и методы.** Использован метод [5] оценки минимальных возможностей вегетационного индекса VEC, базирующийся на следующих положениях: согласно которого, основными алгоритмами выделения полезных растений или урожая являются: метод цвета-индексной сегментации (а); метод пороговой сегментации (b); метод обучаемой сегментации (с).

**Результаты и обсуждение.** Хорошо известно, что сельхозпродукция имеет две специфические спектральные зоны: красная и зеленая спектральные зоны. В красной зоне растение сильно поглощает попадающее на него солнечное излучение, а в зеленой зоне хорошо отражает. При этом на сельхозполе трактор оборудован цветной камерой.

Общая блок-схема операции сегментации и ее оценки показаны на рисунке 1.

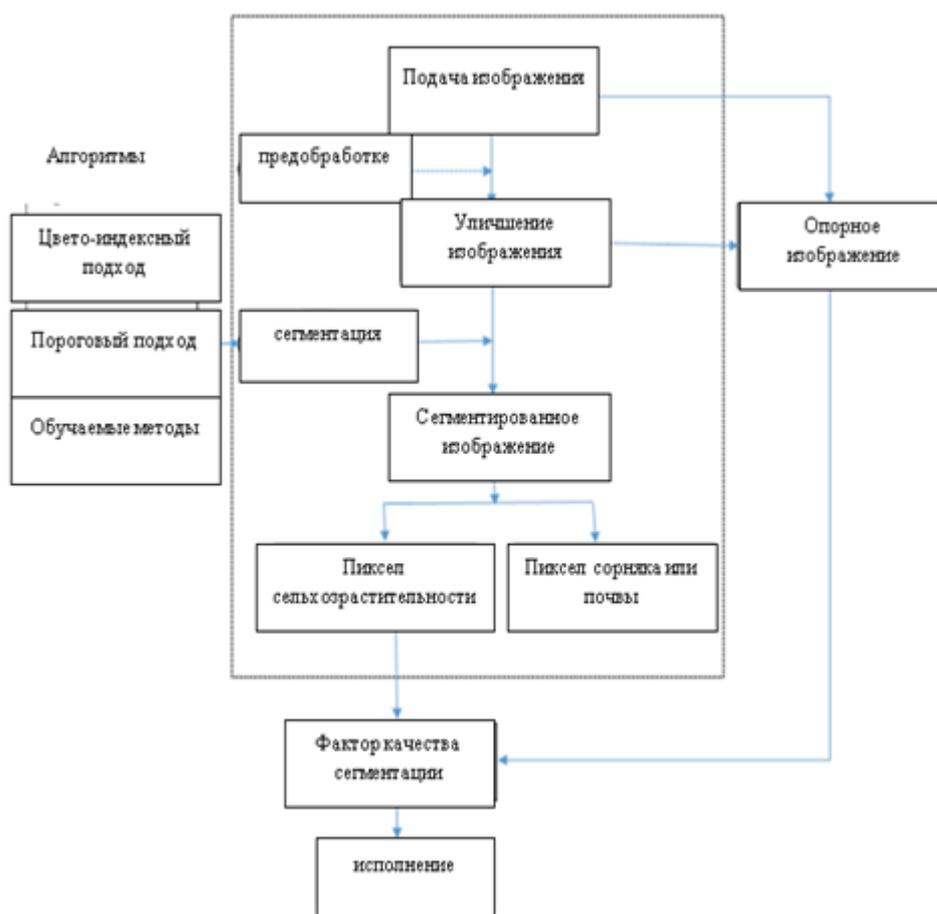


Рисунок 1 – Общая схема проведения сегментации и ее оценки

Figure 1 – The general scheme of segmentation and its evaluation

Учитывая, что указанные выше методы основаны на обработку черно-белых изображений, важным сегментирующим признаком является контраст, т.е. яркий пиксел обозначает полезное растение, а темный - сорняк или почву [2]. Поэтому предлагается индекс VEC для автоматической селекции урожая и сорняка, а в работе [8] - множество вегетационных индексов на базе черно-бело-серых усиленных изображений. Аналогичный подход также развит в работе [9]. Как отмечается в работе [2], разработан метод отличия зерновой продукции от сорняка путем анализа соотношения сигналов красного, зеленого и синего каналов цветовой камеры ССД. Для сегментации изображения на почву и растительность достаточно установить один фиксированный порог. Указанный метод базируется на новом показателе-вегетационном индексе VEC, определяемом по формуле

$$VEC = \frac{G}{R^{\alpha \cdot B^{(1-\alpha)}}}, \quad (1)$$

где  $\alpha = 0.667$ .

Согласно этих соображений показатель VCC позволяет различать растение и почву по контрасту и, кроме этого, достаточно устойчиво для изменению условий освещенности [2]. Вместе с тем, в публикации не проведен анализ минимальной возможности показателя (1) для дискриминации сельхозпродукции и сорняка.

Автор предлагает проанализировать минимально гарантированные возможности показателя (1) для различения полезной растительной продукции и сорняка.

1. Вводится на рассмотрение функция спектрального отношения в виде

$$R = f(G). \quad (2)$$

2. Учитывается, что на реальном сельхозполе могут существовать как развитые, так и неразвитые растения, т.е. сигнал зеленого канала  $G$  может изменяться в диапазоне  $(0 \div G_{max})$ .

3. С учетом очевидного растущего характера функции (2) вводится некоторое ограничительное условие на динамику изменения сигналов  $R$  и  $G$  в виде

$$\int_0^{G_{max}} f(G) dG = C; \quad C = const. \quad (3)$$

Условие (3) может быть геометрически интерпретировано так, как это показано на рис. 2.

Определим вид функции  $f(G)$ , при которой вегетационный индекс VEC имеет наименьший динамический диапазон, а следовательно, и минимально гарантированным образом может выполнить возложенные на него функции.

С учетом вышеизложенного целевой функционал  $F$  задачи вычисления экстремума (минимума) определим следующим образом:

$$F = \int_0^{G_{max}} \frac{G}{f(G)^{\alpha \cdot B^{(1-\alpha)}}} dG. \quad (4)$$

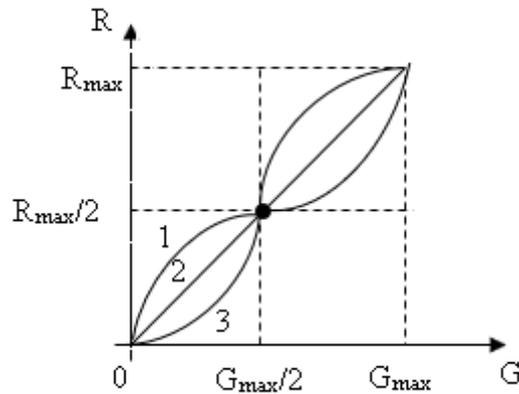


Рисунок 2 – Геометрическая интерпретация ограничительного условия 3.

Обозначения: 1 – растения, которые ощутили «стресс» в интервале  $(0 \div \frac{G_{max}}{2})$ ; 2 – растения без стресса; 3 – растения, которые в интервале  $(\frac{G_{max}}{2} \div G_{max})$  ощутили «стресс»

Figure 2 – Geometric interpretation of the restrictive condition 3. The indicate: 1 – plants that felt "stressed" in the interval  $(0 \div \frac{G_{max}}{2})$ ; 2 – stress-free plants; 3 – plants that felt "stressed" in the interval  $(\frac{G_{max}}{2} \div G_{max})$

Благодаря этому (3) и (4) можно составить задачу безусловной вариационной оптимизации, целевой функционал которого имеет следующий вид

$$F_1 = \int_0^{G_{max}} \frac{G}{f(G)^{\alpha} \cdot B^{(1-\alpha)}} dG + \lambda \left[ \int_0^{G_{max}} f(G) dG - C \right], \quad (5)$$

где  $\lambda$  – множитель Лагранжа.

Согласно условиям уравнения Эйлера, решение задачи должно удовлетворять условию [1]:

$$\frac{d \left\{ \frac{G}{f(G)^{\alpha} \cdot B^{(1-\alpha)}} + \lambda f(G) \right\}}{df(G)} = 0. \quad (6)$$

Из (6) получим

$$\frac{-G \cdot \alpha \cdot f(G)^{-(\alpha+1)}}{B^{(1-\alpha)}} + \lambda = 0. \quad (7)$$

На основе (7) получено следующее предварительное решение задачи оптимизации:

$$f(G) = \left( \frac{1}{\lambda} \right)^{\frac{1}{\alpha+1}} \cdot \alpha+1 \sqrt{\frac{\alpha G}{B^{(1-\alpha)}}}. \quad (8)$$

С учетом (3) и (8) множитель Лагранжа вычислен в следующем виде

$$\lambda = \frac{\alpha}{B^{(1-\alpha)} \cdot \left[ \frac{C(\alpha+2)}{(\alpha+1)} \right]^{\alpha+1}}. \quad (9)$$

На основе (8) и (9) множитель Лагранжа вычислен в следующем виде:

$$f(G) = C_1 \cdot \alpha+1 \sqrt{G}, \quad (10)$$

где

$$C_1 = \sqrt[\alpha+1]{\frac{B^{(1-\alpha)}}{\alpha}} \cdot \frac{C(\alpha+2)}{\alpha+1} \cdot \sqrt[\alpha+1]{\frac{\alpha}{B(1-\alpha)}} = \sqrt[\alpha+1]{\frac{B^{-\alpha}}{1-\alpha}} \cdot \frac{C(\alpha+2)}{\alpha+1}. \quad (11)$$

Можно показать, что при решении (10), (11) функционал  $F_1$  достигает минимума. Для этого достаточно вычислить вторую производную интегранта в (5) по  $f(G)$  и показать, что она всегда положительная величина.

С учетом решения (11) и базового выражения (1) вычислено минимально возможное значение индекса VEC:

$$VEC_{min} = \frac{G^{1+\alpha}}{C_1^\alpha \cdot B^{1-\alpha}}. \quad (12)$$

Таким образом, как видно из выражения (11) с ростом  $B$  значение коэффициента  $C_1$  уменьшается. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению минимально возможного значения индекса  $VEC_{min}$ .

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что цветные изображения урожайных сельскохозяйственных полей показывают уменьшение чувствительности информативности цветных изображений к изменению условий освещенности. Установлено наличие ухудшения соотношений между сигналами  $R$  и  $G$  каналов, при этом значение индекса достигает минимума и приводит к уменьшению его дискриминационных возможностей.

#### Список литературы/References

1. Эльсгольц, Л.Е. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление /Л.Е. Эльсгольц - М. Наука. 1974. - С. 432/ Jel'sgol's, L.E. Differential'nye uravnenija i variacionnoe ischislenie [Differential equations and calculus of variations] Moscow: Nauka. 1974, p. 432.
2. Hague, T. et al., Tillett N. D., Wheeler H. Automated crop and weed monitoring in widely spaced cereals // Precision agriculture. 2006, pp. 21-32.
3. Hamuda, E. et al. A survey of image processing techniques for plant extraction and segmentation in the field // Computers and electronics in agriculture, 2016, no.125, pp. 184-199.
4. Astrand, B et al. A vision based row-following system for agricultural field machinery mechatronics // Mechatronics, 2005, vol.15, pp.251-269.
5. Ahmed, F et al. Classification of crops and weeds from digital images: A support vector machine approach //Crop Protection, 2012, vol.40, pp.98-104.
6. Guerrero, J. M. et al. Support vector machines for crop/weeds identification in maize fields expert systems with applications // Expert Systems with Applications, 2012, vol.39/15, pp.11149-11135.
7. Guijarro, M. et al. Discrete wavelets transform for improving greenness image segmentation in agricultural images // Computers and electronics in agriculture, 2015, pp 396-407.
8. Guijarro M. et al. Automatic segmentation of relevant textures in agricultural images // Computers and Electronics in agriculture, 2011, vol.75/1, pp.75-83.
9. Guijarro, M. et al. Automatic expert system for weeds/crops identification in images from maize fields // Expert systems with applications, 2013, vol.40/1, pp.75-82.
10. Montalvo, et al. Automatic detection of crop rows in maize fields with high weeds pressure expert systems with applications //Expert Systems with Applications, 2012, vol.39/15, pp.11889-11897.

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

**Автор несет полную ответственность за изложение материала в статье.**

**Author Contributions.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

**The authors are fully responsible for the presentation of the material in the article.**

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 14.02.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 10.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 18.03.2024

### **Сведения об авторе**

Махмудова Валида Ханкиши гызы – кандидат технических наук, доцент НИИ Аэрокосмической информатики Национального аэрокосмического агентства, г.Баку, Азербайджанская Республика. Область исследований – экология почвы и растений, земледелие, дистанционное зондирование. Автор более 60 научных публикаций.

**Контактная информация:** НИИ Аэрокосмической информатики, AZ1145, Баку, Республика Азербайджан, ул. С.С.Ахундова, 1, e-mail: [valida.mammadova@mail.ru](mailto:valida.mammadova@mail.ru).  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0085-8083-8645>.

### **Information about author**

Valida Kh. gizi Mahmudova– Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Research Institute of Aerospace Informatics of National Aerospace Agency, Baku, Republic of Azerbaijan. Research area – ecology of soil and plants, agriculture, remote sensing. Author of more than 60 scientific publications.

**Contact Information:** Research Institute of Aerospace Informatics of National Aerospace Agency, 1 S.S.Akhundova St., Baku, AZ1145, Republic of Azerbaijan, e-mail: [valida.mammadova@mail.ru](mailto:valida.mammadova@mail.ru).  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0085-8083-8645>



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-39-48

УДК 541.1.001.57:631.82

Научная статья

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ В СИСТЕМАХ С УЧАСТИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А.К. Подшивалова, В.Д. Горковенко

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, *Молодёжный, Иркутский р-он, Иркутская область, Россия*

**Аннотация.** Изучалось влияние кремнийсодержащего соединения (метасиликат натрия) на активность компонентов смешанных минеральных удобрений, включающих азотсодержащее (аммонийная селитра), фосфорсодержащее (двойной суперфосфат) и известняк. Исследование выполнено методом физико-химического моделирования с использованием программного комплекса «Селектор», основанного на минимизации изобарно-изотермического потенциала (энергии Гиббса) системы. По данным термодинамического моделирования, активность кислорода как компонента систем минеральные удобрения – почва – вода – воздух зависит от состава минерального удобрения, соотношения минеральных удобрений в смесях, характера почвы. Выявлено, что для всех моделируемых систем активность кислорода на глинистых почвах значительно выше, чем на песчаных. Наиболее высокой активностью кислорода характеризуются системы с участием известняка. В этом случае высокая активность кислорода отмечена как для глинистых, так и песчаных почв. Для систем с участием аммонийной селитры и двойного суперфосфата различия в активности кислорода между песчаными и глинистыми почвами выражены сильнее: активность кислорода на глинистых почвах более чем в два превышает соответствующий показатель для песчаных почв. Метасиликат натрия увеличивает активность кислорода во всех моделируемых системах. Наибольшее положительное влияние метасиликата натрия на активность кислорода соответствует системе с участием известняка. В этом случае положительный эффект проявляется как для песчаных, так и глинистых почв. Для систем с участием аммонийной селитры и двойного суперфосфата положительное влияние метасиликата натрия на песчаных почвах слабее, чем в случае известняка, а для глинистых – почти нивелируется. Таким образом, по данным термодинамического моделирования, целесообразно использование смешанных минеральных удобрений, сочетающих известняк и кремнийсодержащее соединение.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, метасиликат натрия, взаимное влияние, активность компонентов.

**Для цитирования:** Подшивалова А.К., Горковенко В.Д. Термодинамическая оценка взаимного влияния в системах с участием минеральных удобрений. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024; 3 (122): 39-48. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-39-48.

## THERMODYNAMIC ASSESSMENT OF MUTUAL INFLUENCE IN SYSTEMS INVOLVING MINERAL FERTILIZERS

Anna K. Podshivalova, Victoria D. Gorkovenko

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

**Abstract.** The effect of a silicon-containing compound (sodium metasilicate) on the activity of components of mixed mineral fertilizers, including nitrogen-containing (ammonium nitrate), phosphorus-containing (double superphosphate) and limestone, was studied. The study was carried out by the method of physical and chemical modeling using the "Selector" software package based on minimizing the isobaric-isothermal potential (Gibbs energy) of the system. According to thermodynamic modeling data, oxygen activity as a component of mineral fertilizers – soil - water – air systems depends on the composition of the mineral fertilizer, the ratio of mineral fertilizers in mixtures, and the nature of the soil. It was revealed that for all simulated systems, oxygen activity on clay soils is significantly higher than on sandy soils. Systems containing limestone are characterized by the highest oxygen activity. In this case, high oxygen activity was noted for both clay and sandy soils. For systems involving ammonium nitrate and double superphosphate, the differences in oxygen activity between sandy and clay soils are more pronounced: oxygen activity on clay soils is more than twice as high as the corresponding figure for sandy soils. Sodium metasilicate increases oxygen activity in all simulated systems. The greatest positive effect of sodium metasilicate on oxygen activity corresponds to a system involving limestone. In this case, the positive effect is manifested for both sandy and clay soils. For systems involving ammonium nitrate and double superphosphate, the positive effect of sodium metasilicate on sandy soils is weaker than in the case of limestone, and for clay soils it is almost leveled out. Thus, according to thermodynamic modeling data, it is advisable to use mixed mineral fertilizers combining limestone and a silicon-containing compound.

**Keywords:** mineral fertilizers, sodium metasilicate, mutual influence, activity of components

**For citation:** Podshivalova A.K., Gorkovenko V.D. Thermodynamic assessment of mutual influence in systems involving mineral fertilizers. *Scientific and practical journal "Vestnik IrGSHA"* 2024; 3 (122): 39-48. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-39-48.

**Введение.** Углерод и кремний являются химическими элементами-аналогами в отношении электронного строения атомов. Этот факт объясняет интерес к кремнию с нескольких позиций.

Прежде всего, сходство в электронном строении атомов углерода и азота неизбежно вызывает предположение о возможности существования в прошлом или настоящем жизни на основе кремния.

Интерес в этом отношении представляют работы М.Г. Воронкова [3-4], в которых обосновывается кремниевая природа возникновения жизни на Земле, а также существование кремниевых организмов (диатомовых водорослей) в настоящее время.

С другой стороны, с учетом вышеуказанного факта, логично предположить возможность влияния кремния на обменные процессы, протекающие в животных и растительных организмах. Следует отметить, что в научной литературе имеются работы, в которых приводится подробный анализ участия кремния в обменных процессах в системе почва-растение [6,8], а также результаты изучения влияния кремнийсодержащих соединений на рост и развитие растений [2,5,14-17, 21].

Наконец, представляет интерес возможность выявления взаимного влияния компонентов смешанных минеральных удобрений [9,10,20] с участием кремнийсодержащих соединений.

**Цель** - изучение влияния кремнийсодержащего соединения (метасиликат натрия) на активность компонентов смешанных минеральных удобрений, включающих азотсодержащее (аммонийная селитра), фосфорсодержащее (двойной суперфосфат) и известняк. При этом учитывались эквимольные соотношения между количеством основного компонента и максимальным значением метасиликата натрия.

**Материал и методы.** Исследование выполнено методом физико-химического моделирования с использованием программного комплекса “Селектор”, основанного на минимизации изобарно-изотермического потенциала (энергии Гиббса) системы [18-19].

Исследовались системы:

- аммонийная селитра – метасиликат натрия – вода – воздух;
- двойной суперфосфат – метасиликат натрия – вода – воздух;
- известняк – метасиликат натрия – вода – воздух.

Моделирование всех указанных систем выполнялось в двух вариантах, включающих дополнительно вещества, имитирующие основные особенности песчаных и глинистых почв, а именно: диоксид кремния (песчаные почвы) и оксид алюминия (глинистые почвы). Параметры системы, полученные в результате моделирования: мольные количества компонентов системы; активность компонентов системы; окислительно-восстановительный потенциал системы; pH раствора. Наибольший интерес представляет оценка активности компонентов системы, которая характеризуется значениями их химических потенциалов (парциальной энергии Гиббса компонентов). Чем ниже значение химического потенциала компонента, тем выше его активность.

**Результаты и обсуждение.** Важнейшим компонентом системы, активность которого влияет на обменные процессы в растении, является кислород.

На рисунке 1 показано изменение активности кислорода в исследуемых системах (песчаные почвы) при увеличении количества метасиликата натрия.

Из данных, представленных на рисунке 1, следует, что увеличение количества метасиликата натрия незначительно влияет на активность кислорода в системах, содержащих смеси метасиликата натрия с аммонийной селитрой и двойным суперфосфатом.

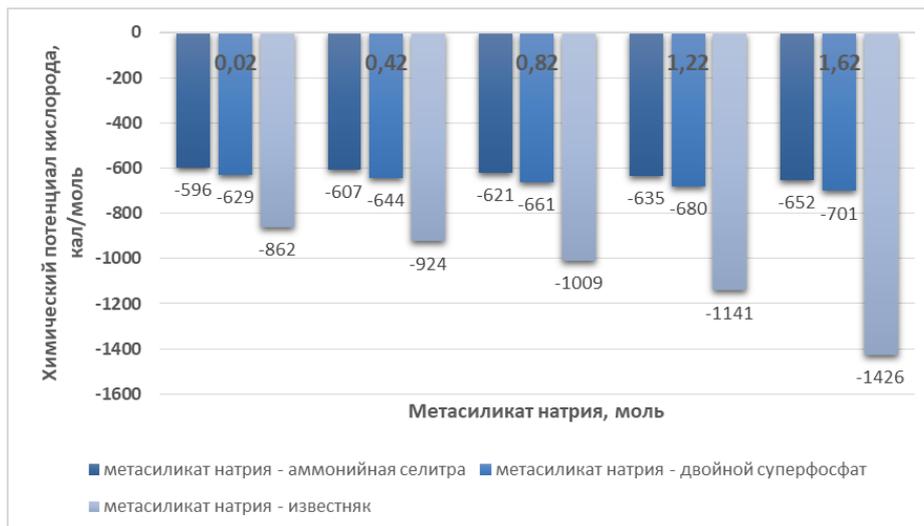


Рисунок 1 – Зависимость активности кислорода от содержания метасиликата натрия в составе смешанных минеральных удобрений (песчаные почвы)

Figure 1 – Dependence of oxygen activity on the content of sodium metasilicate in the composition of mixed mineral fertilizers (sandy soils)

При этом повышение доли метасиликата натрия в смеси с известняком приводит к существенному увеличению активности кислорода. Ранее методом термодинамического моделирования [10] выявлена особая роль известняка в процессах влияния на обменные процессы в растениях. Как показывают результаты настоящего исследования, положительная роль известняка усиливается в присутствии метасиликата натрия.

Достаточно интересные результаты в этом отношении получены для глинистых почв (рисунки 2 -4).



Рисунок 2 – Зависимость активности кислорода от содержания метасиликата натрия в смесях с известняком (песчаные и глинистые почвы)

Figure 2 – Dependence of oxygen activity on the content of sodium metasilicate in mixtures with limestone (sandy and clay soils)

Как следует из данных, представленных на рисунке 2, термодинамическая активность кислорода для смеси известняк – метасиликат натрия в глинистых почвах значительно выше, чем в песчаных почвах. При этом наибольшее различие в этом отношении между песчаными и глинистыми почвами наблюдается при низких количествах метасиликата натрия; дальнейшее увеличение доли метасиликата натрия в смеси приводит к снижению разницы в активности кислорода, но тенденция увеличения активности кислорода в глинистых почвах по-прежнему сохраняется.

В более значительной степени различие в активности кислорода в песчаных и глинистых почвах выявлено для смеси двойной суперфосфат - метасиликат натрия (рис. 3).

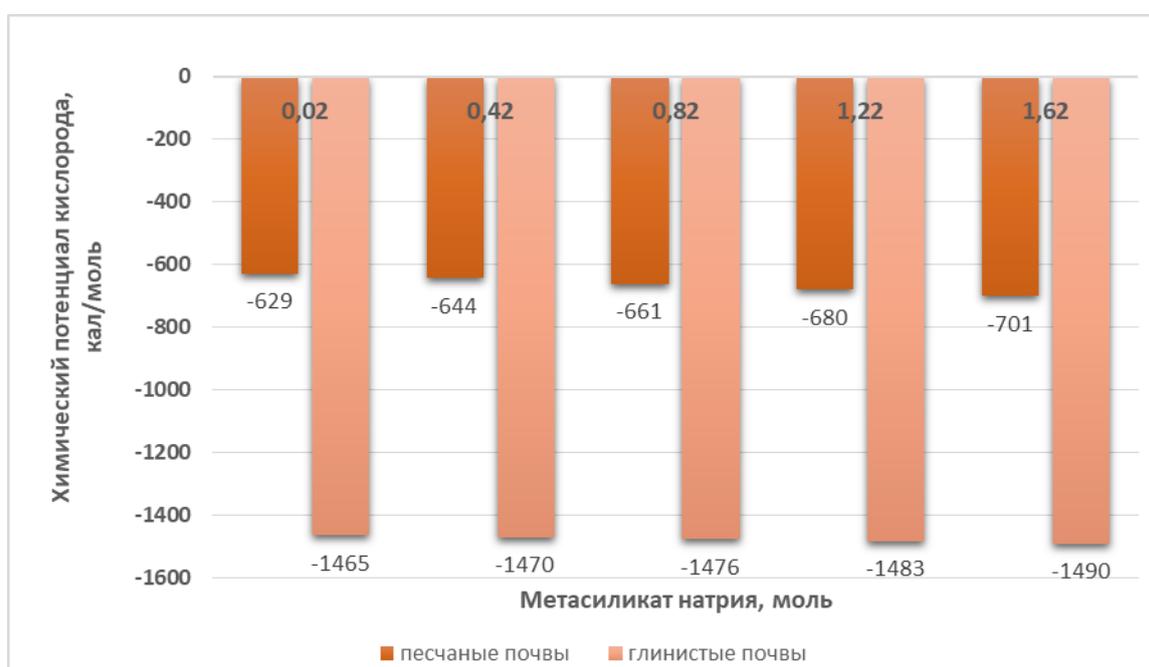


Рисунок 3 – Зависимость активности кислорода от содержания метасиликата натрия в смесях с двойным суперфосфатом (песчаные и глинистые почвы)

Figure 3 – Dependence of oxygen activity on the content of sodium metasilicate in mixtures with double superphosphate (sandy and clay soils)

Активность кислорода для смесей двойной суперфосфат - метасиликат натрия в глинистых почвах увеличивается более чем в два раза с более выраженным эффектом при низком содержании метасиликата натрия в смеси.

Еще более значительное увеличение активности кислорода на глинистых почвах, по сравнению с песчаными, выявлено для смесей аммонийная селитра – метасиликат натрия (рис. 4).

На глинистых почвах активность кислорода значительно (более чем в два раза) выше, чем на песчаных. Зависимость от количества метасиликата натрия выражена в незначительной степени.

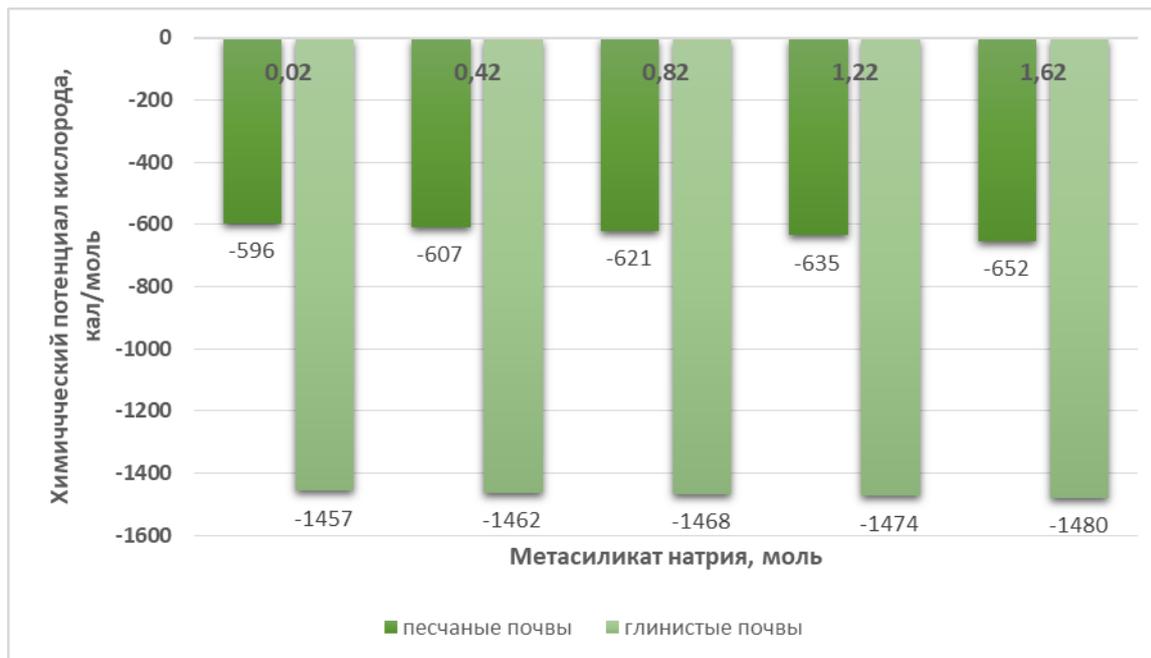


Рисунок 4 – Зависимость активности кислорода от содержания метасиликата натрия в смесях с аммонийной селитрой (песчаные и глинистые почвы)

Figure 4 – Dependence of oxygen activity on the content of sodium metasilicate in mixtures with ammonium nitrate (sandy and clay soils)

Следовательно, наиболее выраженное различие между песчаными и глинистыми почвами наблюдается для систем с участием аммонийной селитры и двойного суперфосфата. Но при этом необходимо учесть, что активность кислорода в системах с участием известняка изначально существенно выше, чем в системах с участием аммонийной селитры и двойного суперфосфата как для песчаных, так и глинистых почв. Именно высокие значения активности кислорода в системах с участием известняка на песчаных почвах снижают различие в этом отношении между песчаными и глинистыми почвами.

**Заключение.** По данным термодинамического моделирования, активность кислорода как компонента систем минеральные удобрения – почва – вода – воздух зависит от состава минерального удобрения, соотношения минеральных удобрений в смесях, характера почвы. Выявлено, что для всех моделируемых систем активность кислорода на глинистых почвах значительно выше, чем на песчаных. Наиболее высокой активностью кислорода характеризуются системы с участием известняка. В этом случае высокая активность кислорода отмечена как для глинистых, так и песчаных почв. Для систем с участием аммонийной селитры и двойного суперфосфата различия в активности кислорода между песчаными и глинистыми почвами выражены сильнее: активность кислорода на глинистых почвах более чем в два превышает соответствующий показатель для песчаных почв. Метасиликат натрия увеличивает активность кислорода во всех моделируемых системах. Наибольшее положительное влияние метасиликата

натрия на активность кислорода соответствует системе с участием известняка. В этом случае положительный эффект проявляется как для песчаных, так и глинистых почв. Для систем с участием аммонийной селитры и двойного суперфосфата положительное влияние метасиликата натрия на песчаных почвах слабее, чем в случае известняка, а для глинистых - почти нивелируется. По данным термодинамического моделирования, целесообразно использование смешанных минеральных удобрений, сочетающих известняк и кремнийсодержащее соединение.

### Список литературы

1. Безручко, Е.В. Доступный для растений кремний – фактор устойчивого производства картофеля /Е.В. Безручко, Л.С. Фудотова //Агрохимия. - 2021. - №8. - С.70-81.
2. Дабахова, Е.В. Изучение кремнийсодержащих препаратов /Е.В. Дабахова, Н.В. Забегалов //Агрохимический вестник. - 2011. - № 2. - С.28-35.
3. Воронков, М. Г. Кремний и жизнь: Биохимические, фармакологические и токсикологические соединения кремния /М.Г. Воронков, Г.И. Зелчан, Э. Я. Лукевиц – Рига: Зинатне. – 1978. – 587 с.
4. Воронков, М. Г. Удивительный элемент жизни / М.Г. Воронков, И.Г. Кузнецов. - Иркутск: Восточно-Сибирское изд-во. - 1983. – 111 с.
5. Дьяков, В.М. Использование соединений кремния в сельском хозяйстве / В.М. Дьяков, В.В. Матыченков, В.А. Чернышев, Я.М. Аммосова// Актуальные вопросы химической науки и технологии и охраны окружающей среды. - Вып. 7. - М.: НИИТЭХИМ. - 1990. - 32 с.
6. Матыченков, В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва-растение / В.В. Матыченков: Дис. на соиск. уч. степени к. б. н. – Пушкино, 2008. - 313 с.
7. Матыченков, И.В. Взаимное влияние кремниевых, фосфорных и азотных удобрений в системе почва-растение / И.В. Матыченков: Дис. на соиск. уч. степени д. б. н. – Москва, 2014. - 136 с.
8. Матыченков, И.В. Подвижные кремниевые соединения в системе почва-растение и методы их определения /И.В. Матыченков, Д.М. Хомяков, Е.П. Пахненко, Е.А. Бочарникова, В.В. Матыченков // Вестник Московского университета. Почвоведение. Сер.17. - 2016. - №3. - С.37-46.
9. Подшивалова, А.К. Физико-химическое моделирование взаимного влияния компонентов комплексных минеральных удобрений /А. К. Подшивалова // Вестник ИрГСХА. – 2014. – Вып. 60. – С. 68-75.
10. Подшивалова, А.К. Термодинамическая оценка влияния известняка и гашеной извести на свойства компонентов минеральных удобрений. / А. К. Подшивалова // Вестник ИрГСХА. – 2018. – Вып. 84. – С. 22-30.
11. Рабинович, Г.Ю. Получение новых кремнийорганических удобрений и их апробация при моделировании водных стрессов / Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова Н.В. Фомичева // Изв. вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2020. - Т.10. - №2(33). - С. 284-293.
12. Третьяков, Н.Н. Практикум по физиологии растений /Н.Н. Третьяков, Л.А. Паничкин, М.Н. Кондратьев и др. – М.: КолосС, 2003. – 288 с.
13. Чекаев, Н.П. Возможности использования диатомитов Коржевского месторождения Пензенской области / Н.П. Чекаев, А.Е. Рябов // В сб.: Инновационные технологии в АПК: теория и практика// Сб. статей III Всеросс. науч.-практ. конф.//Пенза: Пензенский ГУ, 2015. - С.139-145.

14. Hartwig, E.E. Breeding productive soybeans with a higher percentage of protein // Seed protein improvement cereals, grain legumes. – 1979. – Vol. 2. – P. 59–66.
15. Hartwig, E.E. Breeding of soybean for high yield and seed protein // In: Soybean feeds the world / Ed. by B. Napompeth. – Bangkok, 1997. – P. 40–43.
16. Haynes, R.J. Significance and role of Si in crop production /R.J. Haynes //Advances in Agronomy. - 2017. - V.146, - P.83-166.
17. Karpov, I. K. Modeling chemical mass transfer in geochemical processes: thermodynamic relations, conditions of equilibria and numerical algorithms / I. K. Karpov, K. V. Chudnenko, D. A Kulik // American Journal of Science. - Vol. 297. - 1997. - P. 767–806.
18. Karpov, I. K. The convex programming minimization of five thermodynamic potentials other than Gibbs energy in geochemical modeling / I. K. Karpov, K. V. Chudnenko, D. A Kulik, Bychinskii V. A. // American Journal of Science. - Vol. 302. - 2002. - P. 281–311.
19. Maghsoudi, K. Effect of silicon on photosynthetic gas exchange, photosynthetic pigments, cell membrane stability and relative water content of different wheat cultivars under drought stress conditions / K. Maghsoudi, Y. Emam, M. Pessarakli // Journal of Plant Nutrition. 2016. - V.39. - Issue 7. - P. 1001-1015.
20. Podshivalova, A.K. Oxygen activity as a function of the composition of mixed fertilizers / A K Podshivalova // 2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 315 052056
21. Toresano-Sanchez, F. Effect of application of monosilicic acid of the production and quality of triploid watermelon /F. Toresano-Sanchez, M. Diaz-Perez, F. Dianez-Martinez, F. Camacho-Ferre // Journal of Plant Nutrition. - 2010. - V.33. - Issue 13. - P. 1553-1562.

#### References

1. Bezruchko, E.V. Dostupny`j dlya rastenij kremnij – factor ustojchivogo proizvodstva kartofelya [Silicon available for plants is a factor in sustainable potato production]. Agroxiimiya, 2021, no.8, pp. 70-81.
2. Dabaxova, E.V. Izuchenie kremnijsoderzhashhix preparatov [The study of silicon-containing preparations]. Agroxiimicheskij vestnik, 2011, no. 2, pp.28-35.
3. Voronkov, M.G. et al. Kremnij i zhizn`: Bioximicheskie, farmakologicheskie i toksikologicheskie soedineniya kremniya [Silicon and life: Biochemical, pharmacological and toxicological compounds of silicon]. Riga: Zinatne, 1978, 587 p.
4. Voronkov, M.G., Kuznecov, I.G. Udivitel`ny`j e`lement zhizni [An amazing element of life]. Irkutsk: Vostochno-Sibirskoe izd-vo, 1983, 111 p.
5. D`yakov, V.M. Ispol`zovanie soedinenij kremniya v sel`skom xozyajstve [The use of silicon compounds in agriculture]. Moscow: NIITE`XIM, 1990, no. 7, 32 p.
6. Maty`chenkov, V.V. Rol` podvizhny`x soedinenij kremniya v sisteme pochva-rastenie [The role of mobile silicon compounds in the soil-plant system]. Dis. Cand. Sc., Pushhino, 2008, 313 p.
7. Maty`chenkov, I.V. Vzaimnoe vliyanie kremnievy`x, fosforny`x i azotny`x udobrenij v sisteme pochva-rastenie [The mutual influence of silicon, phosphorus and nitrogen fertilizers in the soil-plant system]. Dis. Doc. Sc., Moscow, 2014, 136 p.
8. Maty`chenkov, I.V. et al. Podvizhny`e kremnievy`e soedineniya v sisteme pochva-rastenie i metody` ix opredeleniya [Mobile silicon compounds in the soil-plant system and methods for their determination]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Pochvovedenie, Ser.17, 2016, no.3, pp. 37-46.
9. Podshivalova, A.K. Fiziko-ximicheskoe modelirovanie vzaimnogo vliyaniya komponentov kompleksny`x mineral`ny`x udobrenij [Physico-chemical modeling of the mutual influence of components of complex mineral fertilizers]. Vestnik IrGSHA, 2014, no. 60, pp. 68-75.
10. Podshivalova, A.K. Termodinamicheskaya ocenka vliyaniya izvestnyaka i gashennoj izvesti na svojstva komponentov mineral`ny`x udobrenij [Thermodynamic assessment of the effect

of limestone and slaked lime on the properties of mineral fertilizer components]. Vestnik IrGSHA, 2018, no. 84, pp. 22-30.

11. Rabinovich, G.Yu. et al. Poluchenie novy`x kremnijorganicheskix udobrenij i ix aprobaciya pri modelirovanii vodny`x stressov [Obtaining new organosilicon fertilizers and their approbation in modeling water stresses]. Izvestiya vuzov. Prikladnaya ximiya i biotexnologiya, 2020, vol.10, no.2(33), pp. 284-293.

12. Tret`yakov, N.N. Praktikum po fiziologii rastenij [Workshop on plant physiology]. Moscow: KolosS, 2003, 288 p.

13. Chekaev, N.P. Vozmozhnosti ispol`zovaniya diatomitov Korzhevskogo mestorozhdeniya Penzenskoj oblasti [The possibilities of using diatomites from the Korzhevsky deposit in Penza region]. Penza, 2015, pp. 139-145.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Авторы несут полную ответственность за изложение материала в статье.**

**Author Contributions.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

**The authors are fully responsible for the presentation of the material in the article.**

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 02.02.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 14.02.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 18.03.2024

### **Сведения об авторах**

Подшивалова Анна Кирилловна – кандидат химических наук, доцент кафедры агроэкологии и химии Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежовского. Область исследований – взаимное влияние компонентов сложных многокомпонентных систем с участием почв, растений, макро- и микроудобрений. Автор более 80 научных публикаций.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Агрономический факультет. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный; e-mail: akpodshivalova@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8083-857X>.

Горковенко Виктория Дмитриевна – магистрант агрономического факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежовского.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Агрономический факультет. 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный; e-mail: chem.acad.38@yandex.ru.

### **Information about authors**

Anna K.Podshivalova – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Agroecology and Chemistry, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. The field of research is the mutual influence of components of complex multicomponent systems involving soils, plants, macro– and micro fertilizers. Author of more than 80 scientific publications.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU. Agronomy Faculty. Molodezhny; Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, e-mail: akpodshivalova@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8083-857X>.

*Подшивалова А.К., Горковенко В.Д. Термодинамическая оценка...*

2024; 3(122):39-48 **Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”**  
Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”

Victoria D. Gorkovenko– master’s student of Agronomy Faculty of Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU. Agronomy Faculty. Agronomy Faculty. Molodezhny; Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, e-mail: chem.acad.38@yandex.ru.



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-49-57

УДК 519.863:633

Научная статья

## ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЧИВОСТИ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

М.Н. Полковская

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, п. Молодежный,  
Иркутский район, Иркутская область, Россия

**Аннотация.** В работе описано решение задачи оптимизации структуры посевов с учетом многоуровневого прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. В качестве объекта исследования выбран Куйтунский район Иркутской области, поскольку данный район является лидером по производству растениеводческой продукции в регионе. На основании статистических данных по урожайности наиболее распространенных в районе культур (пшеницы, ячменя, овса, рапса) за 1997-2023 гг. построены линейные и нелинейные (степенные, логарифмические) тренды, характеризующие тенденцию различных уровней рядов урожайности сельскохозяйственных культур. Выделение верхнего и нижнего уровней их исходного ряда осуществлялось на основании методики, описанной в работе Дружинина И.П. С помощью полученных трендовых зависимостей выполнено прогнозирование урожайности на 2024-2026 гг. Анализ разности прогнозов урожайности сельскохозяйственных культур, полученных для нижнего уровня и всего ряда, показал, что потери урожая могут составить 3.5-25.6 %. При этом наибольший разброс имеет место в прогнозах урожайности рапса, а наименьший – овса. Что касается отклонений прогнозов урожайности всего ряда и для благоприятных условий, дополнительный сбор урожая может увеличиться на 9.0-17.8 %. На следующем этапе сформулирована задача параметрического программирования размещения посевов сельскохозяйственных культур с учетом прогнозов урожайности для различных уровней. Согласно расчетам, полученным при реализации параметрической модели, ежегодное увеличение дохода от производства растениеводческой продукции оставит порядка 4%. При благоприятных условиях дополнительное увеличение дохода составит более 11%, при неблагоприятных условиях доход снизится более чем на 13%.

**Ключевые слова:** урожайность, зерновые культуры, прогнозирование, многоуровневый тренд, параметрическое программирование

**Для цитирования:** Полковская М.Н. Планирование производства растениеводческой продукции с учетом изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024; 3 (122):49-57. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-49-57.

## PLANNING OF CROP PRODUCTION TAKING INTO ACCOUNT THE VARIABILITY OF CROP YIELDS

Marina N. Polkovskaya

Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

**Abstract.** The paper describes the solution to the problem of optimizing the structure of crops, taking into account the multilevel forecasting of crop yields. The Kuytunsky district of the Irkutsk region was chosen as the object of research, since this area is the leader in the production of crop production in the region. Based on statistical data on the yield of the most common crops in the region (wheat, barley, oats, rapeseed) for 1997-2023. linear and nonlinear (power-law, logarithmic) trends characterizing the trend of different levels of crop yield series are constructed. The allocation of the upper and lower levels of their initial series was carried out on the basis of the methodology described in the work of Druzhinin I.P. With the help of the obtained trend dependencies, yield forecasting for 2024-2026 was performed. An analysis of the difference in crop yield forecasts obtained for the lower level and the entire range showed that crop losses could amount to 3.5-25.6%. At the same time, the largest variation occurs in the forecasts of rapeseed yield, and the smallest is oats. As for deviations in yield forecasts for the entire range and for favorable conditions, additional harvesting may increase by 9.0-17.8%. At the next stage, the task of parametric programming of the placement of crops is formulated, taking into account yield forecasts for various levels. According to calculations obtained during the implementation of the parametric model, the annual increase in income from crop production will leave about 4%. Under favorable conditions, an additional increase in income will amount to more than 11%, under unfavorable conditions, income will decrease by more than 13%.

**Keywords:** yield, crops, forecasting, multilevel trend, parametric programming

**For citation:** Polkovskaya M.N. Planning of crop production, taking into account the variability of crop yields. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2024; 3 (122):49-57. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2024-122-49-57.

**Введение.** Урожайность сельскохозяйственных культур является важным показателем, характеризующим деятельность предприятий аграрной сферы. Значение данного показателя отражает не только метеорологические условия, в которых выращивалась культура, но и эффективность агротехнических мероприятий, применяемых производителями [3, 6, 7, 8]. Оценка влияния этих факторов способствует получению высоких урожаев при одновременном увеличении плодородия почв и экономии затрат.

Анализ изменчивости многолетних рядов урожайности позволяет использовать полученные знания при оптимизации размещения посевов, специализации и концентрации сельскохозяйственного производства, определении оптимальных размеров предприятий в разных зонах и планировании поставок материалов и техники [1, 2, 9, 10, 11].

Особый интерес при прогнозировании урожайности представляют многоуровневые прогнозы, позволяющие оценить тенденцию не только многолетнего ряда в целом, но и получить прогнозы исследуемого показателя для благоприятных и неблагоприятных условий деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей [5].

**Цель** – решение задачи оптимизации структуры посевов с учетом многоуровневого прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур.

**Материалы и методы.** Для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур использовались статистические данные за 1997-2023 гг. по Куйтунскому району. Многоуровневые тренды построены на основании методики, описанной в работе [5].

Поиск оптимальных планов размещения посевов сельскохозяйственных культур осуществлялся с помощью симплекс-метода.

**Результаты и обсуждение.** В качестве объекта исследования выбран Куйтунский район Иркутской области. Иркутская область является регионом с резко континентальным климатом, поэтому производство аграрной продукции подвержено влиянию неблагоприятных климатических условий. В связи с этим для прогнозирования урожайности актуальным является применение многоуровневых трендов. Прогнозирование временных рядов показателей, обладающих динамико-стохастическими свойствами, основано на методе выделения последовательностей верхних и нижних уровней временного ряда по пикам и ложбинам, предложенном Дружининым [4]. При этом тренды строятся для всего ряда, его высоких и низких значений. В таблице 1 приведены результаты прогнозирования рядов урожайности пшеницы, овса, ячменя и рапса (табл. 1).

Выбор данных культур обусловлен тем, что они наиболее распространены в рассматриваемом районе и занимают наибольшую площадь (83%) из всех сельскохозяйственных культур. При этом более 50% всей посевной площади занимает пшеница.

Согласно полученным результатам для прогнозирования урожайности рассматриваемых сельскохозяйственных культур подходят линейные и нелинейные (степенные, логарифмические) модели. Приведенные модели являются точными и адекватными, а коэффициенты модели – значимы. На основании полученных зависимостей получен краткосрочный прогноз урожайности для значений всего ряда, верхнего и нижнего уровней. При этом отклонение прогнозов нижнего уровня от всего ряда отражают возможные потери продукции, а прогнозы верхнего уровня, напротив, дополнительный урожай.

Для планирования размещения посевов сельскохозяйственных культур с учетом полученных прогнозов используются задачи параметрического программирования.

Таблица 1 – Тренды рядов урожайности сельскохозяйственных культур для разных уровней по данным Куйтунского района за 1997-2023 гг.

Table 1 – Trends in crop yield series for different levels according to data from the Kuytun district for 1997-2023

| Уровень                   | Уравнение                    | R2   | Прогноз |       |       |
|---------------------------|------------------------------|------|---------|-------|-------|
|                           |                              |      | 2024    | 2025  | 2026  |
| Урожайность пшеницы, ц/га |                              |      |         |       |       |
| Верхний                   | $y_t = 10.33t^{0.28}$        | 0.71 | 25.28   | 25.54 | 25.80 |
| Весь ряд                  | $y_t = 11.24t^{0.22}$        | 0.63 | 23.19   | 23.36 | 23.54 |
| Нижний                    | $y_t = 9.80t^{0.22}$         | 0.80 | 20.58   | 20.74 | 20.89 |
| Урожайность овса, ц/га    |                              |      |         |       |       |
| Верхний                   | $y_t = 0.56t + 12.22$        | 0.92 | 27.25   | 27.81 | 28.37 |
| Весь ряд                  | $y_t = 0.36t + 13.230$       | 0.58 | 23.42   | 23.78 | 24.14 |
| Нижний                    | $y_t = 1.93t^{0.75}$         | 0.87 | 22.07   | 22.70 | 23.33 |
| Урожайность ячменя, ц/га  |                              |      |         |       |       |
| Верхний                   | $y_t = 0.45t + 14.12$        | 0.90 | 26.25   | 26.70 | 27.15 |
| Весь ряд                  | $y_t = 0.36t + 13.30$        | 0.58 | 23.42   | 23.78 | 24.14 |
| Нижний                    | $y_t = 12.67e^{0.019t}$      | 0.64 | 21.62   | 22.04 | 22.46 |
| Урожайность рапса, ц/га   |                              |      |         |       |       |
| Верхний                   | $y_t = 22.77\ln(t) - 37.077$ | 0.81 | 27.43   | 28.73 | 29.96 |
| Весь ряд                  | $y_t = 1.12t + 3.14$         | 0.68 | 23.28   | 24.40 | 25.52 |
| Нижний                    | $y_t = 11.93\ln(t) - 15.43$  | 0.90 | 19.07   | 19.71 | 20.32 |

Целевая функция модели оптимизации структуры посевов направлена на максимум дохода:

$$\sum_{i \in I} c_i^l x_i - \sum_{i \in I} d_i^l x_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

при условиях:

ограниченности производственных ресурсов

$$\sum_{i \in I} a_{iz} x_i \leq A_z \quad (z \in Z); \quad (2)$$

ограниченности размера растениеводческой отрасли

$$\underline{n}_i \leq \sum_{i \in I_r} (1 + \alpha_i) x_i \leq \bar{n}_i \quad (i \in I); \quad (3)$$

производства конечной продукции заданного объема

$$\sum_{i \in I} y_{qi}^l(t) x_i \geq V_q \quad (q \in Q); \quad (4)$$

определенного количества вносимых удобрений и средств защиты растений

$$\sum_{i \in I} u_{mi} x_i \leq U_m \quad (m \in M); \quad (5)$$

неотрицательности переменных

$$x_i \geq 0, \quad (6)$$

где  $x_i$  – искомая переменная, площадь  $i$ -культуры;  $c_i^l$  – доход на 1 га  $i$ -культуры для последовательности уровней  $l$ ;  $d_{si}^{(p)}$  – затраты на единицу площади  $i$ -культуры для последовательности уровней  $l$ ;  $a_{iz}$  – расход ресурса  $z$  на единицу площади  $i$ -культуры;  $A_z$  – наличие ресурса  $z$ -вида;  $V_q$  – гарантированный объем производства продукции вида  $q$ ;  $\bar{n}_r, \underline{n}_r$  – максимально и минимально возможная площадь  $i$ -культур;  $y_{qi}^l(t)$  – выход товарной продукции  $q$ -вида с единицы площади  $i$ -культуры для последовательности уровней  $l$ ;  $\alpha_i$  – коэффициент, учитывающий площадь семенных посевов для  $i$ -культуры;  $u_{mi}$  – расход  $m$ -удобрений и средств защиты на единицу площади  $i$ -культуры;  $U_m$  – необходимый объем удобрений и средств защиты  $m$ -вида.

В модели (1)-(6) левая часть ограничения (4) зависит от параметра  $t$ , который представляет собой время. При этом тренд может быть линейным или нелинейным.

Представленная оптимизационная модель реализована для трех уровней урожайности (нижнего, среднего, верхнего) рассматриваемых в работе культур, поскольку для каждого из них получены прогнозы. При этом модель решается не только для каждого уровня, но и по всем годам, на которые рассчитаны прогнозы.

В таблице 2 приведены результаты решения задачи параметрического программирования по данным Куйтунского района.

**Таблица 2 – Оптимальные решения задачи параметрического программирования по данным Куйтунского района на 2024 - 2026 гг.**

**Table 2 – Optimal solutions to the parametric programming problem according to data from the Kuytun region for 2024 - 2026**

| Показатель                     | Год  | Пшеница, $x_1$ | Ячмень, $x_2$ | Овес, $x_3$ | Рапс, $x_4$ | Целевая функция, млн руб. |
|--------------------------------|------|----------------|---------------|-------------|-------------|---------------------------|
| <b>Благоприятные условия</b>   |      |                |               |             |             |                           |
| Объемы, т                      | 2024 | 114862.5       | 25446.8       | 14995.7     | 25844.5     | 2909.4                    |
|                                | 2025 | 118364.7       | 26400.6       | 15609.9     | 27610.8     | 3026.3                    |
|                                | 2026 | 121961.0       | 27382.5       | 16242.7     | 29368.7     | 3145.0                    |
| <b>Усредненные условия</b>     |      |                |               |             |             |                           |
| Объемы, т                      | 2024 | 105366.3       | 22703.3       | 12888.0     | 21934.4     | 2605.2                    |
|                                | 2025 | 108261.5       | 23513.4       | 13347.9     | 23449.5     | 2702.8                    |
|                                | 2026 | 111277.6       | 24346.7       | 13820.9     | 25016.4     | 2803.9                    |
| <b>Неблагоприятные условия</b> |      |                |               |             |             |                           |
| Объемы, т                      | 2024 | 93507.5        | 20958.4       | 12145.1     | 17967.8     | 2297.3                    |
|                                | 2025 | 96119.2        | 21792.9       | 12741.6     | 18942.2     | 2379.9                    |
|                                | 2026 | 98750.6        | 22652.3       | 13357.2     | 19919.0     | 2463.5                    |

При реализации модели использовались значения прогнозов, представленные в таблице 1. Анализ разности прогнозов урожайности сельскохозяйственных культур, полученных для нижнего уровня и всего ряда, показал, что потери урожая могут составить 3.5-25.6 %. При этом наибольший разброс имеет место в прогнозах урожайности рапса, а наименьший – овса. Что касается отклонений прогнозов урожайности всего ряда и для благоприятных условий, дополнительный сбор урожая может увеличиться на 9.0-17.8 %.

Результаты решения задачи параметрического программирования показали, что снижение дохода от влияния неблагоприятных факторов, характеризующее нижний уровень, составит от 13.4 до 13.8% в зависимости от года. При благоприятных условиях доход увеличится на 11.7-12.2%. Ежегодное увеличение дохода при различных условиях составит около 4%.

Следует отметить, что возможны частные случаи описанной задачи, когда трендовые зависимости получены не по всем уровням, а только по некоторым. Кроме того, исходный ряд или его высокие и низкие значения могут быть случайными и описываться с помощью законов распределения вероятностей. В этом случае задача (1)-(6) переходит в разряд стохастических и реализуется для заданных вероятностных оценок урожайности. Как правило, неблагоприятные условия соответствуют вероятности 0.1, благоприятные – 0.9, усредненные – 0.5.

Дополнительно в параметрическую задачу могут быть добавлены экспертные оценки, отражающие влияние на урожайность предшественников, а также прогнозы других характеристик, входящих в модель (цен, трудовых и материальных затрат и пр.). При этом предсказанные значения могут уточняться экспертами с учетом возможного повышения урожайности и уменьшения затрат за счет внедрения новых технологий и повышения производительности труда.

**Заключение.** 1. В работе на основании статистических данных за 1997-2023 гг. построены линейные и нелинейные тренды, характеризующие тенденцию различных уровней рядов урожайности сельскохозяйственных культур в Куйтунском районе.

2. С помощью полученных моделей выполнено прогнозирование урожайности пшеницы, ячменя, овса и рапса на 2024-2026 гг.

3. Сформулирована и реализована задача параметрического программирования размещения посевов сельскохозяйственных культур с учетом прогнозов урожайности всего ряда, и его верхнего и нижнего уровней.

4. Согласно полученным расчетам ежегодное увеличение дохода от производства растениеводческой продукции оставит порядка 4%. При благоприятных условиях дополнительное увеличение дохода составит более 11%, при неблагоприятных условиях доход снизится более чем на 13%.

**Благодарность.** Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 24-21-00502.

### Список литературы

1. Асалханов, П.Г. Модели прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в задачах параметрического программирования /П.Г. Асалханов, Я.М. Иваньо, М.Н. Полковская //Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2017. – Т. 21. – № 2 (121). – С. 57-66.
2. Буховец, А.Г. Прогнозирование урожайности зерновых культур с помощью динамической модели нормализованного относительного индекса растительности, учитывающей физиологические особенности развития сельскохозяйственных растений / А.Г. Буховец, М. В. Кучеренко, Е. А. Семин // Вестник Воронежского ГАУ. – 2021 – № 3 (70). – С. 93-104.
3. Внесение органических удобрений как один из основных факторов повышения эффективности производства сельскохозяйственных культур / К.И. Алексеев, Е.А. Силко, Б.О. Хашир, С.И. Шкуркин // Экономика российского села: вчера, сегодня, завтра: Труды Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ (24–25 июня 2021 г., Москва)// М.: Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства, 2021. – С. 27-36.
4. Дружинин, И.П. Динамика многолетних колебаний речного стока. / И.П. Дружинин, В.Р. Смага, А.Н. Шевнин. - М.: Наука, 1991. – 176 с.
5. Иваньо, Я.М. Моделирование производства растениеводческой продукции в Боханско-Осинском лесостепном агроландшафтном районе / Я.М. Иваньо, В.В. Цыренжапова // Вестник ИрГСХА. – 2024. – № 120. – С. 15-25.
6. Иваньо, Я.М. О многоэтапных моделях оптимизации структуры посевов / Я.М. Иваньо, М.Н. Полковская // Изв. ИрГСХА. – 2014. – № 1. – С. 121-125.
7. Математические и цифровые технологии оптимизации производства продовольственной продукции. Монография /Я.М. Иваньо [и др.]; под ред. Я.М. Иваньо. - Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, 2021. – 219 с.
8. Миненко, А.В. К определению разницы в эффективности производства сельскохозяйственных культур / А.В. Миненко, М.В. Селиверстов // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник VII национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 1304-1307.
9. Новохацкая, И.А. Анализ динамики производства и прогнозирование урожайности / И.А. Новохацкая // Студенческая наука XXI века. – 2016. – № 3(10). – С. 250-253.
10. Рудой, Е.В. Прогнозирование научно-технологического развития отрасли растениеводства / Е.В. Рудой // Участие аграрных вузов в научно-техническом обеспечении развития сельского хозяйства: Материалы Всероссийского семинара совещания проректоров по научной работе вузов Минсельхоза России, Курск, 26–29 июня 2018 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2018. – С. 48-55.
11. Эффективность производства зерна в сельскохозяйственных организациях / Т.И. Гуляева, О.В. Сидоренко, С.А. Сергеева, Ю.Л. Михайлова // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 4(103). – С. 140-148. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.4.140.

### References

1. Asalkhanov, P.G. et all. Modeli prognozirovaniya urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zadachakh parametricheskogo programmirovaniya [Models for forecasting crop yields in parametric programming problems] Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2017, vol. 21, no. 2 (121), pp. 57-66.
2. Bukhovets, A.G. et all. Prognozirovaniye urozhaynosti zernovykh kul'tur s pomoshch'yu dinamicheskoy modeli normalizovannogo otnositel'nogo indeksa rastitel'nosti, uchityvayushchey

fiziologicheskiye osobennosti razvitiya sel'skokhozyaystvennykh rasteniy [Forecasting the yield of grain crops using a dynamic model of the normalized relative vegetation index, taking into account the physiological characteristics of the development of agricultural plants] Vestnik Voronezhskogo GAU, 2021, no. 3 (70), pp. 93-104.

3. Vneseniye organicheskikh udobreniy kak odin iz osnovnykh faktorov povysheniya effektivnosti proizvodstva sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Application of organic fertilizers as one of the main factors in increasing the efficiency of agricultural crop production] Ekonomika rossiyskogo sela: vchera, segodnya, zavtra, Moscow: Vserossiyskiy NII ekonomiki sel'skogo khozyaystva, 2021, pp. 27-36.

4. Druzhinin, I.P. et all. Dinamika mnogoletnykh kolebaniy rechnogo stoka. [Dynamics of long-term fluctuations in river flow]. Moscow: Nauka, 1991, 176 p.

5. Ivan'o, Ya.M., Tsyrenzhapova, V.V. Modelirovaniye proizvodstva rasteniyevodcheskoy produktsii v Bokhansko-Osinskom lesostepnom agrolandshaftnom rayone [Modeling of crop production in the Bohansko-Osinsky forest-steppe agrolandscape region] Vestnik IrGSKHA, 2024, no. , pp. 15-25.

6. Ivan'o, Ya.M. Polkovskaya, M.N. O mnogoetapnykh modelyakh optimizatsii struktury posevov [On multi-stage models for optimizing crop structure] Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii, 2014, no. 1, pp. 121-125.

7. Matematicheskiye i tsifrovyye tekhnologii optimizatsii proizvodstva prodovol'stvennoy produktsii. Monografiya [Mathematical and digital technologies for optimizing food production] Molodezhnyy: Izd-vo Irkutskiy GAU, 2021, 219 p.

8. Minenko, A.V. Seliverstov, M.V. K opredeleniyu raznitsy v effektivnosti proizvodstva sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [To determine the difference in the efficiency of agricultural crop production] Teoriya i praktika sovremennoy agrarnoy nauki, Novosibirsk: ITS NGAU "Zolotoy kolos", 2024, pp. 1304-1307.

9. Novokhatskaya, I.A. Analiz dinamiki proizvodstva i prognozirovaniye urozhaynosti [Analysis of production dynamics and yield forecasting] Studencheskaya nauka XXI veka, 2016, no. 3(10), pp. 250-253.

10. Rudoy, Ye.V. Prognozirovaniye nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya otrasli rasteniyevodstva [Forecasting the scientific and technological development of the crop production industry] Uchastiye agrarnykh vuzov v nauchno-tekhnicheskom obespechenii razvitiya sel'skogo khozyaystva, Kursk: Kurskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya im. professora I.I. Ivanova, 2018, pp. 48-55.

11. Effektivnost' proizvodstva zerna v sel'skokhozyaystvennykh organizatsiyakh [Efficiency of grain production in agricultural organizations] Vestnik agrarnoy nauki, 2023, no. 4(103), pp. 140-148. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2023.4.140.

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

**Автор несет полную ответственность за изложение материала в статье.**

**Author Contributions.** Author of this study was directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. Author of this article have reads and approves the final version.

**Conflict of Interest.** Author declares no conflict of interest.

**The author bears full responsibility for the presentation of the material in the article.**

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 02.12.2023

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 14.01.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 29.01.2024

### **Сведения об авторе**

Полковская Марина Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования института экономики, управления и прикладной информатики. Область исследований – решение задач оптимального размещения сельскохозяйственных культур с учетом влияния различных производственных, экономических и климатических параметров; разработка математических моделей прогнозирования и планирования производственно-экономических показателей на разных уровнях производства аграрной продукции. Автор более 130 научных работ, в т.ч. 4 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ.

Контактная информация: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный; e-mail: polk\_mn@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9646-1818>.

### **Information about the author**

Marina N. Polkovskaya – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science and Mathematical Modeling of the Institute of Economics, Management and Applied Informatics. The field of research is solving problems of optimal placement of agricultural crops taking into account the influence of various production, economic and climatic parameters; developing mathematical models for forecasting and planning production and economic indicators at different levels of agricultural production. Author of more than 130 scientific papers, including 4 certificates of registration of a computer program.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU. Russia, 664038, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny; e-mail: polk\_mn@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9646-1818>



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-58-69

УДК 634.1.03

Научная статья

## ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ В САДОВОДСТВЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

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

<sup>1</sup>СИФИБР СО РАН, г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского  
п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

**Аннотация.** Адаптационные возможности клоновых подвоев яблони разного географического происхождения представляют потенциальную перспективу для садоводства в южной части Иркутской области. Однако, для более точной оценки их дальнейшего использования, необходимо провести дополнительные исследования и анализ факторов, влияющих на их успешное развитие и рост. В работе была изучена полевая зимостойкость подвоев селекции МичГАУ, Оренбургской ОССиВ и других селекционных учреждений. Все исследования проводились в 2018-2022 гг. на коллекционных участках СИФИБР СО РАН, расположенных в г. Иркутске и Иркутском районе Иркутской области. Изучение подвоев в маточнике и сорто-подвойных комбинаций в саду проводили по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. По результатам однофакторного дисперсионного анализа было установлено достоверное влияния погодных условий на зимостойкость растений клоновых подвоев в полевых условиях. Расчетное значение критерия Фишера превышало табличное ( $F_f 7.03 \geq F_t 1.82$ ). Наименьшая существенная разница для 5% уровня значимости (НСР 05) равен 0.68. Стандартное отклонение (СО) по годам составило от 0 до 1.2 и от 0 до 0.5 в варианте каждого года. Коэффициент вариации (CV) составил 27.18%. В результате оценки клоновых подвоев генотипы Арм-18 и К-2 при возделывании в условиях Иркутской области в период с 2018-2022 гг. были оценены как слабозимостойкие, остальные генотипы были оценены как зимостойкие. К высокозимостойким клоновым подвоям мы отнесли КСЯЯ, Урал, Урал-2, 4-12 и Е-56. Для оценки сорто-подвойных комбинаций несколько генотипов клоновых подвоев были привиты сортами зимостойких яблонь-полукультурок. Все клоновые подвои, используемые для прививки, кроме контроля, клона сибирской ягодной яблони (КСЯЯ) были оценены как зимостойкие, КСЯЯ – высокозимостойкий. Многолетние исследования показали, что основная часть изученных клоновых подвоев перспективна для дальнейшего изучения.

**Ключевые слова:** яблоня, клоновый подвой, полевая зимостойкость, сорто-подвойные комбинации.

**Для цитирования:** Раченко А.М., Раченко М.А., Киселева Е.Н. Потенциальная возможность использования клоновых подвоев яблони в садоводстве Иркутской области. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024;3(122): 58-69. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-58-69.

## THE POTENTIAL USE OF CLONAL ROOTSTOCKS OF APPLE TREES IN HORTICULTURE IN IRKUTSK REGION

<sup>1,2</sup>Anna M. Rachenko, <sup>1,2</sup>Maxim A. Rachenko, <sup>1</sup>Elena N. Kiseleva

<sup>1</sup>Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, *Irkutsk, Russia*

<sup>2</sup>Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

**Abstract.** The adaptive capabilities of clonal rootstocks of apple trees of different geographical origin represent a potential prospect for horticulture in the southern part of Irkutsk region. However, for a more accurate assessment of their further use, it is necessary to conduct additional research and analysis of the factors influencing their successful development and growth. In the work, the field winter hardiness of rootstocks of the MichSAU, Orenburg Experimental Station of Horticulture and Viticulture and other breeding institutions was studied. All studies were conducted in 2018-2022 at the collection sites of the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS located in Irkutsk and the Irkutsk district of Irkutsk region. The study of rootstocks in the queen cell and variety-rootstock combinations in the garden was carried out according to the Program and methodology for variety studies of fruit, berry and nut crops. Based on the results of one-way analysis of variance, a significant influence of weather conditions on the winter hardiness of clonal rootstock plants in field conditions was established. The calculated value of the Fisher criterion exceeded the table one ( $F_t 7.03 \geq F_t 1.82$ ). The smallest significant difference for the 5% significance level (LSR 05) is 0.68. The standard deviation (SD) by year ranged from 0 to 1.2 and from 0 to 0.5 in each year. The coefficient of variation (CV) was 27.18%. As a result of the assessment of clone rootstocks, the genotypes of Arm-18 and K-2 when cultivated under the conditions of Irkutsk region in the period from 2018-2022 were assessed as weakly hardy, the remaining genotypes were assessed as hardy. We attributed the Siberian apple berry clone (SABC), Ural, Ural-2, 4-12 e5 to the highly resistant clone rootstocks. To evaluate the variety-rootstock combinations, several genotypes of clonal rootstocks were grafted with varieties of hardy semi-cultivated apple trees. All clone rootstocks used for grafting, except for the control of SABC, were evaluated as hardy, SABC – highly hardy. Long-term studies have shown that the main part of the studied clonal rootstocks is promising for further study.

**Keywords:** apple tree, clonal rootstock, field winter hardiness, variety-rootstock combinations.

**For citation:** Rachenko A.M., Rachenko M.A., Kiseleva E.N. The potential use of clonal rootstocks of apple trees in horticulture in Irkutsk region. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”* 2024;3(122): 58-69. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-58-69.

**Введение.** Ведение сельского хозяйства в Иркутской области сталкивается с трудными климатическими условиями, особенно для садоводства. Значительные перепады суточных температур, неравномерное количество осадков во время роста растений и короткий безморозный период создают потребность в новых адаптивных культурах и сортах, способных давать высокие урожаи. Для обеспечения местного населения свежими продуктами необходимо развивать плодоводство в регионе. Важной культурой, которую можно рассматривать в качестве промышленной, является яблоня [10]. Однако

не все районы региона подходят для сельского хозяйства. Развитие плодового хозяйства возможно только в южных районах.

В настоящее время в регионе широко используются гибридные сорта яблонь, которые прививаются на семенные подвои яблони ягодной (*Malus baccata*). Однако эти сеянцы отличаются друг от друга, так как каждый имеет свою уникальную генетическую наследственность, которая оказывает особое влияние на привитый сорт [8]. В отличие от этого, клоновые подвои характеризуются генетической однородностью и, следовательно, одинаково влияют на привитые сорта [27]. Однако, замена семенных подвоев на клоновые возможна только при использовании генотипов с повышенной зимостойкостью корневой системы. Исследования показывают, что отбор клонов с корневой морозостойкостью до  $-18^{\circ}\text{C}$  может быть ключом к возможности такой замены [1]. Внедрение клоновых подвоев имеет несколько преимуществ: сокращение времени от получения подвоя до получения урожая, изменение формы плодового дерева (карликовые деревья легче ухаживать), повышение урожайности за счет увеличения количества растений на единицу площади, а также сокращение сроков вступления в плодоношение благодаря взаимодействию привой-подвой.

Существует множество исследований, которые указывают на ряд преимуществ использования слаборослых клоновых подвоев для выращивания яблони. Они характеризуются высокой совместимостью с перспективными сортами яблони, а также обладают высокой морозостойкостью и зимостойкостью корневой системы, которая способна выдерживать до  $-16 - 18^{\circ}\text{C}$ . Кроме того, подвои имеют высокую устойчивость к бактериальному ожогу и способствуют более быстрому началу плодоношения [4, 5, 14].

Внедрение экологически устойчивых, низкорослых клоновых подвоев для яблони будет способствовать развитию интенсивного садоводства в данном регионе. Ученые из различных стран определили основные требования к современному саду, такие как быстрое вступление в плодоношение, сокращение затрат на средства защиты благодаря компактной кроне, окупаемость в течение 4-5 лет, высокая морозостойкость корней (до  $-18^{\circ}\text{C}$ ), снижение затрат на вырубку посадок и регулярный доход [6, 16, 17, 18]. Кроме того, деревья на низкорослых клоновых подвоях лучше приспособлены к почвенно-климатическим условиям своего региона [12]. За более чем столетнюю историю изучения клоновых подвоев в России, современные селекционеры добавили в этот список формы клоновых подвоев, которые также обладают высокой зимостойкостью, устойчивостью к засухе и не требовательны к особенностям почвы [7, 11, 20].

В целом, благодаря своим особенностям, адаптационные возможности клоновых подвоев яблони разного географического происхождения представляют потенциальную перспективу для садоводства в южной части Иркутской области. Однако, для более точной оценки их дальнейшего использования, необходимо провести дополнительные исследования и анализ

факторов, влияющих на их успешное развитие и рост. Это и было **целью настоящей работы.**

**Материалы и методы.** Объектом исследования послужили клоновые подвой селекции МичГАУ (62-396, 54-118, 70-20-20, 70-6-8, 64-143, 62-223), селекции А.П. Апояна (Армянский НИИВиП) (Арм18), подвой эстонской селекции (Е56), селекции Оренбургской ОССиВ (Урал, Урал2, Урал5, 18-7, Б-3-4, 4-12, 8-2, ОБ), селекции Крымской ОСС (К-2). В качестве контроля использовался клон сибирской яблони ягодной (*Malus baccata*) (КСЯЯ).

Все исследования проводились в 2018-2022 гг. на коллекционных участках СИФИБР СО РАН, расположенных в г. Иркутске и Иркутском районе Иркутской области. Тип почвы на участках серая лесная, по гранулометрическому составу – среднесуглинистая.

Маточник клоновых подвоев был заложен на участке в Иркутском районе в 2016 г. Схема посадки 1.0×0.5 м. Было высажено каждой формы от 4 до 7 растений. В маточнике изучали сохранность маточных растений.

Испытания сорто-подвойных комбинаций в плодовом саду были проведены в опытных насаждениях яблони в коллекционном саду СИФИБР СО РАН. В качестве привоев были выбраны хорошо изученные сорта яблонь-полукультурок: “Катюша”, “Превосходное”, “Райское”, “Лада”. Критериями выбора были товарные качества плодов: вкус, длительность хранения, пригодность к переработке [22, 23].

Изучение подвоев в маточнике и сорто-подвойных комбинаций в саду проводили по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [9].

Зимостойкость клоновых подвоев и привитых растений проводили в полевых условиях [15, 21] по 6-ти балльной шкале: 0 – нет признаков подмерзания; 5 – дерево вымерзло полностью. По результатам оценки клоновые подвой распределяют по группам: высокозимостойкие (0-1 балл), зимостойкие (2 балла), среднезимостойкие (3 балла), слабовзимостойкие (4 балла), незимостойкие (5 баллов). Оценка зимнего иссушения включена в общее состояние растений [9].

Статистическую значимость среди клоновых подвоев яблони по морозостойкости и зимостойкости оценивали с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием программы MS Excel. Для варианта подвой-привой зимостойкость оценивали с использованием двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием программы MS Excel. Для двухфакторного опыта: первым фактором (А) приняли влияние подвоя, вторым фактором (В) были приняты влияние привоя. Коэффициент вариации (CV) рассчитывали для оценки изменчивости каждого определяемого признака.

**Результаты и обсуждение.** Для определения способности деревьев выдерживать неблагоприятные зимние условия важно учитывать показатель полевой зимостойкости. Этот показатель зависит от различных факторов, таких

как погодные условия, возраст растений, генотип, урожайная нагрузка и другие. Одной из основных причин повреждения плодовых растений являются погодные условия в регионе исследований. Короткий безморозный период, недостаточное количество положительных температур и продолжительные осадки, которые снижают температуру и способствуют распространению болезней, приводят к неполноценному прохождению вегетационного периода. Недостаточная продолжительность процесса закалки связана с резким понижением температуры в начале октября и оказывает негативное влияние на последнюю фазу листопада. Длительные периоды экстремально низких температур в декабре, январе и феврале (ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ ), а также значительные перепады температур в конце февраля и начале марта (от  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+5^{\circ}\text{C}$ ), вместе с высоким уровнем инсоляции, отраженной от снежного покрова, усиливают негативные последствия холода. Кроме того, частые изменения температур в апреле (от  $+22^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ ) часто приводят к гибели сортов, не обладающих достаточной зимостойкостью.

По результатам однофакторного дисперсионного анализа было установлено достоверное влияния погодных условий на зимостойкость растений клоновых подвоев в полевых условиях. Принимается альтернативная гипотеза (1), т. к. все средние значения отличаются друг от друга.

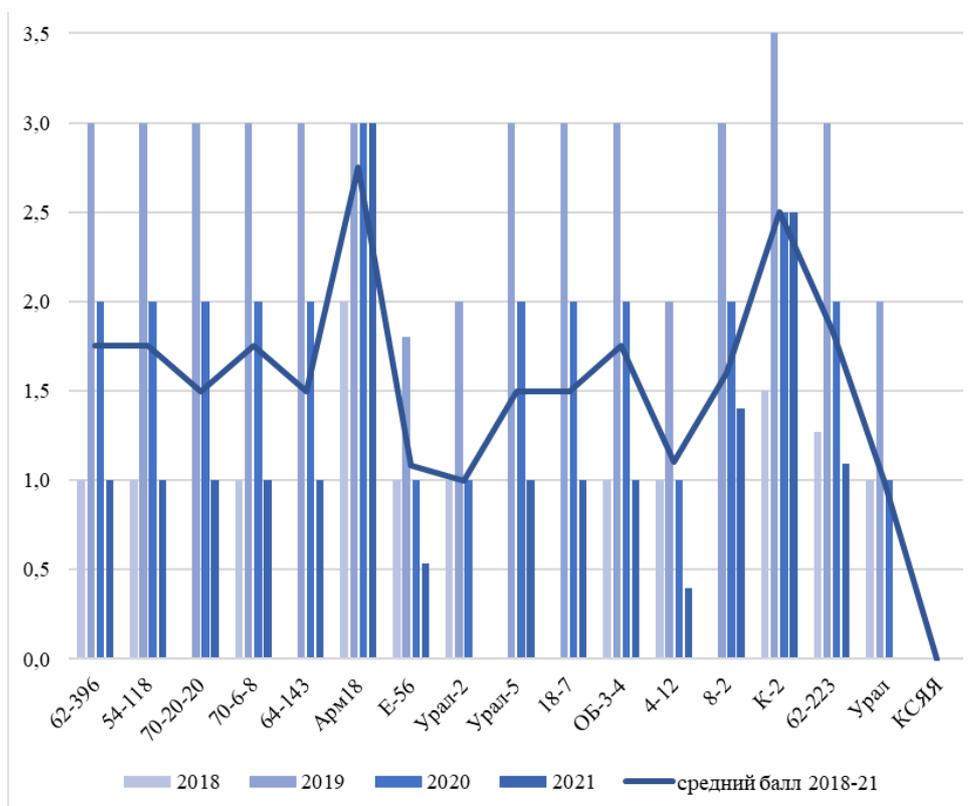


Рисунок 1 – Оценка зимостойкости клоновых подвоев в полевых условиях по годам, балл

Figure 1 – Assessment of the winter hardiness of clonal rootstocks in the field by year, point

Расчетное значение критерия Фишера превышало табличное ( $F_f 7.03 \geq F_t 1.82$ ). Наименьшая существенная разница для 5% уровня значимости (НСР 05) равен 0.68. Стандартное отклонение (СО) по годам составило от 0 до 1.2 и от 0 до 0.5 в варианте каждого года. Коэффициент вариации (CV) составил 27.18%. Сравнивать оценку зимостойкости между генотипами клоновых подвоев и стандартным клоном сибирской ягодной яблони достоверно.

Оценка зимостойкости растений клоновых подвоев показала, что в самый критический по погодным условиям период (2019-2020 гг. ) больше всего пострадали растения клонового подвоя К-2 (балл 3.5), самый высокий балл по зимостойкости за этот период показали растения клоновых подвоев Е-56 (1,8 балла), Урал-2 и Урал (2,0 балла) (рис. В условиях “Оренбургской опытной станции садоводства и питомниководства ВСТИСП” клоновые подвои серии Урал имеют устойчивость к морозам 1-1.5 балла [2, 3, 4]. Остальные генотипы получили 3,0 балла. Самым благоприятным для зимовки растения стал зимний период 2021-2022 гг., только растения клонового подвоя Арм18 показали балл 3,0. Остальные растения по шкале оценки общего состояния растений получили 2,0 и менее балла (рисунок 1)

Таблица 1 — Оценка растений клоновых подвоев по зимостойкости

Table 1 – Assessment of clonal rootstock plants by winter hardiness

| Клоновый подвой | Средний балл 2018-2022 | СО   | Оценка по зимостойкости |
|-----------------|------------------------|------|-------------------------|
| 62-396          | 1.8                    | 0.96 | зимостойкий             |
| 54-118          | 1.8                    | 0.96 | зимостойкий             |
| 70-20-20        | 1.5                    | 1.29 | зимостойкий             |
| 70-6-8          | 1.8                    | 0.96 | зимостойкий             |
| 64-143          | 1.5                    | 1.29 | зимостойкий             |
| Арм18           | 2.8                    | 0.50 | слабозимостойкий        |
| Е-56            | 1.1                    | 0.53 | высокозимостойкий       |
| Урал-2          | 1.0                    | 0.82 | высокозимостойкий       |
| Урал-5          | 1.5                    | 1.29 | зимостойкий             |
| 18-7            | 1.5                    | 1.29 | зимостойкий             |
| ОБ-3-4          | 1.8                    | 0.96 | зимостойкий             |
| 4-12            | 1.1                    | 0.66 | высокозимостойкий       |
| 8-2             | 1.6                    | 1.25 | зимостойкий             |
| К-2             | 2.5                    | 0.82 | слабозимостойкий        |
| 62-223          | 1.8                    | 0.87 | зимостойкий             |
| Урал            | 1.0                    | 0.82 | высокозимостойкий       |
| КСЯЯ            | 0.0                    | 0.00 | высокозимостойкий       |

В результате оценки клоновых подвоев генотипы Арм-18 и К-2 при возделывании в условиях Иркутской области в период с 2018-2022 гг. были оценены как слабозимостойкие, остальные генотипы были оценены как

зимостойкие (табл. 1). К высокозимостойким клоновым подвоям мы отнесли КСЯЯ, Урал, Урал-2, 4-12 и Е-56.

Для успешного возделывания новой культуры важны не только экологические условия, но и правильно подобранная сорто-подвойная комбинация [13]. На второй год клоновые подвои были привиты адаптивными для региона сортами яблонь-полукультурок [26].

Все клоновые подвои, используемые для прививки, кроме контроля (КСЯЯ) были оценены как зимостойкие, КСЯЯ – высокозимостойкий. Деревья сорта “Катюша” во всех вариантах были оценены как высокозимостойкие. Сорт “Райское” на клоновом подвое 70-6-8, 62-396 и КСЯЯ был оценен как высокозимостойкий, на подвоях 70-20-20 и 54-118 оценен как зимостойкий. Сорт “Превосходное” на клоновом подвое КСЯЯ был оценен как высокозимостойкий, на клоновых подвоях 70-20-20 и 62-396 как зимостойкий и на клоновых подвоях 70-6-8 и 54-118 как среднезимостойкий. Сорт “Лада” во всех вариантах был оценен как зимостойкий (рис. 2).

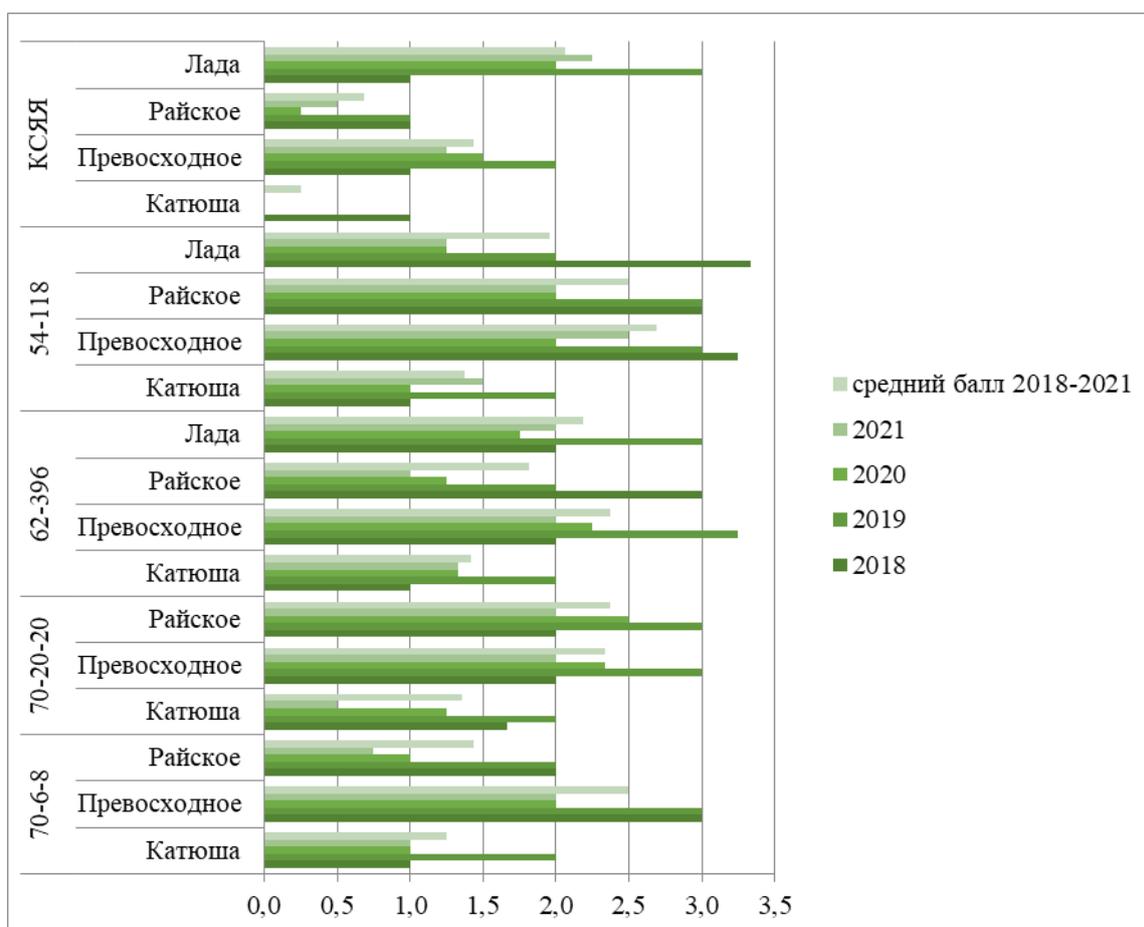


Рисунок 2 – Оценка зимостойкости привитых деревьев по годам, балл

Figure 2 – Assessment of clonal rootstock plants by winter hardiness

Дисперсионный анализ для двухфакторного опыта, в котором первым фактором (А) приняты влияние подвоя, вторым фактором (В) были приняты влияние привоя показал значимость влияния обоих факторов, расчетное значение критерия Фишера превышало табличное (для фактора А  $F_{ф} 30.08 \geq F_{т} 2,68$ ; для фактора В  $F_{ф} 22.48 \geq F_{т} 2.26$ ). Детерминация фактора А указывает, что зимостойкость привитого растения на 63.52 % зависит от фактора А. Детерминация фактора В показала зависимость от фактора на 32,89 %. Детерминация АВ составила 98.37%. Стандартное отклонение (СО) между годами составило от 0.4 до 0.9 и от 0 до 0.5 в варианте каждого года.

**Заключение.** Многолетнее изучение полевой зимостойкости клоновых подвоев показало, что основная часть изученных генотипов оценены как зимостойкие и перспективны для дальнейшего изучения. Исследования позволили нам выделить наиболее ценные клоновые подвои для Южного Предбайкалья: Е56, Урал, Урал 2, 4-12 и КСЯЯ.

**Благодарности.** Работа выполнена на оборудовании ЦКП "Биоаналитика" с использованием коллекций ЦКП "Биоресурсный центр" СИФИБР СО РАН г. Иркутск

#### Список литературы

1. Азаров, О.И. Перспективные клоновые подвои яблони Волго-Уральского региона / О.И. Азаров, Е.З. Савин, Л.Г. Деменина // Вестник ОГУ. - 2015. - №1 (176). - С. 120-123. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-klonovye-podvoi-yablони-volgo-uralskogo-regiona>.
2. Мурсалимова, Г.Р. Интродукция генофонда клоновых подвоев и его использование при модернизации сортимента Приуралья / Г.Р. Мурсалимова // Изв. Оренбургского ГАУ. - 2014. - С. 149-152. <https://cyberleninka.ru/article/n/introduktsiya-genofonda-klonovyh-podvoev-i-ego-ispolzovanie-pri-modernizatsii-sortimenta-priuralya/viewer>.
3. Мурсалимова, Г.Р. Клоновые подвои яблони селекции Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства / Г.Р. Мурсалимова // Современное садоводство – Contemporary horticulture. - 2019. - №2 - С. 27-34. DOI: 10.22411/2312-6701-2019-10205.
4. Мурсалимова, Г.Р. Перспективный сорт слаборослого подвоя / Г.Р. Мурсалимова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2016. - С. 56-58. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnyy-sort-slaboroslogo-podvoya>.
5. Мурсалимова, Г.Р. Селекционная оценка подвоев яблони селекции оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства на комплекс хозяйственно-ценных признаков растений / Г.Р. Мурсалимова, Е.А. Иванова, М.А. Тихонова, Е.П. Стародубцева, А.А. Мушинский, Ф.К. Джураева // Бюлл. Оренбургского НЦ УрО РАН (электронный журнал). - 2014. - № 4. - С. 1-8. <https://cyberleninka.ru/article/n/selektionnaya-otsenka-podvoev-yablони-seleksii-orenbugskoy-opytnoy-stantsii-sadovodstva-i-vinogradarstva-na-kompleks-hozyaystvenno>.
6. Ожерельева, З.Е. Морозостойкость яблони на карликовых подвоях / Н.Г. Красова, А.М. Галашева // Современное садоводство. - 2016. - 2. - С. 35-43. <https://cyberleninka.ru/article/n/morozostoykost-yablони-na-karlikovyh-podvoyah>.
7. Пономаренко, В.В. Генетические ресурсы яблони России как исходный материал для селекции подвоев / В.В. Пономаренко, К.В. Пономаренко // Достижения науки и инновации в садоводстве // Матер. междунар. науч.-практ. конф. // Мичуринск: Изд-во МичГАУ. - 2009. - С. 43-46.
8. Поух, Е.В. Оценка интродуцированных клоновых подвоев яблони в маточнике в южной зоне плодородия Республики Беларусь / Е.В. Поух // Вестник БарГУ. Серия: Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. - 2019. - Вып. 7. - С. 124-129. [https://barsu.by/vestnik/Download/bio\\_7\\_124.pdf](https://barsu.by/vestnik/Download/bio_7_124.pdf).

9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. (Под общей редакцией академика РАСХН Е.Н. Седова и д. с/х. н. Т.П.Огольцовой). - Орел: Изд-во Всеросс. НИИ селекции плодовых культур, 1999. - 608 с.
10. 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. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_19055135\\_16742532.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_19055135_16742532.pdf).
11. Савин, Е.З. Выход клоновых подвоев яблони в зависимости от повреждения маточных кустов морозами в степных условиях Южного Урала / Е.З. Савин, Г.Р. Мурсалимова, О.Е. Мережко // Проблемы садоводства в Среднем Поволжье//Сб. тр. //Самара: Изд-во АС-ГАРД, 2011. - С. 234-244.
12. Савин, Е.З. Результаты селекции клоновых подвоев яблони в условиях Среднего Поволжья / Е.З. Савин, Т.В. Березина, О.И. Азаров, Л.Г. Деменина // Инновационные тенденции и сорта для устойчивого развития современного садоводства Сб. тр. //Самара: Изд-во АС-ГАРД, 2015. - С.196-230.
13. Савин, Е.З. Размножение подвоев плодовых культур и выращивание саженцев в национально парке “Бузулукский бор” / Е.З. Савин, Т.В. Березина, Е.К. Логинчев // Вестник Оренбургского ГУ. - 2018. - № 3(215). - С. 120-127. DOI: 10.25198/1814-6457-215-120.
14. Трунов, Ю.В. Перспективные клоновые подвои яблони для интенсивных садов. / Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, Р.В. Папихин, М.Л. Дубровский, И.Н. Шамшин // Садоводство и виноградарство. - 2020. - 2. - С. 34-40. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-2-34-40>
15. Bittenbender, H. C. Adaptation of the Spearman-Kärber Method for Estimating the T50 of Cold Stressed Flower Buds / H. C. Bittenbender, S. Gordon, Jr. Howell // American Society for Horticultural Science. - 1974. - P.187–190. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.99.2.187>
16. Di Vaio, C. Effect of interstock (M.9 and M.27) on vegetative growth and yield of apple trees (cv “Annurca”) / C. Di Vaio, C. Cirillo, M. Buccheri, F. Limongelli // Sci. Hortic. - 2009. - Vol.119. - №3. - P.270-274. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.019>
18. Evans, K.M. Development of a new apple rootstock framework map / K.M. Evans, F. Fernández-Fernández, C.L. Govan, J.B. Clarke, K.R. Tobutt // Acta Hort. - 2011. - № 903. - P. 69-74. DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.903.4
19. Fazio, G. Implementation of molecular marker technologies in the apple rootstock breeding program in Geneva -challenges and successes / G. Fazio, H.S. Aldwinckle, T.L. Robinson, Y. Wan // Acta Hort. - 2011. - № 903. - P. 61-68. DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.903.3
20. Ikase, L. Evaluation results of Finnish apple rootstocks In Latvia / L. Ikase, E. Rubauskis, Z. Rezgale // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. 2017. Vol. 71. № 3 (708). P. 132–136. DOI: <https://doi.org/10.1515/prolas-2017-0023>
21. Lisek, J. Frost damage of buds on one-year-old shoots of wine and table grapevine cultivars in Central Poland following the winter of 2008-2009 / J. Lizek // Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. - 2009. - 17(2). - P. 149-161. [https://www.inhort.pl/files/journal\\_pdf/journal2009\\_2/full115%202009\(2\).pdf](https://www.inhort.pl/files/journal_pdf/journal2009_2/full115%202009(2).pdf)
25. Rachenko, M.A. The fruit of Siberian apple varieties as raw material for juice production / M.A. Rachenko, G.S. Gusakova, A.I. Nemchinova, A.M. Rachenko, E.G. Khudonogova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 421 (2020) 032022 doi:10.1088/1755-1315/421/3/032022.
26. Rachenko, M.A. Adaptation capabilities of apple trees in the Southern Baikal region M.A. Rachenko, A.M. Rachenko // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 677 (2021) 052065 doi:10.1088/1755-1315/677/5/052065
27. Wang, Jian A New Function of MbIAA19 Identified to Modulate Malus Plants Dwarfing Growth / Jian Wang, Li Xue, Xiao Zhang, Yali Hou, Ke Zheng, Dongxu Fu, Dong Wenxuan // Plants. - 2023. - 12(17). - P. 3097. <https://doi.org/10.3390/plants12173097>

30. Wrona D. Comparison of 18 rootstocks for apple tree cv. Elise in V. planting system / D. Wrona, A. Sadowski // Scientific works of the Lithwanian Institute of Horticulture and Lithwanian University of Agriculture. Babtae. 2006. № 25 (3). P. 144-150.

### References

1. Azarov, O.I. et al. Perspektivnye klonovye podvoi yabloni Volgo-Ural'skogo regiona [Promising clone rootstocks of the Volga-Uralsky apple tree]. Vestnik OGU, 2015, no.1 (176), pp. 120-123. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-klonovye-podvoi-yabloni-volgo-uralskogo-regiona>.

2. Mursalimova, G.R. Introdukciya genofonda klonovyh podvoev i ego ispol'zovanie pri modernizacii sortimenta Priural'ya [Introduction of the gene pool of clonal rootstocks and its use in the modernization of the Priuralian assortment]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2014, pp. 149-152. <https://cyberleninka.ru/article/n/introduktsiya-genofonda-klonovyh-podvoev-i-ego-ispolzovanie-pri-modernizatsii-sortimenta-priuralya/viewer>.

3. Mursalimova, G.R. Klonovye podvoi yabloni selekcii Orenburgskoj opytnoj stancii sadovodstva i vinogradarstva [Clone rootstocks of apple trees of the Orenburg experimental station of horticulture and viticulture]. Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture, 2019, no.2, pp. 27-34. DOI: 10.22411/2312-6701-2019-10205.

4. Mursalimova, G.R. Perspektivnyj sort slaboroslogo podvoya [A promising variety of low-growing rootstock]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - S. 56-58. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnyj-sort-slaboroslogo-podvoya>.

5. Mursalimova, G.R. et al. Selekcionnaya ocenka podvoev yabloni selekcii orenbugskoj opytnoj stancii sadovodstva i vinogradarstva na kompleks hozyajstvenno-cennyh priznakov rastenij [Selection assessment of apple rootstocks of the Orenburg experimental station of horticulture and viticulture for a complex of economically valuable plant traits]. Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo centra UrO RAN (elektronnyj zhurnal), 2014, no. 4, pp. 1-8. <https://cyberleninka.ru/article/n/selekcionnaya-otsenka-podvoev-yabloni-selekcii-orenbugskoy-opytnoj-stantsii-sadovodstva-i-vinogradarstva-na-kompleks-hozyaystvenno>.

6. Ozherel'eva, Z.E. et al. Morozostojkost' yabloni na karlikovyh podvoyah [Frost resistance of apple trees on dwarf rootstocks]. Sovremennoe sadovodstvo, 2016, no. 2, pp. 35-43. <https://cyberleninka.ru/article/n/morozostoykost-yabloni-na-karlikovyh-podvoyah>.

7. Ponomarenko, V.V., Ponomarenko, K.V. Geneticheskie resursy yabloni Rossii kak iskhodnyj material dlya selekcii podvoev [Genetic resources of Russian apple trees as a source material for rootstock breeding]. Michurinsk: Izd-vo MichGAU, 2009, pp. 43-46.

8. Pouh, E.V. Ocenka introducirovannyh klonovyh podvoev yabloni v matochnike v yuzhnoj zone plodovodstva Respubliki Belarus' [Assessment of introduced clone rootstocks of apple trees in the queen tree in the southern fruit growing zone of the Republic of Belarus]. Vestnik BarGU. Seriya: Biologicheskie nauki. Sel'skohozyajstvennye nauki, 2019, no. 7, pp. 124-129. [https://barsu.by/vestnik/Download/bio\\_7\\_124.pdf](https://barsu.by/vestnik/Download/bio_7_124.pdf).

9. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur [The program and methodology of variety studies of fruit, berry and nut crops]. Orel: Izd-vo Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta selekcii plodovyh kul'tur, 1999, 608 p.

10. Rachenko, M.A. et al. Perspektivy promyshlennogo sadovodstva v YUzhnom Predbajkal'e [Prospects of industrial gardening in the Southern Pre-Baikal region]. Vestnik RASKHN, 2013, no. 3, pp.18-21. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_19055135\\_16742532.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_19055135_16742532.pdf).

11. Savin, E.Z. et al. Vyhod klonovyh podvoev yabloni v zavisimosti ot povrezhdeniya matochnykh kustov morozami v stepnyh usloviyah YUzhnogo Urala [The yield of clonal apple tree

rootstocks depending on frost damage to mother bushes in the steppe conditions of the Southern Urals]. «Problemy sadovodstva v Srednem Povolzh'e»: sb. tr. Samara, 2011, pp. 234-244.

12. Savin, E.Z. et al. Rezul'taty selekcii klonovyh podvoev yabloni v usloviyah Srednego Povolzh'ya [The results of breeding clonal rootstocks of apple trees under conditions of the Middle Volga region]. Samara: Izd-vo "AS-GARD", 2015, pp.196-230.

13. Savin, E.Z. et al. Razmnozhenie podvoev plodovyh kul'tur i vyrashchivanie sazhencev v nacional'no parke «Buzulukskij bor» [Propagation of rootstocks of fruit crops and cultivation of seedlings in the "Buzuluksky Bor" National Park]. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2018, no. 3(215), pp. 120-127. DOI: 10.25198/1814-6457-215-120.

14. Trunov, YU.V. et al. Perspektivnye klonovye podvoi yabloni dlya intensivnyh sadov [Promising clone rootstocks of apple trees for intensive gardens]. Sadovodstvo i vinogradarstvo, 2020, no. 2, pp. 34-40. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-2-34-40>

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Авторы несут полную ответственность за изложение материала в статье.**

**Author Contributions.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

**The authors are fully responsible for the presentation of the material in the article.**

#### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 18.01.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 10.02.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 18.03.2024

#### **Сведения об авторах**

Киселева Елена Николаевна - ведущий инженер отдела Прикладных и экспериментальных разработок Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук. Область исследований - садоводство, пловодство, селекция ягодных культур. Автор более 10 публикаций, рецензируемых в РИНЦ, Scopus, Web of Science.

**Контактная информация:** СИФИБР СО РАН, 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132, e-mail: elenasolya@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4267-5829>.

Раченко Анна Максимовна - магистрант агрономического факультета. Область исследований - садоводство, пловодство. Автор более 20 публикаций, рецензируемых в РИНЦ, Scopus, Web of Science.

**Контактная информация:** Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (ИрГАУ им. А.А. Ежевского), Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5568-4938>.

Раченко Максим Анатольевич - доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физиолого-биохимической адаптации растений, заведующий отделом прикладных и экспериментальных разработок. Область исследований - садоводство, пловодство, физиология устойчивости растений к экстремальным температурам, селекция плодовых культур. Автор более 100 публикаций, рецензируемых в РИНЦ, Scopus, Web of Science. Раченко М.А., Раченко А.М.... Биохимический состав плодов яблонь-полукультурок... 7Ю7- ь mn-44 я? Научно-практический журнал "Вестник ИрГСХА" ' Scientific and practical journal "Vestnik IrGSHA" 51

**Контактная информация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук (СИФИБР СО РАН), 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132, e-mail: bigmks73@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7644-7771>.

### Information about authors

Elena N. Kiseleva - Leading Engineer of the Department of Applied and Experimental Developments of the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. The field of research is horticulture, fruit growing, breeding of berry crops. Author of more than 10 publications reviewed in the RSCI, Scopus, Web of Science.

**Contact information:** SIPPB SB RAS, 132 Lermontov St., Irkutsk, 664033, Russia, e-mail: elenasolya@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4267-5829>.

Anna M. Rachenko - master Agronomy. Field of research - horticulture, fruit growing. Author of more than 20 publications reviewed in the RSCI, Scopus, Web of Science.

**Contact information:** Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (FSBEI HE IrSAU named after A.A. Ezhevsky), RF, Pos. Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, 664038, Russia, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5568-4938>.

Maxim A. Rachenko - Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher at the Laboratory of Physiological and Biochemical Adaptation of Plants, Head of the Department of Applied and Experimental Developments. The field of research is horticulture, fruit growing, physiology of plant resistance to extreme temperatures, selection of fruit crops. Author of more than 100 publications reviewed in the RSCI, Scopus, Web of Science.

**Contact information:** Federal State Budgetary Institution of Science Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS (SIPPB SB RAS), 132 Lermontov St., Irkutsk, 664033, Russia, e-mail: bigmks73@rambler.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7644-7771>.



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-70-82

УДК 504.052:636.083.314 (282.256.341)

Научная статья

## АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ С ЕЕ ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ И РЕКРЕАЦИОННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОСТРОВА ОЛЬХОН

<sup>1</sup>О.В. Рябинина, <sup>1</sup>Е.А. Пономаренко, <sup>2</sup>О.Г. Лопатовская

<sup>1</sup>Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, *Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

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

**Аннотация.** В течение последних десятилетий повысился интерес россиян к географии своей страны и родного края. Туризм стал одной из наиболее динамично развивающихся индустрий, имеющей огромное значение для экономического развития краев и областей. Общение с природой восстанавливает физическое и психическое здоровье человека, способствует его эмоциональному подъему. Влияние окружающей среды на здоровье человека довольно существенно, в значительной степени оно зависит и от природы в целом, поэтому рекреация в настоящее время является существенным потребителем природной среды. Это в полной мере относится к побережьям Байкала. Как туристический объект, озеро становится все более и более популярным среди россиян и иностранных туристов. В 2021 году Байкал посетили 1.1 млн. туристов. Согласно прогнозам специалистов, к 2024 году озеро только со стороны Иркутской области увидят 3.0 млн. человек [27]. Распределение туристических потоков на побережье озера неравномерно. Со стороны Иркутской области, в связи с относительной доступностью, особенно бурно развивается рекреационная деятельность на побережье Малого моря и острова Ольхон. Особенность данной территории заключается в том, что она входит в состав Прибайкальского национального парка и любое воздействие отдыхающих, даже минимальное, влечет за собой изменение почвенного и растительного покрова. В статье рассматриваются природные особенности Ольхона, его ландшафты, археологические артефакты, физические и химические показатели почвенного покрова западного побережья острова в местах наиболее доступных для посещения туристов.

**Ключевые слова:** Ольхон, природные ландшафты, туризм, свойства почвы, противоэрозионная устойчивость

**Для цитирования:** Рябинина О.В., Пономаренко Е.А., Лопатовская О.Г. Анализ взаимосвязи физико-химических свойств почвы с ее противоэрозионной устойчивостью и рекреационными возможностями западного побережья острова Ольхон. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024; 3 (122): 70-82. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-70-82.

## ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL WITH ITS ANTI-EROSION STABILITY AND RECREATIONAL CAPABILITIES OF THE WEST COAST OF OLKHON ISLAND

Olga V. Riabinina, Elena A. Ponomarenko, Olga G. Lopatovskaya

<sup>1</sup>Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

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

**Abstract.** Over the past decades, the interest of Russians in the geography of their country and native land has increased. Tourism has become one of the most dynamically developing industries, which is of great importance for the economic development of territories and regions. Communication with nature restores physical and mental health of a person, contributes to his emotional uplift. The impact of the environment on human health is quite significant, to a large extent it also depends on nature in general, so recreation is currently a significant consumer of the natural environment. This fully applies to the shores of Lake Baikal. As a tourist destination, the lake is becoming more and more popular among Russians and foreign tourists. In 2021, 1.1 million tourists visited Baikal. According to experts' forecasts, by 2024, 3.0 million people will see the lake only from the Irkutsk region [26]. The distribution of tourist flows on the coast of the lake is uneven. On the part of the Irkutsk Oblast, due to relative accessibility, recreational activities on the coast of the Small Sea and Olkhon Island are developing especially rapidly. The peculiarity of this territory is that it is part of the Pribaikalsky National Park and any impact of vacationers, even minimal, entails changes in the soil and vegetation cover. The article deals with the natural features of Olkhon, its landscapes, archaeological artifacts, physical and chemical indicators of the soil cover of the western coast of the island in the places most accessible to tourists.

**Keywords:** Olkhon, natural landscapes, tourism, soil properties, erosion resistance

**For citation:** Ryabinina O.V., Ponomarenko E.A., Lopatovskaya O.G. Analysis of the relationship of the physical and chemical properties of the soil with its anti-erosion stability and recreational capabilities of the west coast of Olkhon island. *Scientific and practical journal “VestnikIrGSHA”*. 2024; 3 (122): 70-82. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-70-82.

**Введение.** Последнее десятилетие повысился интерес россиян к географии своей страны и родного края, и туризм стал одной из наиболее востребованных и активно развивающихся индустрий, имеющий важное значение для экономического развития территорий. Появилось понимание того, что общение с природой восстанавливает психическое и физическое здоровье людей, данное им не только от рождения природой, но и теми условиями, в которых они живут.

Все это в полной мере относится к Байкалу и прилегающим к нему побережьям. Байкал – это не только природное сокровище России, это достояние всего человечества, поэтому его охрана и мониторинг территорий, его окружающих, является важной государственной задачей. Как

туристический объект, озеро с каждым годом становится все более и более популярным среди туристов, путешественников и отдыхающих. Так, к сентябрю 2021 года Иркутскую область, а, следовательно, Байкал посетили 1.1 млн. туристов, и эта цифра была ниже до пандемийных показателей.

Согласно прогнозам специалистов, к 2024 году Байкал только со стороны Иркутской области увидят 3.0 млн. человек [27]. Учитывая хорошее качество асфальтированной дороги и относительно небольшое расстояние от г. Иркутска до МРС (Маломорская Рыболовецкая Станция) - 254 км, самого крупного в этой части Байкала транспортного узла, осуществляющего паромную переправу на остров Ольхон, основное направление туристического потока отдыхающих сосредоточится на побережье Малого моря (бур. Нарин далай). Это континентальная часть, прилегающая к Малому Моря, и на самом крупном острове озера – Ольхоне, расположенном в центральной котловине Байкала, недалеко от максимальной отметки глубины озера (1642 м). Остров представляет собой отделившееся ответвление Приморского хребта площадью 730 км<sup>2</sup>, вытянувшегося на 72 км почти параллельно материковому склону [22].

Туризм становится приоритетным направлением экономического развития всего Ольхонского района. Для рекреантов Ольхон интересен своими природными ландшафтами, удобными многочисленными бухтами с невысокими и некрутыми берегами, местами имеющими даже равнинный характер, культурным, историческим наследием. На Ольхоне произрастает реликтовый ижимейский ельник, сохранившийся с ледникового периода. На маломощном слое плодородной почвы с трудом цепляются своими корешками хрупкие растения, среди них эндемики острова - вика ольхонская (*Vicia olchonensis*), астрагал ольхонский (*Astragalus olchonensis*) и более скромные представители растительного мира [29]. В районе Малого моря (на островах и северо-востоке Ольхона) находятся небольшие лежбища байкальской нерпы (*Pusa sibirica*). В скальных останцах и в россыпях камней в пределах реликтовых степей Ольхона и прилегающей материковой части байкальской котловины можно встретить ольхонскую полевку (*Alticola olchonensis*), весь ареал распространения которой находится в пределах территории Прибайкальского национального парка [28]. В южной части острова не исключена вероятность встречи с монгольской жабой (*Pseudepidalea raddei*) или узорчатым полозом (*Elaphe dione*), занесенными в Красную книгу Иркутской области, как виды, находящиеся под угрозой исчезновения (1 и 2 категория редкости) [21].

Вся территория Ольхона относится к особо охраняемым землям Прибайкальского национального парка, созданного для сохранения природы. В научных работах [2, 8, 18], посвященных Ольхону, отмечается уникальная флора, фауна, богатое культурное и историческое наследие этого уголка Байкала, освещаются вопросы освоения рекреационного потенциала острова, проблемы, связанные с высокими нагрузками в летний сезон, так как основной поток туристов (свыше 90%) приходится именно на этот период.

Антропогенное влияние воздействует на все компоненты биоконплексов: почвы, растительность, популяцию наземных животных, птиц, амфибий, рептилий и речных обитателей. Частично негативное воздействие на окружающую природу можно уменьшить за счет использования стационарных объектов рекреации, принадлежащих организациям, предприятиям, учреждениям, частным лицам. Однако проблема заключается в том, что общая вместимость баз отдыха значительно меньше общего потока отдыхающих, и большая часть посещающих остров являются неорганизованными автотуристами [18].

**Цель** - пополнить базу данных о химических, физических показателях почвенного покрова западного побережья острова Ольхон в местах наибольшего скопления рекреантов.

**Материал и методы.** Полевые исследования были проведены в летний период 2019 г. и 2021 г. на двадцати одной мониторинговой площадке. Почвенные образцы отбирались с глубины 0-20 см, в дальнейшем они изучались в лаборатории агрономического факультета по общепринятым методикам. Три образца взяты на мысе Хужирский, два - на мысе Хужиртуй, по одному образцу - на мысах Хунгай, Гыхтэ, Будун, Харалдай, Харанцы, Елгай, Тодакский, возле заливов Тогай, Улан Хушинского, Баян Шунгэн, Сарайского, Шибетского, Карагойская Губа, Хул, озер Ханхой и Нурское, в бухте Базарной, в лесу возле Нюрганской Губы. Мыс Хужирский находится вблизи посёлка городского типа Хужир, численность постоянных жителей которого на 1 ноября 2023 г. составила 1403 человек. В Хужире расположено основное количество турбаз, гостевых домов, кемпингов. В частном секторе, за счет сокращения площадей под огороды, ежегодно увеличивается число домиков для отдыхающих [16]. В 2.5 км к юго-западу от мыса Хужирский находится мыс Хужиртуй [15]. В средней части западного побережья острова расположены мыс Елгай с одноименной бухтой, Хунгай (Хунгы), озеро Ханхой (Елгай, Ялга, Холай-Нур), отделяющееся от Байкала песчаной косой шириной от 30 до 50 м, мыс Будун, к северу от которого простирается залив Улан Хушинский, к югу - залив Баян-Шунген. Мыс Харанцы (Харанса) отделяет Сарайский залив от бухты Харанцы, которая находится северо-восточнее мыса. На юго-западной оконечности Ольхона соединяется протокой с заливом Загли озеро Нурское (Загли-Нур). При повышении уровня воды в Байкале, протока исчезает, и озеро сливается с заливом.

На всех вышеперечисленных участках обнаружены артефакты, возраст которых датируется от I тыс. лет до н.э. до XIX в. [9, 10, 14, 17]. В 2 км от поселка Сахюрта, недалеко от паромной переправы, проложенной через пролив Ольхонские ворота, расположена песчаная бухта Базарная – одно из самых теплых мест Байкала, в которой вода прогревается до 20<sup>0</sup>C [20]. На севере бухта ограничена полуостровом, заканчивающимся мысом Гыхтэ. В южной

оконечности острова простирается крупный залив Хул протяженностью 4 км, включающий несколько мысов и небольших бухточек [5].

В средней части западного побережья острова находится Шибетский залив, ограниченный с северо-запада Шибетским мысом. Одним из самых живописных заливов средней части западного побережья Ольхона является Нюрганская Губа, находящийся в 20 км севернее поселка Хужир. Вдоль залива протянулся широкий песчаный пляж с самыми высокими на всем западном побережье Байкала дюнами, протяженностью около 7 км. Здесь растут *Astragalus olchonensis*, сосны и лиственницы с обнаженными корнями (ходульные деревья) [1]. Залив Улан-Хушинский или залив Будун, располагается между мысами Будун и Нюрганский. Песчаный пляж залива ограничен редким лиственничным лесом, в котором расположены многочисленные туристические стоянки [4]. В средней части западного побережья острова, на севере более крупной бухты Харанцы, между мысами Харалдай (на юге) и Будун (на севере) простирается залив Баян-Шунген [3]. В бухте Харанцы находится подверженный смыванию и осыпанию мыс Харалдай, сложенный рыхлым материалом, вследствие чего предполагается, что со временем перешеек мыса будет размыт, и мыс превратится в остров [12, 13]. На побережье Сарайского залива, расположенного между поселками Хужир и Харанцы, находится Сарайский пляж – самый большой песчаный пляж на всем острове, протяженностью почти 3 км, шириной на отдельных участках до 1 км, плавно переходящий в хвойный лес [25].

**Результаты и обсуждение.** Накоплен большой материал, показывающий тесную связь между гидротермическими условиями, физико-химическими свойствами почвы, количеством, составом органического материала, поступающего в почву и процессами гумусонакопления. Ольхон отличается самым сухим в Прибайкалье климатом: недостаточно-влажным, с умеренно-теплым летом, коротким безморозным периодом (120-135 дней), суровой малоснежной зимой, способствующей промерзанию пород глубже 3 м. Атмосферное увлажнение недостаточное – индекс сухости в год не превышает 1.0, т.е. дожди выпадают редко, количество осадков соответствует норме для полупустынной зоны. Значения суммарной солнечной радиации высокие (4400 МДЖ/М за год), соответствующие обилию солнечных дней на Черноморском побережье Кавказа. Сочетание высокой температуры с низкой относительной влажностью воздуха вызывает возникновение ветров северо-западного направления, среди которых дуют такие мощные, как Горный (Горняк) и Сарма. Скорость последнего обычно достигает 40 м/с, может достигать до 60 м/с. На Ольхоне число дней с ветром, дующим со скоростью 15 м/с, и в теплый, и в холодный период составляет 10-15 раз в год [7, 23, 24]. В северо-западной, центральной, юго-западной частях острова на гипсометрических отметках рельефа 460-675 м над уровнем моря, произрастает степная, низкорослая и изреженная растительность. Флористический состав степных сообществ в основном представлен типчаково-тонконоговыми, мятликово-

типчаковыми, вострецово-типчаковыми и ковыльно-житняковыми сообществами [6, 18, 26]. Под действием вышеперечисленных факторов, на острове формируются почвы с маломощным гумусовым горизонтом и незначительным содержанием гумуса. Из двадцати одного исследованного образца в десяти (47.6%) содержание гумуса было очень низким (мысы Хужирский в 40 м от водоема, Харанцы, Елгай, возле озер Ханхой и Нурское, в лесу около залива Нюрганская Губа, заливов Улан Хушинский, Баян Шунгэн, Шибетский, Хул) – от 0.31 до 1.51%; в девяти (42.8%) – низким (мысы Хужирский в 20, 50 м от водоема, Хужиртуй в 40 и 50 м от водоема, Хунгай, Гэхтэ, Харалдай, заливов Тогай, в бухте Базарная) – от 2.84 до 3.79% и только в двух (9.5%) – средним (мыс Будун, бухта Сарайского залива), соответственно 4.45 и 5.80%.

Реакция почвенного раствора в образцах варьировала в широком диапазоне – от слабокислой (6.12) на побережье Сарайского залива, до сильнощелочной на мысе Харанцы (8.87) и возле озера Нурское (9.93). Преобладала слабощелочная (7.02-7.38), и щелочная реакция (7.54-8.29), она была в двенадцати образцах (57.1%). Анализ суммы обменных оснований показал, что в шестнадцати образцах (76.2%) их содержание было очень высоким; возле залива Тогай – высоким; в четырех образцах (мыс Хужирский, один образец на мысе Хужиртуй) – повышенным. Степень насыщенности почвы обменными основаниями, за исключением одного образца, отобранного возле Сарайского залива, была очень высокой – от 91.1 до 100%.

Оценка гранулометрического состава и степени каменистости показала, что преобладали сильнокаменистые почвы легкого гранулометрического состава (таблица 1).

Из двадцати одного образца четырнадцать отнесены к супеси (66.7%), три – к среднему суглинку (14.3%), по одному образцу – к тяжелому суглинку и песку связному (9.5%). Следует отметить, что количество обломков пород размером более 3 мм в девятнадцати образцах варьировало от 11.1 до 77.7%, т.е. различия между минимальным и максимальным содержанием камней в сильнокаменистых почвах отличались в 7 раз. Известно, что противоэрозионная устойчивость почвы зависит от целого ряда факторов, в том числе от структуры почвы (табл.2).

Гранулометрический состав, структурность, прежде всего, водопрочность, являются важнейшими показателями, во многом определяющими развитие эрозионных процессов. К природным условиям, способствующим развитию дефляции, можно отнести низкую влажность верхнего слоя почвы, легкий гранулометрический состав и плохую оструктуренность. Результаты сухого рассева показали, что только семь (33.3%) образцов, по содержанию в них агрегатов размером от 0.25 до 10 мм, могут быть отнесены к хорошему структурному состоянию, восемь (38.1%) – к удовлетворительному, шесть (28.6%) – к неудовлетворительному. Однако более значимым показателем в оценке структурного состояния почвы следует считать водопрочность.

Исходя из полученных данных, можно заключить, что в тринадцати (61.9%) из двадцати одного образца структурное состояние было плохим, в семи (33.3%) – неудовлетворительным и только у одного образца (4.8%) – удовлетворительным. Вероятность развития эрозионных процессов, исходя из природных условий и свойств самой почвы, практически на всех участках сильная.

Таблица 1 – Гранулометрический состав и степень каменистости

Table 1 - Granulometric composition and degree of rockiness

| Место отбора образца             | Содержание, %      |                     | Название почвы по гранулометрическому составу | Степень каменистости |                  |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|---|----------------------|------------------|
|                                  | “физической” глины | ”физического” песка |   | %                    | оценка           |
| Мыс Хужирский (20 м от водоема)  | 12                 | 88                  | супесь  | 22.7                 | сильнокаменистая |
| Мыс Хужирский (40 м от водоема)  | 16                 | 84                  | супесь  | 23.4                 | сильнокаменистая |
| Мыс Хужирский (50 м от водоема)  | 32                 | 68                  | средний суглинок                              | 13.2                 | сильнокаменистая |
| Мыс Хужиртуй (40 м от водоема)   | 12                 | 88                  | супесь  | 41.7                 | сильнокаменистая |
| Мыс Хужиртуй (50 м от водоема)   | 28                 | 72                  | легкий суглинок                               | 24.3                 | сильнокаменистая |
| Мыс Хунгай                       | 36                 | 64                  | средний суглинок                              | 25.4                 | сильнокаменистая |
| Залив Тогай                      | 8                  | 92                  | песок связный                                 | 11.3                 | сильнокаменистая |
| Озеро Ханхой                     | 60                 | 40                  | тяжелый суглинок                              | 54.1                 | сильнокаменистая |
| Бухта Базарная                   | 16                 | 84                  | супесь  | 12.1                 | сильнокаменистая |
| Мыс Гэхтэ                        | 12                 | 88                  | супесь  | 41.3                 | сильнокаменистая |
| Лес около залива Нюрганская Губа | 34                 | 66                  | средний суглинок                              | 21.1                 | сильнокаменистая |
| Улан-Хушинский залив             | 18                 | 82                  | супесь  | 15.6                 | сильнокаменистая |
| Мыс Будун                        | 16                 | 84                  | супесь  | 39.7                 | сильнокаменистая |
| Залив Баян Шунгэн                | 16                 | 84                  | супесь  | 13.3                 | сильнокаменистая |
| Мыс Харалдай                     | 14                 | 86                  | супесь  | 0                    | не каменистая    |
| Мыс Харанцы                      | 14                 | 86                  | супесь  | 6.4                  | среднекаменистая |
| Сарайский залив                  | 16                 | 84                  | супесь  | 53.4                 | сильнокаменистая |
| Мыс Елгай                        | 12                 | 88                  | супесь  | 77.7                 | сильнокаменистая |
| Шибетский залив                  | 16                 | 84                  | супесь  | 17.7                 | сильнокаменистая |
| Залив Хул                        | 12                 | 88                  | супесь  | 11.1                 | сильнокаменистая |
| Озеро Нурское                    | 8                  | 92                  | песок связный                                 | 39.3                 | сильнокаменистая |

Учитывая часто повторяющиеся засухи, ветра, характерные для всех времен года, скудную растительность, легкий гранулометрический состав и плохую оструктуренность верхнего слоя почвы на рекреационных территориях Ольхона, можно сделать вывод, что чрезмерное количество отдыхающих может нанести непоправимый ущерб почвенному, а следовательно, и растительному покрову.

Таблица 2 – Структурное состояние и противозерозионная устойчивость почвы

Table 2 – Structural condition and anti-erosion stability of the soil

| Место отбора образца             | Содержание агрегатов 0.25-10 мм,<br>% к весу почвы |                               |             |                               | % агрегатов<br>1-10 мм | Вероятность проявления эрозии, устойчивость к дефляции |
|----------------------------------|--|-------------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------|--|
|                                  | воздушно-сухих                                     |                               | водопрочных |                               |                        |  |
|                                  | %  | оценка структурного состояния | %           | оценка структурного состояния |                        |  |
| Мыс Хужирский (20 м от водоема)  | 27.0   | неудовл.                      | 12.9        | плохое                        | 10.0                   | *  |
| Мыс Хужирский (40 м от водоема)  | 40.0   | неудовл.                      | 18.5        | плохое                        | 17.0                   | *  |
| Мыс Хужирский (50 м от водоема)  | 39.2   | неудовл.                      | 21.9        | неудовл.                      | 15.7                   | *  |
| Мыс Хужиртуй (40 м от водоема)   | 29.3   | неудовл.                      | 20.6        | неудовл.                      | 14.1                   | *  |
| Мыс Хужиртуй (50 м от водоема)   | 41.0   | удовл.                        | 23.5        | неудовл.                      | 20.7                   | *  |
| Мыс Хунгай                       | 41.0   | удовл.                        | 21.1        | неудовл.                      | 25.3                   | **   |
| Залив Тогай                      | 54.3   | удовл.                        | 43.9        | удовл.                        | 2.8                    | *  |
| Озеро Ханхой                     | 75.1   | хорошее                       | 22.6        | неудовл.                      | 51.9                   | ***  |
| Бухта Базарная                   | 46.1   | удовл.                        | 26.1        | неудовл.                      | 20.8                   | *  |
| Мыс Гэйтэ                        | 24.3   | неудовл.                      | 14.1        | плохое                        | 0                      | *  |
| Лес около залива Нюрганская Губа | 67.1   | хорошее                       | 6.6         | плохое                        | 1.06                   | *  |
| Улан-Хушинский залив             | 49.0   | удовл.                        | 6.8         | плохое                        | 3.3                    | *  |
| Мыс Будун                        | 58.4   | удовл.                        | 18.3        | плохое                        | 15.9                   | *  |
| Залив Баян Шунгэн                | 75.7   | хорошее                       | 10.4        | плохое                        | 0.9                    | *  |
| Мыс Харалдай                     | 72.2   | хорошее                       | 13.3        | плохое                        | 11.5                   | *  |
| Мыс Харанцы                      | 71.8   | хорошее                       | 6.9         | плохое                        | 0                      | *  |
| Сарайский залив                  | 50.2   | удовл.                        | 2.4         | плохое                        | 0.2                    | *  |
| Мыс Елгай                        | 69.3   | хорошее                       | 17.6        | плохое                        | 49.6                   | **   |
| Шибетский залив                  | 41.0   | удовл.                        | 13.1        | плохое                        | 6.3                    | *  |
| Залив Хул                        | 34.1   | неудовл.                      | 25.0        | неудовл.                      | 5.3                    | *  |
| Озеро Нурское                    | 71.1   | хорошее                       | 14.5        | плохое                        | 12.7                   | *  |

*Примечание:* \* - сильная, к дефляции не устойчивая; \*\* - средняя, к дефляции не устойчивая; \*\*\* - слабая, почва устойчива к дефляции.

Следует подчеркнуть, что посещение территории Прибайкальского национального парка в соответствии с Федеральным Законом от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ “Об особо охраняемых природных территориях” допускается только при наличии соответствующего разрешения. На основании действующего природоохранного законодательства запрещается нарушать почвенный покров при установке палаток, организации полевых кухонь и игровых площадок. Установка палаток допускается только в определенных бухтах и заливах: Шибетский залив, залив Баян-Шунген, в начале Нюрганской Губы, в местности Узур, возле озера Ханхой, вне песчаной косы. С 2018 г. Сарайский пляж закрыт для палаточного отдыха, здесь возможны только пешие прогулки [19].

**Заключение.** В настоящее время тысячи любителей природы стремятся к Байкалу в любое время года. Ландшафты острова Ольхон и всего побережья Малого моря являются главными объектами притяжения туристов со стороны Иркутской области. Среди многочисленных проблем, связанных с рекреационным использованием данной территории, важнейшими являются обеспечение комфорта отдыхающим и организация системы мероприятий, направленных на восстановление, и сохранение природы острова. Низкорослая растительность со слабой корневой системой и удовлетворительные физические показатели почвенного покрова не могут противостоять антропогенному воздействию, многократно возросшему в последние годы. Чрезмерное использование рекреационных территорий побережья и пренебрежительное отношение к законам природы стимулирует развитие эрозионных процессов, приводит к деградации уникальных уголков острова. Туризм должен быть строго регулируемым, так как рекреационная емкость природных ландшафтов западного побережья Ольхона не велика.

#### Список литературы

1. Байкалика. Нюрганская Губа и урочище Песчаное на Ольхоне. Режим доступа: <https://www.baikalika.ru/baikal/places/nyurganskaya-guba/>
2. Брянский В.П. Памятники природы / В.П. Брянский. – Иркутск: Вост.- Сиб. кн. изд-во, 1983. – С. 70-71.
3. Залив Баян–Шунген на Ольхоне – магия Байкала. Режим доступа: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/bayan-shungen-bay.htm#:~:text>
4. Залив Улан-Хушинский (залив Будун). Пляжи о. Ольхон. Режим доступа: [http://360irk.ucoz.ru/news/zaliv\\_ulan\\_khushinskij\\_zaliv\\_budun\\_pljazhi\\_o\\_olkhon/2014-01-16-76](http://360irk.ucoz.ru/news/zaliv_ulan_khushinskij_zaliv_budun_pljazhi_o_olkhon/2014-01-16-76)
5. Залив Хул на острове Ольхон Режим доступа: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/khul-bay>
6. Зверева, Н.А. Галогенез почв Приольхонья и о. Ольхон / Н.А. Зверева, Е.Р. Хадеева. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/galogenez-pochv-priolhonya-i-o-olhon>
7. Климат. Ольхон. Режим доступа: <http://www.baikal.ru/ru/baikal/places/Olkhon/climate.html>
8. Левашева, М.В. Проблемы освоения рекреационного потенциала острова Ольхон в контексте реализации концепции экологического туризма / М.В. Левашева. Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-osvoeniya-rekreatsionnogo-potentsiala-ostrova-olhon-v-kontekste-realizatsii-kontseptsii-ekologicheskogo-turizma>

9. Магия Байкала. Озеро Ханхой. Режим доступа: <https://www.magicbaikal.ru/objects/hanhoy/>
10. Мыс Будун на острове Ольхон. Режим доступа: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/budun-cape.htm>
11. Мыс Елгай на острове Ольхон. Режим доступа: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/elgay-cape.htm>
12. Мыс Харалдай на острове Ольхон. Режим доступа: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/kharalday-cape.htm>
13. Мыс Хужиртуй. Режим доступа: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/khuzirtuy-cape.htm>
14. Население поселка Хужир Ольхонского района. Режим доступа: <https://bdex.ru/naselenie/irkutskaya-oblast/n/olhonskiy/hujir/>
15. Озеро Нурское на острове Ольхон. Режим доступа: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/nurskoe-lake.htm>
16. Пономаренко, Е.А. Рекреационная деятельность в Приольхонье и на острове Ольхон: Монография / Е.А. Пономаренко, С.В. Солодянкина. – Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ им. А.А. Ежовского, 2015. – 112 с.
17. Правила пребывания на о. Ольхон. Режим доступа: <https://baikal-1.ru/190710-rules-for-visiting-the-olkhon-island/>
18. Природа Байкала. Бухта Базарная. Режим доступа: <https://nature.baikal.ru/obj.shtml?obj=zaliv&id=bazarnaya>
19. Редкие виды растений и животных. Режим доступа: <https://baikal-1.ru/territory/pribaikalsky/rare-species/>
20. Россолимо, Л.Л. Байкал: научно-популярный очерк / Л.Л. Россолимо. – Иркутск: Вост.- Сиб. кн. изд-во, 1971. – С.15-17.
21. Рябинина, О.В. Оценка побережья острова Ольхон, нарушенного рекреационной деятельностью / О.В. Рябинина, Е.А. Пономаренко // Вестник ИрГСХА. – 2016. – № 73. – С. 18-25.
22. Рябинина, О.В. Физические показатели почвенного покрова западной части острова Ольхон / О.В. Рябинина // Вестник ИрГСХА. – 2015. – № 68. – С. 12-16.
23. Сарайский пляж острова Ольхон. Режим доступа: <https://www.tourister.ru/world/europe/russia/city/khuzhir/beachs/32798>
24. Степная растительность выровненных пространств острова Ольхон (озеро Байкал). Режим доступа: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35842>
25. Турпоток на Байкале. Режим доступа: <https://ircity.ru/text/society/2022/07/25/71514788/>
26. Фауна Прибайкальского национального парка. Животные – обитатели особо охраняемой природной территории. Режим доступа: <https://baikal-1.ru/specialists/pribaikalsky/fauna/>
27. Эндемики Ольхона. Цветы. Режим доступа: <https://s30640539290.mirtesen.ru/blog/43281329016/ENDEMIKI-OLHONA.TSVETYI>

## References

1. Bajkalika. Nyurganskaya Guba i urochishche Peschanoe na Ol'hone [A bike ride. Nyurganskaya Bay and the Sandy tract on Olkhon]. URL: <https://www.baikalika.ru/baikal/places/nyurganskaya-guba/>
2. Bryanskij, V.P. Pamyatniki prirody [Natural monuments]. Irkutsk: Vost. Sib. kn. izd-vo, 1983, pp. 70 -71.

3. Zaliv Bayan–SHungen na Ol'hone – magiya Bajkala [Bayan Shungen Bay on Olkhon – the magic of Lake Baikal]. URL: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/bayan-shungen-bay.htm#:~:text>
4. Zaliv Ulan-Hushinskij (zaliv Budun). Plyazhi o. Ol'hon [Ulan-Khushinsky Bay (Budun Bay). Beaches of Olkhon]. URL: [http://360irk.ucoz.ru/news/zaliv\\_ulan\\_khushinskij\\_zaliv\\_budun\\_pljazhi\\_o\\_olkhon/2014-01-16-76](http://360irk.ucoz.ru/news/zaliv_ulan_khushinskij_zaliv_budun_pljazhi_o_olkhon/2014-01-16-76)
5. Zaliv Hul na ostrove Ol'hon [Hul Bay on Olkhon Island]. URL: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/khul-bay>
6. Zvereva, N.A. Galogenez pochv Priol'hon'ya i o. Ol'hon [The halogenation of the soils of the Priol'honye and O. Olkhon]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/galogenez-pochv-priol'honya-i-o-olhon>
7. Klimat. Ol'hon [Climate. Olkhon] URL: <http://www.baikal.ru/ru/baikal/places/Olkhon/climate.html>
8. Levasheva, M.V. Problemy osvoeniya rekreacionnogo potenciala ostrova Ol'hon v kontekste realizacii koncepcii ekologicheskogo turizma [The problems of developing the recreational potential of Olkhon Island in the context of the implementation of the concept of ecological tourism] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-osvoeniya-rekreacionnogo-potenciala-ostrova-olhon-v-kontekste-realizatsii-kontsepcii-ekologicheskogo-turizma>
9. Magiya Bajkala. Ozero Hanhoj [The Magic of Lake Baikal. Hanhoi Lake.] URL: <https://www.magicbaikal.ru/objects/hanhoy/>
10. Mys Budun na ostrove Ol'hon [Cape Budun on Olkhon Island]. URL: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/budun-cape.htm>
11. Mys Elgaj na ostrove Ol'hon [Cape Elgai on Olkhon Island]. URL: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/elgay-cape.htm>
12. Mys Haraldaj na Ol'hone [Cape Haraldai on Olkhon]. URL: <https://baikalgo.ru/where/mys-haraldaj-na-olhone/>
13. Mys Haraldaj na ostrove Ol'hon [Cape Haraldai on Olkhon Island]. URL: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/kharaldaj-cape.htm>
14. Mys Harancy na ostrove Ol'hon [Cape Kharantsy on the island of Olkhon]. URL: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/kharantcy-cape.htm>
15. Mys Huzhirtuj [Cape Khuzhirtui]. URL: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/khuzhirtuy-cape.htm>
16. Naselenie poselka Huzhir Ol'honskogo rajona [The population of the village of Khuzhir in the Olkhon district]. URL: <https://bdex.ru/naselenie/irkutskaya-oblast/n/olhonskiy/hujir/>
17. Ozero Nurskoe na ostrove Ol'hon [Lake Nurskoye on the island of Olkhon]. URL: <https://www.magicbaikal.ru/objects/olkhon/nurskoe-lake.htm>
18. Ponomarenko, E.A. Rekreacionnaya deyatel'nost' v Priol'hon'e i na ostrove Ol'hon [Recreational activities in the Volga region and on the island of Olkhon]. Irkutsk: Izd-vo Irkutskij GAU, 2015 p.
19. Pravila prebyvaniya na o. Ol'hon [Rules of stay on Olkhon Island]. URL: <https://baikal-1.ru/190710-rules-for-visiting-the-olkhon-island/>
20. Priroda Bajkala. Buhta Bazarnaya [The nature of Lake Baikal. Bazarnaya Bay]. URL: <https://nature.baikal.ru/obj.shtml?obj=zaliv&id=bazarnaya>
21. Redkie vidy rastenij i zhivotnyh [Rare species of plants and animals]. URL: <https://baikal-1.ru/territory/pribaikalsky/rare-species/>
22. Rossolimo, L.L. Bajkal: nauchno-populyarnyj ocherk [Baikal: a popular science essay]. Irkutsk: Vost. Sib. kn. izd-vo, 1971, pp.15-17.
23. Ryabinina, O.V., Ponomarenko, E.A. Ocenka poberezh'ya ostrova Ol'hon, narushennogo rekreacionnoj deyatel'nost'yu [Assessment of the coast of Olkhon Island disturbed by recreational activities]. Vestnik IrGSHA, 2016, no 73, pp.18-25.

23. Ryabinina, O.V. Fizicheskie pokazateli pochvennogo pokrova zapadnoj chasti ostrova Ol'hon [Physical indicators of the soil cover of the western part of Olkhon Island]. Vestnik IrGSHA, 2015, no 68, pp.12-16.

24. Sarajskij plyazh ostrova Ol'hon [Sarai beach of Olkhon Island]. URL: <https://www.tourister.ru/world/europe/russia/city/khuzhir/beachs/32798>

25. Stepnaya rastitel'nost' vyrovnennyh prostranstv ostrova Ol'hon (ozero Bajkal) [Steppe vegetation of the leveled spaces of Olkhon Island (Lake Baikal)]. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35842>

26. Turpotok na Bajkale [Tourist flow on Lake Baikal]. URL: <https://ircity.ru/text/society/2022/07/25/71514788/>

27. Fauna Pribajkal'skogo nacional'nogo parka. ZHivotnye – obitateli osobo ohranyaemoj prirodnoj territorii [Fauna of the Baikal National Park. Animals are inhabitants of a specially protected natural area]. URL: <https://baikal-1.ru/specialists/pribaikalsky/fauna/>

28. Endemiki Ol'hona. Cvety [The endemics of Olkhon. Flowers]. URL: <https://s30640539290.mirtesen.ru/blog/43281329016/ENDEMIKI-OLHONA.TSVETYI>

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Авторы несут полную ответственность за изложение материала в статье.**

**Author Contributions.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

**The authors are fully responsible for the presentation of the material in the article.**

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 18.01.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 10.02.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 18.03.2024

### **Сведения об авторах**

Лопатовская Ольга Геннадьевна – доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов. Область исследования – исследование педогалогенеза, деградации и мелиорации почв. Автор 7 учебных пособий, более 70 публикаций в рецензируемых журналах, 5 монографий.

**Контактная информация.** Иркутский государственный университет, биолого-почвенный факультет. 664011, Россия, Иркутская обл., г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1, e-mail: lopatovs@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5570-545X>

Пономаренко Елена Александровна - кандидат биологических наук, доцент кафедры землеустройства, кадастров и сельскохозяйственной мелиорации. Область исследования связана с особенностями нарушенных земель на территории Предбайкалья. Автор свыше 90 научных публикаций в рецензируемых журналах.

**Контактная информация.** Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского. Агрономический факультет. 664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодёжный), e-mail: alyonapon@rambler.ru ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0603-4490>

Рябинина Ольга Викторовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства. Область исследования - изучение свойств почвы под влиянием антропогенного воздействия. Автор свыше 70 научных публикаций в рецензируемых журналах.

**Контактная информация.** Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. Агрономический факультет. 664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодёжный, e-mail: OLYA.RIABININA@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3193-4610>

#### **Information about author**

Olga G. Lopatovskaya – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Soil Science and Land Resources Assessment. Research area - study of pedohalogy, degradation and land reclamation. Author of 7 textbooks, more than 70 scientific publications in peer-reviewed journals, 5 monographs.

**Contact information.** Irkutsk State University, Faculty of Biology and Soil. 1 K. Marks St., Irkutsk, Irkutsk region, Russia, 664011, e-mail: lopatovs@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5570-545X>

Elena A. Ponomarenko - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management, Cadastres and Agricultural Land Reclamation. The field of research is related to the peculiarities of disturbed lands on the territory of Predbaikalia. Author of more than 90 scientific publications in peer-reviewed journals.

**Contact information.** Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. A.A. Jezhevsky Irkutsk State Agrarian University. Faculty of Agronomy. Pos. Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, e-mail: alyonapon@rambler.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0603-4490>.

Olga V. Riabinina - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Crop Production. Research area - study of soil properties under the influence of anthropogenic impact. Research area - study of soil properties under the influence of anthropogenic impact. Author of more than 70 scientific publications in peer-reviewed journals. **Contact information.** Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. A.A. Ezevsky. Faculty of Agronomy. Pos. Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, e-mail: OLYA.RIABININA@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3193-4610>.



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-83-92

УДК 633.853:632.4

Научная статья

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ (BRASSICACEAE) К БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

С.В. Шапенкова

ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”,  
Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

**Аннотация.** Сравнительная оценка масличных культур семейства Капустные (Brassicaceae) проведенная в условиях Предбайкалья с 2019 по 2021 годы на наличие болезней показала, что за годы исследований, наблюдалось поражение мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) только растений одной культуры – рыжика (*Camelina sativa*), другие исследуемые культуры: горчица белая (*Sinapis alba*), рапс (*Brassica napus*), редька масличная (*Raphanus sativus*) поражению не подвергались. Поражение было отмечено на единичных растениях и проявлялось в виде мучнистого налета на побегах, которые впоследствии искривлялись и засыхали. Основным фактором, влияющим на распространение этой болезни являлись метеорологические условия, складывающиеся в период цветения культуры рыжика. Распространенность болезни колебалась от 1.98 до 3.07%. Частота встречаемости была низкой, поражено было не более 10% растений. Элементы структуры урожая рыжика (*Camelina sativa*) пораженных мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) и непораженных растений в среднем за три года исследований различались. Масса 10 исследуемых растений варьировала от 40.0 г на пораженных и до 75.0 г на непораженных растениях. Высота пораженных растений составила в среднем 62.6 см, что на 1.7 см превышало высоту непораженных, здоровых растений. Пораженные растения имели большее число междоузлий – 15.2 шт., в сравнении с непораженными – 12.6 шт. У пораженных растений на побегах первого порядка сформировалось общее количество плодов, равное 150.2 шт. Однако, у растений непораженных болезнью число плодов на побегах первого порядка составляло 169.6 шт. Масса семян с одного растения составляла 2.02 г у пораженных растений мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*), а у непораженных растений масса составляла – 2.50 г. Разница в 0.48 г говорит о существенном превышении массы семян у здоровых растений.

**Ключевые слова:** масличные культуры, горчица белая, рапс, рыжик, редька масличная, болезни, мучнистая роса.

**Для цитирования:** Шапенкова С.В. Сравнительная оценка устойчивости масличных культур семейства капустные (Brassicaceae) к болезням в условиях Предбайкалья. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024;3 (122): 83-92. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-83-92.

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE RESISTANCE OF OILSEEDS OF THE CABBAGE FAMILY (BRASSICACEAE) TO DISEASES UNDER THE CONDITIONS OF THE PRE-BAIKAL REGION

Svetlana V. Shapenkova

FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

**Abstract.** A comparative assessment of oil crops of the Cabbage family (Brassicaceae) conducted the Pre-Baikal region from 2019 to 2021 for the presence of diseases showed that over the years of research, powdery mildew (pathogen *Erysiphe cruciferarum*) was observed in only plants of one crop – *Camelina sativa*; other studied crops: *Sinapis alba*, *Brassica napus*, and *Raphanus sativus* were not affected. The lesion was noted on single plants and manifested itself in the form of a powdery plaque on the shoots, which subsequently bent and dried up. The main factor influencing the spread of this disease was the meteorological conditions prevailing during the flowering period of the *Camelina sativa* crop. The prevalence of the disease ranged from 1.98 to 3.07%. The frequency of occurrence was low, no more than 10% of plants were affected. The elements of the structure of the crop of *Camelina sativa* affected by powdery mildew (pathogen *Erysiphe cruciferarum*) and unaffected plants differed on average over three years of research. The weight of 10 studied plants ranged from 40.0 g on affected plants and up to 75.0 g on unaffected plants. The height of the affected plants averaged 62.6 cm, which was 1.7 cm higher than the height of unaffected, healthy plants. The affected plants had a greater number of internodes – 15.2 pcs., compared with the unaffected ones – 12.6 pcs. The affected plants on the shoots of the first order formed a total number of fruits equal to 150.2 pcs. However, in plants unaffected by the disease, the number of fruits on shoots of the first order was 169.6 pcs. The weight of seeds from one plant was 2.02 g in affected plants with powdery mildew (pathogen *Erysiphe cruciferarum*), and in unaffected plants the weight was 2.50 g. The difference of 0.48 g indicates a significant excess of seed weight in healthy plants.

**Keywords:** масличные культуры, горчица белая, рапс, рыжик, редька масличная, болезни, мучнистая роса.

**For citation:** Shapenkova S.V. Comparative assessment of the resistance of oilseeds of the cabbage family (Brassicaceae) to diseases under the conditions of the Pre-Baikal region. *Scientific and practical journal “VestnikIrGSHA”*. 2024;3 (122): 83-92. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-83-92.

**Введение.** Благодаря представителям масличных культур семейства Капустные (Brassicaceae), появилась возможность получения высококачественного масла, которое используется в качестве основы для производства продуктов питания и сырья для различных отраслей промышленности.

В исследованиях А.М. Белякова, В.И. Буянкина, О.Н. Гуровой [1], Е.В. Верхотуровой, В.В. Верхотурова [3], В.М. Лукомец, С.В. Зеленцова, К.М. Кривошлыкова [7], Т.Я. Праховой, В.А. Прахова, В.Н. Бражникова, О.Ф. Бражниковой [10] эти культуры являются ценной альтернативой традиционным

масличным культурам для сельскохозяйственных производителей, так как обладают высокими экономическими и биологическими показателями. Они используются в пищевом, парфюмерном, мыловаренном производстве, в медицине, а также в металлургии.

Основными производителями сырья для получения масла являются, как правило, южные регионы России. В сельскохозяйственных предприятиях Предбайкалья площадь возделывания масличных капустных культур является недостаточной. Основной культурой используемой на маслосемянные цели является рапс (*Brassica napus*). Однако в Иркутской области существуют и другие потенциально перспективные культуры, которые в настоящее время не возделываются или возделываются на незначительных площадях. Среди таких культур можно выделить горчицу белую (*Sinapis alba*), рыжик (*Camelina sativa*) и редьку масличную (*Raphanus sativus*). Эти культуры имеют потенциал для развития и диверсификации сельскохозяйственного сектора в регионе.

Исследования, осуществленные научными сотрудниками кафедры Земледелия и растениеводства Иркутского государственного аграрного университета, и учеными Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН подтверждают высокую перспективность возделывания данных культур на маслосемена, способных обеспечить высокую семенную продуктивность от 9 ц/га до 26 ц/га, с содержанием масла в семенах от 25 до 40% [9, 11].

Однако, несмотря на все вышеперечисленные достоинства существенным препятствием для широкого возделывания данных культур является их особенность к поражению болезнями вирусной, грибной, бактериальной и микоплазменной природы, как указывается в ряде научных работ приведенных учеными Всероссийского НИИ масличных культур О.А. Сердюк, Э.Б. Бочкаревой, В.Т. Пивень [12], С.А. Семеренко [5]. В зависимости от региона возделывания видовой состав болезней масличных культур семейства Капустные (*Brassicaceae*) может значительно различаться.

Для определения их распространенности и частоты встречаемости по фитосанитарной оценке необходим регулярный мониторинг посевов, позволяющий обнаружить болезнь на начальных этапах развития и принять меры, направленные на снижение вредоносности возбудителя.

По данным авторов О.А. Сердюк, Э.Б. Бочкаревой, В.Т. Пивень [12], А.Н. Койновой [5], П.А. Назарова, Д.Н. Балеева, М.И. Ивановой [8] без надлежащего мониторинга и своевременных мер по защите посевов распространенность болезней может достигать до 80% от всей популяции растений, а потери урожая могут достигать от 10 до 70% по причине их высокой вредоносности.

Поэтому в соответствии с современной стратегией защиты растений на этапе разработки технологии возделывания необходимо широко внедрять комплексные системы защитных мероприятий, которые должны включать в себя многолетнюю оценку устойчивости культур к комплексу различных возбудителей болезней в конкретных почвенно-климатических условиях.

Учитывая значимость защитных мер, выбранная тема исследований несомненно имеет высокую актуальность.

**Цель** – провести сравнительную оценку устойчивости масличных культур семейства Капустные (Brassicaceae) к болезням в условиях Предбайкалья.

**Задачи:**

- провести фитопатологические обследования посевов исследуемых масличных культур на наличие болезней;
- выявить характерные симптомы проявления болезней в различные фенологические фазы роста и развития растений;
- определить распространенность и частоту встречаемости болезней на посевах;
- провести учет элементов структуры урожая непораженных и пораженных болезнями растений;
- дать оценку устойчивости сравниваемых масличных культур семейства Капустные (Brassicaceae).

При решении поставленных задач проводились полевые опыты, которые сопровождались необходимыми наблюдениями и исследованиями.

**Материалы и методы.** Многолетние исследования проводились в 2019, 2020 и 2021 годах в Предбайкалье на опытном участке Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского.

Почва опытного участка – серая лесная, тяжелосуглинистая, с содержанием гумуса 3-4%, характеризуется высоким содержанием обменного кальция и магния. Почвенный раствор имеет слабокислую реакцию среды.

Климат – характеризуется как резко континентальный, отличается теплым коротким летом: сумма активных температур за летний период составляет от 1500 до 1700°C, безморозный период длится 94 дня. Особенностью также является неравномерное распределение осадков и слабое увлажнение, за год выпадает 320-340 мм, в том числе за летний период 220-260 мм [2].

За годы исследований метеорологические условия вегетационного периода по данным метеопоста с. Пивовариха Иркутского района ФГБНУ НИИСХ были благоприятными для развития исследуемых масличных культур, несмотря на то, что температура воздуха была выше в сравнении со среднемноголетними значениями, а осадки распределялись неравномерно за весь период вегетации.

Изыскания проводились в соответствии с методикой проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами в течение всего вегетационного периода [6].

При посеве использовали яровые формы масличных культур семейства Капустные (Brassicaceae), районированные и допущенные к использованию в Иркутской области, а также в других регионах Российской Федерации.

Для сравнительного анализа масличных культур использовались семена отечественной селекции. В качестве горчицы белой был выбран сорт “Радуга”, для рапса – сорт “Ратник”, для рыжика – сорт “Чулымский”, а для редьки

масличной сорт “Тамбовчанка”. Оригинаторами сортов являются ВНИИМК, Сибирский НИИ кормов, РГАУ-МСХА [4].

Посев данных культур осуществляли рядовым способом посева (15 см). При норме высева горчицы белой (*Sinapis alba*) – 15 кг/га, рапса (*Brassica napus*) – 15 кг/га, рыжика (*Camelina sativa*) – 10 кг/га, редьки масличной (*Raphanus sativus*) – 20 кг/га. Площадь делянки 25 м<sup>2</sup>. Использовалось рендомезированное расположение вариантов, каждый вариант повторяли в четырех кратной повторности. Опыт повторялся в течение трех лет. Перед посевом, в почву вносили аммиачную селитру в качестве стартовой дозы для улучшения азотного питания растений, норма расхода составляла 30 кг д.в./га.

**Результаты и обсуждение.** Проведенные фитопатологические обследования посевов сравниваемых масличных культур семейства Капустные (*Brassicaceae*) на наличие болезней показали, что ежегодно за годы исследований, наблюдалось поражение мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) только растений рыжика (*Camelina sativa*), другие исследуемые культуры: горчица белая (*Sinapis alba*), рапс (*Brassica napus*), редька масличная (*Raphanus sativus*) – поражению не подвергались.

Поражение рыжика (*Camelina sativa*) мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) было отмечено в следующие фенологические фазы роста и развития растения – цветение, зеленый стручок и желто-зеленый стручок.

Проявление симптомов болезни отмечалось на единичных растениях в виде мучнистого налета мицелия беловатого оттенка, покрывающего вегетативные и генеративные органы растения. Пораженные побеги искривлялись, постепенно приобретали коричневый оттенок, впоследствии быстро засыхали (рисунок 1).

Основным фактором, влияющим на распространение этой болезни в среднем по годам, являлись метеорологические условия, складывающиеся в период цветения культуры рыжика, а именно июля месяца. Распространенность мучнистой росы колебалась от 1.98 до 3.07%. Частота встречаемости этой болезни была низкой, поражено было не более 10% растений (таблица 1).

Для объективной оценки снижения показателей элементов структуры урожая при поражении растений рыжика (*Camelina sativa*) мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) проведены учеты в сравнении с непораженными, здоровыми растениями (табл. 2).

Как видно из данных таблицы 2, элементы структуры урожая рыжика (*Camelina sativa*) пораженных мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) и непораженных растений в среднем за три года исследований различались. Масса 10 исследуемых растений варьировала от 40.0 г на пораженных до 75.0 г на непораженных растениях. Пораженные растения имели большую высоту и составили в среднем 62.6 см, что на 1.7 см превышало высоту непораженных, здоровых растений. Число междоузлий также было больше у пораженных растений и составляло – 15.2 шт., в то время как у непораженных – 12.6 шт.



Рисунок 1 – Проявление симптомов поражения рыжика (*Camelina sativa*) мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) в условиях Предбайкалья, 2019-2021 гг.

Figure 1 – The manifestation of symptoms of damage of *Camelina sativa* by powdery mildew (pathogen *Erysiphe cruciferarum*) under conditions of the Pre-Baikal region, 2019-2021

Таблица 1 – Распространенность и частота встречаемости мучнистой росы в посевах масличных культур семейства Капустные (*Brassicaceae*) в условиях Предбайкалья, 2019-2021 гг.

Table 1 – Prevalence and frequency of occurrence of powdery mildew in oilseed crops of the *Brassicaceae* family in the conditions of the Cis-Baikal region, 2019-2021

| Культура                                     | Распространенность болезни, % |         |         | Частота встречаемости болезни |                     |                     |
|--|-------------------------------|---------|---------|-------------------------------|---------------------|---------------------|
|  | 2019 г.                       | 2020 г. | 2021 г. | 2019 г.                       | 2020 г.             | 2021 г.             |
| Горчица белая ( <i>Sinapis alba</i> )        | 0                             | 0       | 0       | отсутствие патогена           | отсутствие патогена | отсутствие патогена |
| Рапс ( <i>Brassica napus</i> )               | 0                             | 0       | 0       | отсутствие патогена           | отсутствие патогена | отсутствие патогена |
| Рыжик ( <i>Camelina sativa</i> )             | 3.07                          | 1.98    | 2.45    | низкая                        | низкая              | низкая              |
| Редька масличная ( <i>Raphanus sativus</i> ) | 0                             | 0       | 0       | отсутствие патогена           | отсутствие патогена | отсутствие патогена |

**Таблица 2 – Элементы структуры урожая непораженных и пораженных растений рыжика (*Camelina sativa*) мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) в условиях Предбайкалья (в среднем за годы исследований)**

**Table 2 – Elements of the crop structure of unaffected and affected *Camelina sativa* plants with powdery mildew (pathogen *Erysiphe cruciferarum*) under conditions of the Pre-Baikal region (on average over the years of research)**

| Элемент структуры урожая               | Вариант опыта                         |                                     |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
|  | непораженные растения мучнистой росой | пораженные растения мучнистой росой |
| Масса 10 растений, г                   | 75.0*                                 | 40.0                                |
| НСР <sub>05,г</sub>                    | 1.4                                   |                                     |
| Высота растения, см                    | 60.9                                  | 62.6                                |
| НСР <sub>05,см</sub>                   | 2.7                                   |                                     |
| Число междоузлий<br>всего              | 12.6                                  | 15.2*                               |
| до первого ответвления                 | 6.3                                   | 6.9*                                |
| НСР <sub>05, шт</sub>                  | 1.7 / 0.4                             |                                     |
| Высота прикрепления нижнего побега, см | 14.3                                  | 16.9*                               |
| НСР <sub>05,см</sub>                   | 1.6                                   |                                     |
| Количество ответвлений<br>I            | 9.2*                                  | 8.9                                 |
| II                                     | 9.7*                                  | 7.8                                 |
| III                                    | -                                     | -                                   |
| IV                                     | -                                     | -                                   |
| НСР <sub>05, шт</sub>                  | 0.3 / 0.3                             |                                     |
| Количество плодов<br>I                 | 150.2                                 | 169.6*                              |
| II                                     | 38.7                                  | 39.4*                               |
| III                                    | -                                     | -                                   |
| IV                                     | -                                     | -                                   |
| НСР <sub>05, шт</sub>                  | 1.1 / 2.4                             |                                     |
| Масса семян с 1 растения, г            | 2.50*                                 | 2.02                                |
| НСР <sub>05,г</sub>                    | 0.3                                   |                                     |

*Примечание:* \* – различия существенные

У пораженных растений мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) на побегах первого порядка сформировалось общее количество плодов, равное 150.2 шт. Однако, у растений непораженных мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) число плодов на побегах первого порядка составляло 169.6 шт.

Масса семян с одного растения составляла 2.02 г у пораженных растений мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*), а у непораженных растений масса составляла – 2.50 г. Разница в 0.48 г говорит о существенном превышении массы семян у здоровых растений.

Следует отметить, что пораженные растения были слабо облиственными, листья имели неинтенсивную зеленую окраску, а побеги были вытянутыми с удлинёнными междоузлиями, ослабленные – малопродуктивные, по сравнению с непораженными растениями.

**Заключение.** В результате проведенных в 2019-2021 гг. исследований по сравнительной оценке масличных культур семейства Капустные (Brassicaceae) в условиях Предбайкалья установлено, что среди масличных капустных изученных культур наиболее подверженной к поражению болезнями, а именно мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*), является культура рыжика (*Camelina sativa*). Однако частота встречаемости этой болезни была низкой, а ее распространенность была незначительной. Необходимо отметить, что поражения болезнями изучаемых масличных культур, таких как: горчица белая (*Sinapis alba*), рапс (*Brassica napus*), редька масличная (*Raphanus sativus*) не было выявлено. При возделывании масличных культур семейства Капустные (Brassicaceae) рекомендуется проводить фитопатологическое обследование посевов. Это позволит своевременно обнаружить первые признаки проявления болезней, спрогнозировать их развитие и распространение, а также спланировать применение химических обработок в кратчайшие сроки.

#### Список литературы

1. Беляков, А. М. Потенциал масличных культур семейства капустных / А. М. Беляков, В. И. Буянкин, О. Н. Гурова // Земледелие. – 2009. – № 5. – С. 11-13.
2. Беркин, Н.С. Природные условия административных районов / Н.С. Беркин [и др.]; под ред. Н.С. Беркина. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1993. – 304 с.
3. Верхотурова, Е. В. Масличные культуры семейства Brassicaceae - перспективный источник биологически активных и незаменимых веществ / Е. В. Верхотурова, В. В. Верхотуров // Химия и технология растительных веществ// Тезисы докл. XII Всеросс. науч. конф. с междунар. участием и школой молодых ученых (29 ноября-02 декабря 2022 г., Киров)//Киров: Инс-т химии "Коми НЦ Уральского отделения РАН", 2022. – С. 32.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. “Сорта растений” (официальное издание)// М.: ФГБНУ “Росинформагротех”, 2019.- Т.1. – 504 с.
5. Койнова, А. Н. Масличные культуры / А. Н. Койнова // АгроФорум. – 2019. – № 7. – С. 52-55.
6. Лукомец, В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец. – Краснодар: ВНИИМК, 2010. – 327 с.
7. Лукомец, В. М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации / В. М. Лукомец, С. В. Зеленцов, К. М. Кривошлыков // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – № 4(164). – С. 81-102.
8. Назаров, П.А. Инфекционные болезни растений: этиология, современное состояние, проблемы и перспективы защиты растений / П. А. Назаров, Д. Н. Балеев, М. И. Иванова [и др.] // Acta Naturae (русскоязычная версия). – 2020. – Т. 12, № 3(46). – С. 46-59.
9. Пешкова, А. А. Биологические особенности и технология возделывания редьки масличной: монография / А. А. Пешкова, Н. В. Дорофеев- Иркутск: НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2008. – 145 с.

10. Прахова, Т.Я. Масличные культуры - биоразнообразие, значение и продуктивность / Т. Я. Прахова, В. А. Прахов, В. Н. Бражников, О. Ф. Бражникова // *Нива Поволжья*. – 2019. – № 3(52). – С. 30-37.
11. Сагирова, Р. А. Сравнительная оценка возделывания масличных культур семейства Капустные (Brassicaceae) в условиях Предбайкалья / Р. А. Сагирова, С. В. Шапенкова // *Вестник ИрГСХА*. – 2022. – № 112. – С. 53-64.
12. Сердюк, О. А. Болезни масличных культур семейства капустные в условиях Краснодарского края / О. А. Сердюк, Э. Б. Бочкарева, В. Т. Пивень // *Защита и карантин растений*. – 2011. – № 3. – С. 50-53.

#### References

1. Belyakov, A. M. Potencial maslichnyh kul'tur semejstva kapustnyh [The potential of oilseeds of the cabbage family]. *Zemledelie*, 2009, no 5, pp. 11-13.
2. Berkin, N.S. Prirodnye usloviya administrativnyh rajonov [Natural conditions of administrative districts]. Irkutsk: Izd-vo Irkut. un-ta, 1993, 304 p.
3. Verhoturova, E. V. Maslichnye kul'tury semejstva Brassicaceae - perspektivnyj istochnik biologicheski aktivnyh i nezamenimyh veshchestv [Oilseeds of the Brassicaceae family are a promising source of biologically active and essential substances]. Kirov: “Komi nauchnyj centr Ural'skogo otdeleniya RAN”, 2022, pp. 32.
4. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu. T.1. «Sorta rastenij» (oficial'noe izdanie) [The State Register of breeding achievements approved for use. Vol. 1. "Plant varieties" (official publication)]. Moscow: FGBNU “Rosinformagrotek”, 2019, 504 p.
5. Kojnova, A.N. Maslichnye kul'tury [Oilseeds]. *AgroForum*, 2019. no 7, pp. 52-55.
6. Lukomec, V.M. Metodika provedeniya polevyh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Methods of conducting field agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar: VNIIMK, 2010, 327 p.
7. Lukomec, V.M. Perspektivy i rezervy rasshireniya proizvodstva maslichnyh kul'tur v Rossijskoj Federacii [Prospects and reserves for the expansion of oilseed production in the Russian Federation]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur*, 2015, no 4(164), pp. 81-102.
8. Nazarov, P.A. Infekcionnye bolezni rastenij: etiologiya, sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy zashchity rastenij [Infectious plant diseases: etiology, current state, problems and prospects for plant protection]. *Acta Naturae (russkoyazychnaya versiya)*, 2020, vol. 12, no 3(46), pp. 46-59.
9. Peshkova, A. A. Biologicheskie osobennosti i tekhnologiya vozdel'yvaniya red'ki maslichnoj: monografiya [Biological features and technology of cultivation of oilseed radish: monograph]. Irkutsk: NC RVH VSNC SO RAMN, 2008, 145 p.
10. Prahova, T.YA. Maslichnye kul'tury - bioraznoobrazie, znachenie i produktivnost' [Oilseeds - biodiversity, importance and productivity]. *Niva Povolzh'ya*, 2019, no 3(52), pp. 30-37.
11. Sagirova, R. A. Sravnitel'naya ocenka vozdel'yvaniya maslichnyh kul'tur semejstva Kapustnye (Brassicaceae) v usloviyah Predbajkal'ya [Comparative assessment of the cultivation of oilseeds of the Cabbage family (Brassicaceae) under conditions of the Pre-Baikal region]. *Vestnik IrGSHA*, 2022, no 112, pp. 53-64.
12. Serdyuk, O. A. Bolezni maslichnyh kul'tur semejstva kapustnye v usloviyah Krasnodarskogo kraja [Diseases of oilseeds of the cabbage family under conditions of Krasnodar Territory]. *Zashchita i karantin rastenij*, 2011, no 3, pp. 50-53.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Авторы несут полную ответственность за изложение материала в статье.**

**Author Contributions.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

**The authors are fully responsible for the presentation of the material in the article.**

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 03.03.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 16.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 18.03.2024

### **Сведения об авторе**

Шапенкова Светлана Владиславовна – аспирант кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”. Автор и соавтор 16 научных публикаций.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный 1/1, e-mail: shapenkova.svetlana@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6869-0587>.

### **Information about author**

Svetlana V. Shapenkova – postgraduate student of the Department of Agriculture and Crop Production of the Agronomy Faculty, FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”. Author and co-author of 16 scientific publications.

**Contact information:** FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”, Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, e-mail: shapenkova.svetlana@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6869-0587>.



**БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ**

**BIOLOGY. NATURE PROTECTION**

DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-93-102

УДК: 639.1

Научная статья

**ПРИРОДНЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО  
КРАЯ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ БЛАГОПОЛУЧИЯ ОХОТНИЧЬИХ  
ЖИВОТНЫХ**

**Н.А. Викулина**

Забайкальский аграрный институт – филиал ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”, г. Чита, Россия

**Аннотация.** Забайкальский край – субъект Российской Федерации, входит в состав Дальневосточного федерального округа и занимает практически всю территорию Восточного Забайкалья. Общая площадь региона составляет 431,9 тыс. км<sup>2</sup>. Край граничит на севере с Иркутской областью и Республикой Саха (Якутия), на юге проходит государственная граница с Монголией и Китаем, на западе - с Республикой Бурятия, на востоке с Амурской областью. Забайкальский край обладает уникальными минерально-сырьевыми ресурсами и является старейшим горно-рудным регионом России. В соответствии с Распоряжением правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р «Об утверждении стратегии пространственного развития РФ на период до 2025 года» [1] Забайкальский край является приоритетной геостратегической территорией. Всего на территории Забайкальского края находится более 500 месторождений твердых полезных ископаемых. Балансовые запасы месторождений большого количества твердых полезных ископаемых края слагают основу минерально-сырьевой базы России (на долю края приходится более 10% запасов России). Забайкальский край характеризуется наличием биогеохимических провинций как естественного, так и антропогенного происхождения. Возникновение биогеохимических провинций естественного происхождения, как правило, связано с разработкой месторождений полезных ископаемых. В результате в районах разработки происходят процессы активизации горнопромышленного техногенеза, что влечет за собой изменения в процессах миграции вещества в геосистемах. Наряду с основными рудными элементами в окружающую среду попадают и токсичные для компонентов окружающей среды. Благополучие животных, в том числе и охотничье-промысловых, зависит от их способности адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды. Использование охотничьих животных как индикаторов загрязнения окружающей среды актуально в связи с возможностью получения объективной информации о миграции химических элементов и оценки состояния природных территорий.

**Ключевые слова:** Забайкальский край, геохимические аномалии, охотничьи животные

**Для цитирования:** Викулина Н.А. Природные геохимические аномалии Забайкальского края как один из факторов благополучия охотничьих животных. “Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”. 2024 3 (122): 93-102. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-93-102.

## NATURAL GEOCHEMICAL ANOMALIES OF TRANS-BAIKAL TERRITORY AS ONE OF THE FACTORS OF WELL-BEING OF HUNTING ANIMALS

Natalia A. Vikulina

Trans-Baikal Agricultural Institute – branch of FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”, Chita, Russia

**Abstract.** Trans-Baikal Territory is a subject of the Russian Federation, part of the Far Eastern Federal District and occupies almost the entire territory of Eastern Transbaikalia. The total area of the region is 431.9 thousand km<sup>2</sup>. The region borders in the north with Irkutsk region and the Republic of Sakha (Yakutia), in the south there is a state border with Mongolia and China, in the west - with the Republic of Buryatia, in the east with Amur region. Trans-Baikal Territory has unique mineral resources and is the oldest mining region in Russia. In accordance with the Order of the Government of the Russian Federation dated February 13, 2019 No. 207-r “On approval of the spatial development strategy of the Russian Federation for the period until 2025” [1], Trans-Baikal Territory is a priority geostrategic territory. In total, there are more than 500 deposits of solid minerals on the territory of Trans-Baikal Territory. The balance reserves of deposits of a large number of solid minerals of the region form the basis of the mineral resource base of Russia (the region accounts for more than 10% of Russia’s reserves). Trans-Baikal Territory is characterized by the presence of biogeochemical provinces of both natural and anthropogenic origin. The emergence of biogeochemical provinces of natural origin is usually associated with the development of mineral deposits. As a result, processes of intensification of mining technogenesis occur in mining areas, which entails changes in the processes of migration of matter in geosystems. Along with the main ore elements, toxic to environmental components also enter the environment. The well-being of animals, including game animals, depends on their ability to adapt to changing environmental conditions. The use of game animals as indicators of environmental pollution is relevant due to the possibility of obtaining objective information on the migration of chemical elements and assessing the state of natural areas.

**Keywords:** Trans-Baikal Territory, geochemical anomalies, hunting animals.

**For citation:** Vikulina N.A. Natural geochemical anomalies of Trans-Baikal territory as one of the factors of well-being of hunting animals. *Scientific and practical journal “VestnikIrGSHA”*. 2024;3 (122): 93-102. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-93-102.

**Введение.** Вопрос о биогеохимических провинциях начал изучать В.И. Вернадский, который сформулировал биогеохимические принципы, согласно которым в ходе эволюции происходит процесс планетарной интеграции, – усиления и развития взаимозависимости и взаимодействия живого и неживого [7]. Позднее А.П. Виноградов [9] разработал учение об аномальных биогеохимических провинциях.

Биогеохимические провинции – это территории, где с отличиями от других территорий по содержанию химических элементов связаны биологические реакции живого вещества [3]. Иными словами, биогеохимические провинции – это территории, которые характеризуются повышенным или пониженным

содержанием одного или нескольких элементов не только в среде, а также в животных и растительных организмах, обитающих на данной территории.

Выделяют природные или естественные геохимические провинции, наличие которых обусловлено геологическими особенностями содержания химических элементов в земной коре; и, техногенные или искусственные, созданные деятельностью человека [2].

Природные биогеохимические провинции характеризуются тем, что существуют намного дольше, чем техногенные; избыточное поступление химических элементов в пищевую цепь происходит преимущественно из подстилающей горной породы, тогда как источники техногенного загрязнения окружающей среды весьма разнообразны; распределение химических элементов в почве и породах на аномальных территориях различного происхождения также специфично [5, 24].

**Цель** – охарактеризовать степень изученности вопроса взаимосвязи геохимических условий и благополучия охотничьих животных.

**Материал и методы.** При написании статьи использован аналитический и описательный методы, проанализированы литературные источники по проблеме исследования [1-35].

**Результаты и обсуждение.** Забайкальский край характеризуется наличием значительного числа природных и техногенных биогеохимических провинций и районов, что обусловлено географическим положением региона. Край расположен в умеренных широтах материка и удален более чем на 1000 км от Тихого океана и почти на 2000 км от Северного Ледовитого океана. Такое положение в сочетании с горным рельефом местности формирует резко выраженный континентальный климат. Низкое содержание некоторых химических элементов в почве связано с их недостатком в почвообразующих горных породах, а также наличием слоя многолетнемерзлых пород, близко расположенных к поверхности и препятствующих вымыванию макро- и микроэлементов из глубоких слоев в поверхностные [23].

На территории Забайкальского края выделено более десятка геохимических провинций с повышенной концентрацией ряда элементов: свинцовая, цинковая, медная, ртутная, мышьяковая, молибденовая с золотом, фтористая, борная, титановая, кобальтовая, никелевая, марганцевая, с повышенной радиоактивностью, редкометалльная (тантал, лантан, цирконий, ниобий, германий) [29]. В отдельных очагах отмечены сдвиги в значениях бария, стронция, бериллия, лития, фосфора, обнаруживались регионы с субнормальными показателями фтора, йода, селена и др. [32].

Формирование биогеохимических аномалий в Забайкальском крае связано с деятельностью предприятий горнорудной промышленности. На территории края находится 79 хвостохранилищ обогатительных фабрик [33]. Наибольшую концентрацию в выбросах предприятий теплоэнергетики, металлургии составляют кадмий, ртуть, свинец, медь и никель [10].

Вопросы взаимосвязи геохимических условий среды и состояния живых организмов достаточно широко обсуждаются в связи с глобальным техногенным загрязнением и описаны в научных трудах В.И. Вернадского [7], В.С. Безеля [6], В.В. Ковальского [18], В.В. Ермакова [13], Г.П. Грибовского (с соавторами) [12], Е.П. Янина [34], Е.В. Михеевой [24], Н.В. Медведева (с соавторами) [22] и многих других.

Химические элементы составляют основу любого живого организма. Связь между живым и неживым не однонаправленна – живое вещество формирует геохимию земной коры, но и характер пространственного распределения химических элементов земной коры оказывает влияние на формирование отличительных особенностей живых организмов и плотности их расселения [17].

Проблема природных (эндемических) микроэлементозов значительно усиливается загрязнением окружающей среды и аккумуляцией в живых организмах токсических элементов [11]. Исследование приспособлений животных к обитанию в условиях избытка или недостатка элементов проводится в основном на техногенно-загрязненных территориях, тогда как мало изученным остается воздействие на биоту геохимического фактора естественной природы. Вместе с тем, естественное содержание химических элементов в почвах отдельных районов может превосходить ПДК в сотни раз [4]. В полной мере испытывая на себе пагубное воздействие антропогенного загрязнения биосферы, птицы и млекопитающие в то же время являются индикаторами наличия этого загрязнения, а также – мониторами состояния природной среды. Животные-биоиндикаторы позволяют судить о степени опасности тех или иных веществ для живой природы и для человека и дают возможность контролировать действие любых синтезируемых человеком соединений [14]. Млекопитающие – традиционные и широко используемые в исследованиях биоиндикаторы временных тенденций в антропогенном загрязнении биосферы [8]. Высшие позвоночные наиболее уязвимы к изменениям окружающей среды. Избыток или недостаток химических элементов вызывает нарушение процессов обмена веществ в живых организмах, в результате чего возникают эндемичные заболевания, не только у человека, но и животных. Течение эндемичных болезней зависит как от биогеохимических условий среды, так и от климатических условий, вида и возраста животных [27].

Изучение накопления некоторых химических элементов в охотничье-промысловых видах животных представляет интерес, как в фундаментальном, так и в прикладном аспектах. Как отмечает С.Ф. Тютиков [31], высшие млекопитающие проявляют сходные с человеком физиологические реакции на изменение биогеохимических условий среды обитания, и потому являются прекрасным экспериментальным и модельным материалом для специалистов, связанных с вопросами охраны окружающей среды.

Вопрос о механизмах адаптации организмов к уникальным условиям природных биогеохимических провинций приобретает особую актуальность для Забайкальского края, который характеризуется широким распространением естественных геохимических аномалий, а также интенсивным техногенным загрязнением.

На указанной выше территории обитает более 80 видов млекопитающих, из которых в группу охотничье-промысловых животных входит порядка 30 видов. Высоко востребованными объектами промысловой охоты являются копытные животные – лось, олень благородный (изюбрь), косуля сибирская, кабан, кабарга. Основу пушного промысла составляет, главным образом соболь. В связи с тем, что в последнее время наблюдается падение закупочных цен на пушнину и снижение спроса на охотничью продукцию, а так же в виду социально-экономической ситуации в стране и в первую очередь на селе, все меньше остается профессиональных охотников, и практически прекращена промысловая охота на пушные виды животных.

В условиях постоянного антропогенного загрязнения биосферы особую значимость приобретает вопрос изучения возможности жизнедеятельности организмов в условиях среды техногенного загрязнения и поиска порога, вызывающего необратимые изменения биологических систем. Животные в ходе эволюции приобрели целый комплекс компенсаторных реакций, которые позволяют им поддерживать постоянство внутренней среды в субтоксических условиях окружающей среды [25]. Вопросы о накоплении и миграции токсикантов в живых организмах в последнее время достаточно актуальны и нашли отражение в многочисленных исследованиях [13, 15, 20, 22, 25, 30, 31]. В организме млекопитающих накопление элементов даже в незначительных дозах может вызывать функциональные нарушения [35]. В ряду загрязнителей биосферы тяжелые металлы и их радиоактивные изотопы представляют особую опасность из-за высокой экотоксичности, кумулятивности и синергизма при комбинированном действии с другими агентами различной природы [26]. Среди всех антропогенных загрязнителей, которые попадают в окружающую среду, доля тяжелых металлов составляет порядка 70-95% [16].

Для большинства регионов Российской Федерации данные по накоплению токсических элементов в животных, в том числе охотничье-промысловых, отсутствуют, хотя такие исследования ведутся достаточно давно. Как правило, такие исследования в большей степени касаются сельскохозяйственных животных. В отношении охотничье-промысловых видов подобные исследования проведены на территории Карелии [22], в основном же исследования на накопление токсикантов, в частности тяжелых металлов, касаются отдельных видов охотничьих животных, обитающих в различных регионах Российской Федерации [4, 20, 21, 24,25].

В связи с тем, что в последнее время наблюдается рост потребления продуктов из дикой природы, в том числе охотничьих животных, проблема изучения накопления токсикантов является достаточно актуальной. Как

указывает А.А. Сергеев с соавторами [28], “натуральные” продукты питания в таком случае оказываются токсичными.

В современных условиях, как правило, места охоты сосредоточены вблизи крупных населенных пунктов, где уровень загрязнения окружающей среды достаточно высокий. В Забайкальском крае по данным Управления по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира Министерства природных ресурсов Забайкальского края около 40% всех охотников региона приходится на город Читу и Читинский район.

**Заключение.** Таким образом, скорость и масштабы изменений, происходящих в ноосфере, совершенно не сопоставимы со скоростью эволюционных процессов, имевших место на протяжении предшествующих геологических эпох. Изменения, которые ранее проходили за миллионы, а иногда и десятки миллионов лет, теперь могут осуществляться на протяжении столетий и даже меньших периодов времени [19]. Поэтому важным остается вопрос изучения взаимосвязи благополучия животных, в том числе охотничье-промысловых, с геоэкологическими характеристиками ландшафтов.

#### Список литературы

1. Об утверждении стратегии пространственного развития РФ на период до 2025 года: распоряжение правительства РФ от 13.02.2019. - № 207-р.
2. Артеменков, А.А. Проблема профилактики эндемичных заболеваний и микроэлементов у человека / А.А. Артеменков // Профилактическая медицина. – Екатеринбург, 2019. – Т.22. - №3. – С. 92-100.
3. Артеменков, А.А. Череповецкая природно-техногенная биогеохимическая провинция биосферы / А.А. Артеменков // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2021. - Т.29. - №2. – С. 315 – 324.
4. Байтимова, Е.А. Эколого-физиологические особенности репродуктивной функции самок рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций / Е.А. Байтимова // Автореф. дисс. на соиск.уч.степени к.б.н. – Пермь, 2008. – 27 с.
5. Башкин, В.Н. Биогеохимия / В.Н. Башкин. – М.: Научный мир, 2004. – 647 с.
6. Безель, В.С. Популяционная экотоксикология млекопитающих / В.С. Безель; отв. ред. В.А. Филов. - М.: Наука, 1987. - 129 с.
7. Вернадский, В.И. Живое вещество / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1978. - 358 с.
8. Викулина, Н.А. Содержание тяжелых металлов в волосяном покрове копытных животных Забайкальского края / Н.А. Викулина, Е.А. Бондаревич, С.Н. Каюкова // Вестник ИрГСХА. – 2022. - №109. – С. 85-92. EDN: DTNCHL
9. Виноградов, А.П. О генезе биогеохимических провинций / А.П. Виноградов // Труды биогеохимической лаборатории. – 1960. - №11. - С. 3 – 7.
10. Глазовская, М.А. Теория геохимии ландшафтов в приложении к изучению техногенных потоков рассеяния и анализ способности природных систем к самоочищению / М.А. Глазовская // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем// М.: Наука, 1981. - С. 7 - 41.
11. Горбачев, А.Л. Биогеохимическая характеристика северных регионов. Микроэлементный статус населения Архангельской области и прогноз развития эндемических заболеваний / А.Л. Горбачев, А.К. Добродеева, Ю.Р. Теддер, Е.Н. Шацова // Экология человека// М.: Наука, 2007. - № 1. – С. 4-11.
12. Грибовский Г.П. и др. Биогеохимические провинции Урала и проблемы техногенеза / Г.П. Грибовский, Ю.Г. Грибовский, Н.А. Плохих // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. - М., 2003. - С. 174-187.

13. Ермаков, В.В. Геохимическая экология как следствие системного изучения биосферы / В.В. Ермаков // Труды Биогеохимической лаборатории института геохимии и аналитической химии. - 1999. – Т.23. – С. 152-182.
14. Ермаков, В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных / В.В. Ермаков, С.Ф. Тютиков. – М.: Наука, 2008. – 315 с.
15. Еськов, Е.К. Миграция тяжелых металлов в трофических цепях агроценозов в условиях антропогенной нагрузки / Е.К. Еськов, Н.В. Зубков, В.М. Зубкова, А.И. Вытнов // Аграрная Россия. – 2012. - №9. - С. 40-43
16. Иванов, А.Л. Проблемы техногенеза в земледелии Российской Федерации и системы мероприятий по реабилитации техногенно-нарушенных территорий / А.Л. Иванов // Вестник РСХН. – 2003. - №1. – С. 8-11.
17. Каранин, А.В. Взаимосвязи биоразнообразия млекопитающих юго-восточной алтайской провинции с геоэкологическими характеристиками ландшафтов / А.В. Каранин // Автореф. дисс. на соиск.уч.степени к.г.н. – Горно-Алтайск, 2004. – 28 с.
18. Ковальский, В.В. Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов / В.В. Ковальский // Труды Биогеохим. лаборатории инс-та геохимии и аналитической химии. – 1991. – Т.22. – С. 5-23.
19. Коробова, Е.М. Эколого-геохимические проблемы современной ноосферы / Е.М. Коробова. – М.: Наука, 2019. – 122 с.
20. Кочкарев, П.В. Содержание тяжелых металлов в органах и тканях зайца-беляка (*Lepus timidus* L., 1758) на севере Красноярского края / П. В. Кочкарев, М. А. Кошурникова, А. А. Сергеев, В. В. Ширяев // Техника и технология пищевых производств. – 2023. – Т.53. – №2. – С. 217 – 230.
21. Максимюк, Н.Н. Исследование содержания ксенобиотиков в мясе диких кабанов / Н.Н. Максимюк, М.Б. Ребезов // Междунар. науч.-исслед.журн. – 2015. – №7-2(38). – С. 81-85.
22. Медведев, Н.В. Концентрация тяжелых металлов в волосяном покрове лося и лесного северного оленя в Карелии / Н.В. Медведев, Д.В. Панченко, А.К. Морозов // Вестник охотоведения. – 2014. – Т.11. - № 2. – С. 110-116.
23. Михайлова, Л.А. Природные и антропогенные геохимические аномалии Забайкальского края / Л.А. Михайлова, М.А. Солодухина // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25224> (дата обращения: 20.02.2024).
24. Михеева, Е.В. Морфофункциональные особенности надпочечника и щитовидной железы рыжей полевки на территории природной биогеохимической провинции / Е.В. Михеева // Автореф. дисс. на соиск.уч.степени к.б.н. – Екатеринбург, 2016. – 28 с.
25. Позднякова, В.Ф. Строение, функции и особенности накопления тяжелых металлов и микроэлементов в волосяном покрове лосей разных возрастных групп / В.Ф. Позднякова, М.В. Степанова, Е.А. Пивоварова, Е.Н. Оленчук // Вестник КрасГАУ. – 2019. - № 12. – С. 88-97.
26. Пурмаль, А.П. Антропогенная токсикация планеты / А.П. Пурмаль // Соросовский образовательный журнал. – М., 1998. - № 9. - С. 39 – 51.
27. Сазонов Н.Н. Микроэлементы в мерзлотных экосистемах и их значение в использовании биологических ресурсов Якутии / Н.Н. Сазонов // Автореф. дисс. на соиск.уче.степени д.б.н. – М., 2000. – 41 с.
28. Сергеев, А.А. Тяжелые металлы в охотничьих животных Кировской области / А.А. Сергеев, А.П. Савельев, Н.А. Шулятьева // Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения. – 2004. – С. 170 – 173. EDN: WGAPIN
29. Солодухина, М.А. Геохимические особенности среды и эндемические заболевания Забайкальского края / М.А. Солодухина, Л.А. Михайлова, С.Э. Лапа, Н.М. Бурлака // ЭНИ Забайкальский медицинский вестник. – 2015. - № 4. – С. 169 – 174.
30. Тютиков, С.Ф. Экологический мониторинг статуса микроэлементов / С.Ф. Тютиков, Е.А. Карпова, В.В. Ермаков // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде// Семипалатинск: Семей-Печать, 2000. - С. 260 - 261.
31. Тютиков, С.Ф. Парнокопытные животные как естественные биоиндикаторы при геохимическом мониторинге окружающей среды / С.Ф. Тютиков // Автореф. дисс. на соиск.уч.степени д.б.н. – М., 2016. – 302 с.

32. Энциклопедия Забайкалья: Читинская область: в 4-х т. / Гл. ред. Р.Ф. Гениатулин. – Новосибирск: Наука, 2006. – Т.1. – 541 с.
33. Юргенсон, Г.А. Геохимические особенности руд и техноземов хвостохранилища золото-молибденового рудника Давенда в Восточном Забайкалье / Г.А. Юргенсон, О. К. Смирнова, М. А. Солодухина, Р. А. Филенко // Литосфера. – 2016. - № 2. - С. 91–106.
34. Янин, Е.П. Экологическая геохимия и проблемы биогенной миграции химических элементов 3-го рода / Е.П. Янин // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. - 2003. - С. 37-75.
35. Park S.B. et. Hair trace elements in patients with goiter / S.B. Park, S.W. Choi, A.Y. Nam // Klin. Lab. Diagn. – 2006 – Vol. 8 – P. 19–21.

### References

1. Ob utverzhdenii strategii prostranstvennogo razvitiya RF na period do 2025 goda [On the approval of the spatial development strategy of the Russian Federation for the period up to 2025]: rasporyazhenie pravitel'stva RF ot 13.02.2019. – no. 207-r.
2. Artemenkov, A.A. Problema profilaktiki endemichnyh zabolevanij i mikroelementov u cheloveka [The problem of prevention of endemic diseases and trace elements in humans]. Profilakticheskaya medicina, 2019, vol.22, no.3, pp. 92-100.
3. Artemenkov, A.A. Cherepoveckaya prirodno-tekhnogennaya biogeoхимическая provinciya biosfery [Cherepovets natural and man-made biogeochemical province of the biosphere]. Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I.P. Pavlova, 2021, vol.29, no.2, pp. 315 – 324.
4. Bajtimirova, E.A. Ekologo-fiziologicheskie osobennosti reproduktivnoj funkcii samok ryzhej polevki na territoriyah prirodnyh biogeoхимических provincij [Ecological and physiological features of the reproductive function of female red vole on the territories of natural biogeochemical provinces]. Cand.Dis.Thesis, Perm', 2008, 27 p.
5. Bashkin, V.N. Biogeoхимия [Biogeochemistry]. Moscow: Nauchnyj mir, 2004, 647 p.
6. Bezel', B.C. Populyacionnaya ekotoksikologiya mlekopitayushchih [Population ecotoxicology of mammals]. Moscow: Nauka, 1987, 129 p.
7. Vernadskij, V.I. Zhivoe veshchestvo [Living matter]. Moscow: Nauka, 1978, 358 p.
8. Vikulina N.A. et al. Soderzhanie tyazhelyh metallov v volosyanom pokrove kopytnyh zhivotnyh Zabajkal'skogo kraja [The content of heavy metals in the hair of hoofed animals of Trans-Baikal Territory]. Vestnik IrGSHA, 2022, no.109, pp. 85-92. EDN: DTHCXL
9. Vinogradov, A.P. O geneze biogeoхимических provincij [On the genesis of biogeochemical provinces].Trudy Biogeoхимической laboratorii, 1960, no.11, pp. 3 –7.
10. Glazovskaya, M.A. Teoriya geohimii landshaftov v prilozhenii k izucheniyu tekhnogennyh potokov rasseyanija i analiz sposobnosti prirodnyh sistem k samoochishcheniyu [The theory of geochemistry of landscapes in application to the study of man-made scattering flows and the analysis of the ability of natural systems to self-purification]. Tekhnogennye potoki veshchestva v landshaftah i sostoyanie ekosistem, Moscow: Nauka, 1981, pp. 7 - 41.
11. Gorbachev, A.L. et al.. Biogeoхимическая harakteristika severnyh regionov. Mikroelementnyj status naseleniya Arhangel'skoj oblasti i prognoz razvitiya endemicheskikh zabolevanij [Biogeochemical characteristics of the northern regions. The microelement status of the population of Arkhangelsk region and the prognosis of the development of endemic diseases]. Ekologiya cheloveka, Moscow, 2007, no. 1, pp. 4-11.
12. Gribovskij, G.P. et al. Biogeoхимические provincii Urala i problemy tekhnogeneza [Biogeochemical provinces of the Urals and problems of technogenesis]. Tekhnogenez i biogeoхимическая evolyuciya taksonov biosfery, Moscow, 2003, pp. 174-187.
13. Ermakov, V.V. Geoхимическая ekologiya kak sledstvie sistemnogo izuchenija biosfery [Geochemical ecology as a consequence of the systematic study of the biosphere]. Trudy Biogeoхимической laboratorii instituta geohimii i analiticheskoy himii, 1999, vol.23, pp. 152-182.
14. Ermakov, V.V., Tyutikov, S.F. Geoхимическая ekologiya zhivotnyh [Geochemical ecology of animals]. Moscow: Nauka, 2008, 315 p.

15. Es'kov, E.K. et al. Migratsiya tyazhelykh metallov v troficheskikh tsenyakh agrocenozov v usloviyakh antropogennoj nagruzki [Migration of heavy metals in trophic chains of agrocenoses under anthropogenic stress]. *Agrarnaya Rossiya*, 2012, no.9, pp. 40-43.
16. Ivanov, A.L. Problemy tekhnogeneza v zemledelii Rossijskoj Federacii i sistemy meropriyatij po reabilitacii tekhnogenno-narushennykh territorij [Problems of technogenesis in agriculture of the Russian Federation and the system of measures for the rehabilitation of technogenically disturbed territories]. *Vestnik RSKHN*, 2003, no.1, pp. 8-11.
17. Karanin, A.V. Vzaimosvyazi bioraznobraziya mlekopitayushchih yugo-vostochnoj altajskoj provincii s geokologicheskimi harakteristikami landshaftov [Interrelationships of mammalian biodiversity of the southeastern Altai province with geocological characteristics of landscapes]. *Cand.Dis.Thesis*, Gorno-Altajsk, 2004, 28 p.
18. Koval'skij, V.V. Geohimicheskaya sreda, mikroelementy, reakcii organizmov [Geochemical environment, trace elements, reactions of organisms]. *Trudy Biogeoхимической лаборатории института geohimii i analiticheskoy himii*, 1991, vol.22, p. 5-23.
19. Korobova, E.M. Ekologo-geohimicheskie problemy sovremennoj noosfery [Ecological and geochemical problems of the modern noosphere]. *Moscow:Nauka*, 2019, 122 p.
20. Kochkarev, P.V. et al. Soderzhanie tyazhelykh metallov v organah i tkanyah zajca-belyaka (*Lepus timidus* L., 1758) na severe Krasnoyarskogo kraja [The content of heavy metals in organs and tissues of the white hare (*Lepus timidus* L., 1758) in the north of Krasnoyarsk Territory]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyykh proizvodstv*, 2023, vol.53, no.2, pp. 217 – 230.
21. Maksimyyuk, N.N., Rebezov, M.B. Issledovanie soderzhaniya ksenobiotikov v myase dikih kabanov [Study of the content of xenobiotics in wild boar meat]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2015, no.7-2(38), pp. 81-85. - EDN: UCQOXJ.
22. Medvedev, N.V. et al. Koncentratsiya tyazhelykh metallov v volosyanom pokrove losya i lesnogo severnogo olenya v Karelii [Concentration of heavy metals in the hair of moose and forest reindeer in Karelia]. *Vestnik ohotovedeniya*, 2014, vol.11, no.2, pp. 110-116.
23. Mihajlova, L.A., Soloduhina, M.A. Prirodnye i antropogennye geohimicheskie anomalii Zabajkal'skogo kraja [Natural and anthropogenic geochemical anomalies of Trans-Baikal Territory]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2016, no. 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25224> (data obrashcheniya: 20.02.2024).
24. Miheeva, E.V. Morfofunkcional'nye osobennosti nadpochechnika i shchitovidnoj zhelezy ryzhej polevki na territorii prirodnoj biogeoхимической provincii [Morphofunctional features of the adrenal gland and thyroid gland of the red vole in the territory of the natural biogeochemical province]. *Cand.Dis.Thesis*, Ekaterinburg, 2016, 28 p.
25. Pozdnyakova, V.F. et al. Stroenie, funkcii i osobennosti nakopleniya tyazhelykh metallov i mikroelementov v volosyanom pokrove losej raznykh vozrastnykh grupp [Structure, functions and features of accumulation of heavy metals and trace elements in the hair of moose of different age groups]. *Vestnik KrasGAU*, 2019, no. 12, pp. 88-97.
26. Purmal', A.P. Antropogennaya toksikatsiya planety [Anthropogenic toxification of the planet]. *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal*, 1998, no. 9, pp. 39 – 51.
27. Sazonov, N.N. Mikroelementy v merzlotnykh ekosistemah i ih znachenie v ispol'zovanii biologicheskikh resursov YAkutii [Trace elements in permafrost ecosystems and their importance in the use of Yakutia's biological resources]. *Doc.Dis.Thesis*, Moscow, 2000, 41 p.
28. Sergeev, A.A. et al. Tyazhelye metally v ohotnich'ih zhivotnykh Kirovskoj oblasti [Heavy metals in hunting animals of Kirov region]. *Pishchevye resursy dikoj prirody i ekologicheskaya bezopasnost' naseleniya*, 2004, pp. 170 – 173. EDN: WGAPIN
29. Soloduhina, M.A. et al. Geohimicheskie osobennosti sredy i endemicheskie zabolevaniya zabajkal'skogo kraja [Geochemical features of the environment and endemic diseases of Trans-Baikal Territory]. *ENI Zabajkal'skij medicinskij vestnik*, 2015, no. 4, pp. 169 – 174.
30. Tyutikov, S.F. et al. Ekologicheskij monitoring statusa mikroelementov [Environmental monitoring of the status of trace elements]. *Tyazhelye metally i radionuklidy v okruzhayushchej srede*, Semipalatinsk: Semej-Pechat', 2000, pp. 260 - 261.

31. Tyutikov, S.F. Parnokopytnye zhivotnye kak estestvennye bioindikatory pri geohimicheskom monitoringe okruzhayushchej sredy [Artiodactyls as natural bioindicators in geochemical environmental monitoring]. Doc. Dis. Thesis, Moscow, 2016, 302 p.

32. Enciklopediya Zabajkal'ya: CHitinskaya oblast' [Encyclopedia of Transbaikalia: Chita region: in 4 vol.]. Novosibirsk: Nauka, 2006, vol. I, 541 p.

33. YUrgenson, G.A. et al. Geohimicheskie osobennosti rud i tekhnoszemov hvostohranilishcha zoloto-molibdenovogo rudnika Davenda v Vostochnom Zabajkal'e [Geochemical features of ores and technozems of the Davenda gold and molybdenum mine tailings in Eastern Transbaikalia]. Litosfera, 2016, no. 2, pp. 91–106.

34. YAnin, E.P. Ekologicheskaya geohimiya i problemy biogennoj migracii himicheskikh elementov 3-go roda [Ecological geochemistry and problems of biogenic migration of chemical elements of the 3rd kind]. Tekhnogenez i biogeohimicheskaya evolyuciya taksonov biosfery, 2003, pp. 37-75.

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе полученных данных. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

**Автор несет полную ответственность за изложенный в статье материал.**

**Author's contribution.** The author of this study was directly involved in the planning, execution and analysis of the data obtained. The author of this article has reviewed and approved the final version.

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**The author bears full responsibility for the material presented in the article**

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 14.02.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 10.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 18.03.2024

### **Сведения об авторе**

Наталья Александровна Викулина – кандидат биологических наук, доцент факультета Агроресурсы и управление Забайкальского аграрного института – филиала ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”. Область исследований – экология наземных позвоночных. Автор имеет свыше 70 научных публикаций включая монографии и методические пособия.

**Контактная информация:** ЗабАИ - ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Деканат факультета Агроресурсы и управление. 672023, Россия, Чита, ул. Юбилейная, 4, e-mail: NAButina1922@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3776-9529.

### **Information about author**

Natalia A. Vikulina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Faculty of Agricultural Resources and Management of Trans-Baikal Agrarian Institute – branch of FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”. The field of research is the ecology of terrestrial vertebrates. Author has over 70 scientific publications including monographs and text books.

**Контактная информация:** ZabAI - FSBEI HE Irkutsk SAU. Dean's Office of the Faculty of Agricultural Resources and Management. 4 Yubileynaya St., Chita, 672023, Russia, e-mail: NAButina1922@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3776-9529.



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-103-113

УДК: 591.9(234.8)

Научная статья

## ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ КАК ОБЛАСТЬ ОБИТАНИЯ ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ

<sup>1</sup>С.Н. Каюкова, <sup>2</sup>Н.А. Никулина

<sup>1</sup> Забайкальский аграрный институт – филиал ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”, г. Чита, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”, Молодежный, Иркутская область, Иркутский район, Россия

**Аннотация.** Природно-климатические условия Забайкальского края являются уникальными и обуславливают богатство флоры и фауны региона. Значимость охотничьего хозяйства, не смотря на все проблемы и кризисы, остаётся на должном уровне. К сожалению, в Забайкальском крае мы наблюдаем деградацию естественных лесных экосистем, что связано с интенсивным развитием горнодобывающей и лесоперерабатывающих промышленности. Органы охот- и лесонадзора выполняют возлагаемые на них функции. Поэтому в статье представлен информационно-аналитический материал, содержащий данные по состоянию земельного фонда в Забайкальском крае, в частности лесного фонда, а также анализа деятельности Государственного лесного надзора и охраны и регулирования использования объектов животного мира на территории охотничьих угодий Забайкальского края. Внимание акцентировано на важность вопроса исследования взаимосвязи знания особенностей среды обитания охотничьих животных, её состояния и изменений как основной методологической базы в вопросе баланса системы “охоты” и «сохранения охотничьих ресурсов». Проведён анализ государственных докладов о состоянии окружающей среды как в Российской Федерации, так и в Забайкальском крае. Показано, что при росте численности охотников и сокращающемся фонде земель, покрытых лесной растительностью важно уделять внимание изучению среды обитания животных, при этом работа надзорных органов вносит большой вклад в сохранение охотничьих ресурсов. Предложенный материал может быть использован в качестве справочного для студентов, обучающихся по направлениям “биология” (профиль “охотоведение”), “лесное дело”, в структурах лесной и охотничьей отраслях.

**Ключевые слова:** Забайкальский край, биогеоценоз, лесной фонд, охотничий надзор, охотничье-промысловая фауна, земельный фонд

**Для цитирования:** Каюкова С.Н., Никулина Н.А. Забайкальский край как область обитания охотничьих животных. *Научно-практически журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024; 3(122): 103-113. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-103-113.

## TRANSBAIKAL TERRITORY AS A HABITAT OF HUNTING ANIMALS

<sup>1</sup>Svetlana N. Kayukova, <sup>2</sup>Natalia A. Nikulina

<sup>1</sup>Trans-Baikal Agricultural Institute – branch of FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”, Chita, Russia

<sup>2</sup>FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”, Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia

**Abstract.** The natural and climatic conditions of the Trans-Baikal Territory are unique and determine the richness of the flora and fauna of the region. The importance of hunting, despite all the problems and crises, remains at the proper level. Unfortunately, in the Trans-Baikal Territory we are witnessing the degradation of natural forest ecosystems, which is associated with the intensive development of the mining and timber processing industries. Hunting and forestry inspection bodies perform the functions assigned to them. Therefore, the article presents information and analytical material containing data on the state of land fund in the Trans-Baikal Territory, in particular the forest fund, as well as an analysis of the activities of the State Forestry Supervision and Protection and Regulation of the Use of Fauna in the hunting grounds of the Trans-Baikal Territory. Attention is focused on the importance of studying the relationship between knowledge of the characteristics of the habitat of game animals, its condition and changes as the main methodological basis in the issue of balancing the “hunting” system and “conservation of hunting resources”. An analysis of government reports on the state of the environment both in the Russian Federation and in the Trans-Baikal Territory was carried out. It is shown that with an increase in the number of hunters and a shrinking fund of lands covered with forest vegetation, it is important to pay attention to the study of the habitat of animals, while the work of supervisory authorities makes a great contribution to the conservation of hunting resources. The proposed material can be used as a reference for students studying in the areas of “biology” (profile “game science”), “forestry”, in the structures of the forestry and hunting industries.

**Keywords:** Transbaikal region, biogeocenosis, forest fund, hunting supervision, hunting fauna, land fund

**For citation:** Kayukova S.N., Nikulina N.A. Transbaikal territory as a habitat of hunting animals. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. 2024; 3 (122): 103-113. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-103-113.

**Введение.** В Стратегии развития охотничьего хозяйства в Российской Федерации до 2030 года [10] установлены приоритеты и основные направления государственной политики Российской Федерации в области охоты и сохранения охотничьих ресурсов. Многие исследователи отмечают не только актуальность и важность вопроса “Сохранения охотничьих ресурсов”, но и его противоречие. Так, по данным Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) [1] количество охотников в Российской Федерации с 2012 года увеличилось практически на 2 млн. человек и составило в 2020 году 4702858. При этом площадь земель, покрытых лесной растительностью с 2012 года по 2022 год сократилась на 463.6 тыс. га.

Показатель лесных земель, пройденных пожарами также ежегодно растёт, причём в невероятных цифрах. Для примера только с 1992 года по 2012 год их площадь увеличилась с 691478 тыс. га до 2101183.9 тыс. га. Поэтому все исследователи единогласны в том, что ”Необходим баланс между сохранением природных ресурсов РФ, в частности – охотничьих ресурсов, и стремлением граждан реализовать свое законное право на осуществление охоты в соответствии с законодательством РФ” [2].

Методологической базой является изучение вопроса взаимосвязи охотничьих ресурсов со средой их обитания, её трансформацией как природного, так и антропогенного (связанного с социумом) характера. Планирование развития и рациональной эксплуатации охотничьих ресурсов требует не только оценки этих ресурсов, но и понимания их взаимосвязи с территорией, на которой они обитают и с формами использования территории. Для этого необходимо исследовать, изучать и знать особенности региона. Детальное изучение местообитаний может ответить на конкретные вопросы о взаимоотношениях вида охотничьего животного со средой [9]. На территории Российской Федерации располагаются 4 центра биоразнообразия: Северо-Кавказский, Саяно-Алтайский, Приморский и Крымский [3-8]. Горные регионы Российской Федерации отличаются более высоким уровнем биоразнообразия, чем регионы с тундровыми, лесотундровыми ландшафтами и ландшафты арктических пустынь. Забайкальский край как область обитания охотничьих животных является уникальной территорией и, по-нашему мнению, требует более детальной инвентаризации по оценке, учёту и картированию ресурсов, пригодных для обитания охотничьих животных. Резко-континентальные особенности региона, значительная протяженность края с запада на восток (более 800 километров) и с севера на юг (почти 1000 км), перепад высот (до 2781 м), площадь (431.5 тыс.км<sup>2</sup>), принадлежность части территорий к Байкальской рифтовой зоне, большое разнообразие видов дичи и их различными требованиями к среде обитания – создают свою специфику Забайкальского края как продуктивной территории для охотничье-промысловой фауны. Большая часть площади Забайкальского края мало заселена и она имеет очень низкие (в связи с многолетней мерзлотой) потенциальные возможности для сельского хозяйства и значительно более высокие – для охотничьего и лесного хозяйства. Данные труднодоступные и удаленные от населённых пунктов территории могут служить зоной покоя для диких животных. Именно поэтому необходимо правильное освоение и использование этих угодий. Так, современный ландшафт Забайкальского края и особенности природной среды сформированы под влиянием активного воздействия на них человека. Развитие горнодобывающей промышленности способствует тому, что значительные площади среды обитания охотничьих животных трансформированы и мало пригодны для обитания. Север региона, который является уникальным комплексом также претерпевает изменения. Трансформация лесных сообществ севера может нанести непоправимый ущерб.

Тем не менее, ресурсы объектов животного мира имеют тенденцию к увеличению. Видовой состав диких животных, отнесенных к объектам охоты, остался без изменений.

Охотничье хозяйство, строящееся на разумности использования природных ресурсов с преимущественным развитием тех элементов природного комплекса, которые представляют наибольший интерес для охотника, должны базироваться на знании особенностей и состояния земель лесного фонда, так как вполне естественно, что развитие охотничьего хозяйства вполне закономерно в данных биогеоценозах.

**Цель** - проанализировать Забайкальский край как область обитания охотничьих животных и состояния земель лесного фонда в Забайкальском крае и результатов органов надзора в соответствующих областях.

**Материалы и методы.** При подготовке работы использовалась научно-методическая литература, государственные доклады о состоянии окружающей среды в Российской Федерации и Забайкальском крае [1-12].

**Результаты и обсуждение.** Территория охотничьего района может включать в себя земли различных категорий, входящих в Земельный фонд Российской Федерации [11].

Все территории (фонд охотничьих угодий) делятся на три основные категории:

- лесная охота.

Территории, покрытые лесом земли, рубки, вырубки, лесные дороги, поляны;

- полевые охотничьи угодья.

В основном это земли колхозов, совхозов и других землепользователей.

Полевые земли включают пахотные земли, сенокосы, пастбища, травяная и кустарниковая растительность;

- водно-болотные охотничьи угодья - это верхние, переходные и равнинные болота, торфяники, реки, ручьи, рвы, озера, пруды и т. д. [12].

В соответствии с данными отчета “О наличии земель и распределении их по формам собственности, категориям и угодьям в Забайкальском крае” площадь земельного фонда Забайкальского края на 1 января 2023 года составила 43189.2 тысяч га – это 16.1 % от земельного фонда ДВФО ( 695255.5 тыс. га). Большая часть территории края занята землями лесного фонда 31936.5 тыс.га – 73.9% - это 17% от земель лесного фонда ДВФО (569890.1 тыс. га). Под лесами и древесно-кустарниковой растительностью занято 705.7 тыс. га, под лесными насаждениями, не входящие в лесной фонд – 286.5 тыс. га, под болотами -116.4 тыс. га.

В таких муниципальных районах как Каларский, Тунгиро-Олекминский и Могочинский на земли лесного фонда приходится около 90% занимаемой территории.

Лесные территории расположены на площади 28778.6 тыс. га, что составляет 90.1% от площади лесного фонда.

Площадь, занятая оленьими пастбищами в категории земель лесного фонда составила 2373.1 тыс. га. 95 На территории края располагаются оленьи пастбища, это земельные участки, расположенные в зоне тундры, лесотундры, северной тайги, растительный покров которых пригоден в качестве корма для северных оленей. В состав включаются земли, занятые оленьими пастбищами, предоставленными (или предназначенными) для оленеводства. Оленьи пастбища расположены в Каларском муниципальном округе, Тунгиро-Олёкминском и Тунгокоченском районах края. Распределение земель лесного фонда представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение земель лесного фонда по угодьям

Table 1 – Distribution of forest fund lands by land

| Наименование угодий                          | Площадь (тыс. га) | В процентах от категории |
|--|-------------------|--------------------------|
| Сельскохозяйственные угодья                  | 239.1             | 0.75                     |
| Лесные земли                                 | 28778.6           | 90.1                     |
| Лесные насаждения, не входящие в лесной фонд | 1.1               | 0.003                    |
| Земли застройки                              | 1.9               | 0.01                     |
| Земли под водой                              | 93.2              | 0.29                     |
| Земли под дорогами                           | 26.7              | 0.08                     |
| Нарушенные земли                             | 2.2               | 0.01                     |
| Земли под болотами                           | 848.1             | 2.65                     |
| Прочие земли                                 | 1945.1            | 6.09                     |
| <b>Итого</b>                                 | <b>31936.5</b>    | <b>100</b>               |

Государственный лесной надзор осуществляется государственными лесными инспекторами – работниками Министерства природных ресурсов Забайкальского края и ГКУ “Управление лесничествами Забайкальского края”.

В 2022 году следует отметить существенное увеличение рейдовых мероприятий, направленных на пресечение и фиксацию фактов совершения незаконной рубки деревьев. На территории лесного фонда Забайкальского края с начала пожароопасного сезона 2022 года зарегистрировано 372 лесных пожаров на общей площади 39.9 тыс. га.

Ранее в регионе отмечался ежегодный рост незаконной рубки но удалось повысить выявляемость незаконной рубки, снизить объем незаконно заготовленной древесины и вред, причиненный лесному фонду.

Увеличение кратности рейдовых мероприятий позволяет выявить лесонарушения на более ранних стадиях и тем самым сократить объем незаконно заготовленной древесины.

Выявляемость незаконных рубок лесных насаждений году на территории Забайкальского края составила 45%.

На территории Забайкальского края реализуется региональный проект ”Сохранение лесов” в рамках национального проекта “Экология”, основной целью которого является обеспечение баланса выбытия и воспроизводства лесов в соотношении 100% к 2024 году.

Таблица 2 – Показатели работы леснадзора в 2021 и 2022 году в Забайкальском крае

Table 2 - Forestry inspection performance indicators in 2021 and 2022 in the Trans-Baikal Territory

| Вид деятельности   | 2021 год                 | 2022 год                      |
|--|--------------------------|-------------------------------|
| Проведено рейдов   | 7895                     | 9 526                         |
| Случаи незаконной рубки  | 949                      | 945                           |
| Объем незаконно заготовленной древесины                            | 32.6 тыс. м <sup>3</sup> | 31 9502.9 тыс. м <sup>3</sup> |
| Вред, причиненный лесному фонду                                    | 190.9 млн. руб.          | 236 955 млн. руб.             |
| Направлено в правоохранительные органы материалов о лесонарушениях | 620                      | 620                           |
| Возбуждено уголовных дел   | 546                      | 546                           |
| Привлечено к уголовной ответственности лиц                         | 210                      | 215                           |
| Возбуждено административных дел, по результатам рассмотрения       | 615                      | 589                           |
| Назначено штрафов на сумму   | 6526.5 тыс. руб.         | 9 385 тыс. руб.               |
| Возмещено причиненного вреда                                       | 257692.8 тыс. руб.       |                               |

Основной показатель ”Отношение площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений” снижается и если в 2020 году составлял 68.7% (при планируемом 41.5%), то в 2022 году – 54.2%, иными словами, в 2022 году – перевыполнен практически в четыре раза.

По объёмам лесовосстановительных работ Забайкальский край входит в тройку субъектов по Дальневосточному федеральному округу, с наибольшей площадью проведенных лесовосстановительных работ.

В 2020 году работы по лесовосстановлению выполнены на площади 24 112 га, в т. ч. арендаторами лесных участков на площади 5497.3 га. Из них искусственное лесовосстановление выполнено на площади 2042 га, включая арендаторами лесных участков на площади 801.4 га. “Компенсационное” лесовосстановление выполнено на площади 501.3 га, направлено на создание лесных насаждений лицами, использующими леса для геологического изучения недр, разработки месторождений полезных ископаемых и строительства линейных объектов.

В 2020 году заготовлено 1152.4 кг семян сосны обыкновенной, посеяно 15.2 га лесных питомников, выращено 6 633.1 тыс. штук стандартного посадочного материала сосны обыкновенной.

В 2021 году удалось увеличить заготовку семян и уже в 2022 году увеличить площади посевов на 30%. Что в свою очередь, позволит увеличить выход посадочного материала к весне 2024 года. Министерством природных ресурсов Забайкальского края разработан поэтапный план восстановления лесов на площади 426.8 тыс. га до 2027 года.

На наш взгляд основным показателем успешности и эффективности в сфере охоты является достаточное поголовье диких зверей и птиц, способное удовлетворить потребности охотников, при этом не нарушить природной баланс. Своего рода – это критерий государственного управления и последствий деятельности человека.

На территории Забайкальского края обитает более 80 видов млекопитающих, из которых в группу охотничье-промысловых животных входит порядка 30 видов. Высоко востребованными объектами промысловой охоты являются копытные животные – лось, олень благородный (изюбрь), косуля сибирская, кабан, кабарга. Основу пушного промысла составляет, главным образом соболь.

Охрану и регулирование использования объектов животного мира на территории охотничьих угодий Забайкальского края осуществляли в 2021 году 43 государственных инспекторов охотнадзора, в 2022 году – 49 охотинспектора. Необходимо отметить положительную динамику в работе надзора (таблица). Так, количество рейдов увеличилось на 49 и составило 1394, при этом количество нарушений снизилось практически в 1.4 раза – до 297, что послужило причиной на данный показатель нельзя ответить, т. к. фактором может быть, как непосредственно снижение нарушений в ходе качественной работы охотничьих инспекторов и органов надзора, так и отсутствие правонарушений в следствие большой нагрузки и площади на инспекторов, труднодоступности участков и прочих факторов. Как следствие изъято меньшее количество оружия – на 37 единиц и наложено меньшее количество штрафов. Ежегодно выявляется около 30 случаев незаконной охоты с признаками уголовно-наказуемого деяния, по которым возбуждается не более 20 уголовных дел за незаконную охоту. Виновные лица привлечены к установленной законом ответственности. На нарушителей наложено более 200 тыс. руб.ей административных штрафов. При этом добыто 41 особь диких копытных животных, 6 особей пернатой дичи, 3 особей пушных животных, а также добыча видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, в количестве 7 особей на сумму ущерба 5.6 млн. руб., что выше показателей 2021 года в 1.5 раза.

Во исполнение требований действующего законодательства в целях предупреждения, выявления и пресечения нарушений, посредством организации и проведения проверок и (или) проведения мероприятий по контролю на территории обитания объектов животного мира, анализу и прогнозированию состояния исполнения обязательных требований при осуществлении органами государственной власти, органами местного

самоуправления, юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и гражданами своей деятельности, управлением по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира Министерства природных ресурсов Забайкальского края (далее – управление) в 2021 году проведена 1 плановая проверка. В ходе проверки нарушений требований законодательства не выявлено.

Таблица 3 – Показатели работы охотнадзора в 2021 и 2022 году в Забайкальском крае

Table 3 – Indicators of hunting supervision in 2021 and 2022 in the Trans-Baikal Territory

| Вид деятельности                                      | 2021 год      | 2022 год      |
|---|---------------|---------------|
| Рейды   | 1345          | 1394          |
| Выявлено нарушений                                    | 417           | 297           |
| Изъято оружия (всего, в том числе с нарезным стволом) | 79/43         | 59/26         |
| штрафов   | 200 000 руб.  | 176 000 руб.  |
| Случаи незаконной охоты                               | 33            | 29            |
| Возбуждено уголовных дел                              | 19            | 13            |
| Ущерб   | 3.7 млн. руб. | 5.6 млн. руб. |

**Заключение.** Сохранение, изучение и знание основ взаимосвязи между изменениями в природе и состоянием охотничьих ресурсов по принципу “единства” поможет обеспечить баланс между интересами “охотников” и рациональной системой управления охотничьих ресурсов. В данном случае, именно надзор играет важную роль в сохранении и устойчивом использовании природных ресурсов. Благодаря надзору, осуществляется контроль за правильностью использования ресурсов и предупреждается их истощение. В свою очередь, информирование и обучение общественности способствует большей осознанности о надлежащем использовании ресурсов и сохранении среды обитания, налаживанию конструктивного диалога между должностными лицами и гражданами. Для сохранения угодий, пригодных для обитания охотничье-промысловых животных, необходимы более эффективные законодательные решения, которые позволят не только увеличить значение охотничьей отрасли, но и сохранить уникальные ландшафты Забайкальского края.

#### Список литературы

1. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году”. - М.: Минприроды России; НПП “Кадастр”, 2019. - 844 с.
2. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2019 год. – Чита, 2020. – 241 с.
3. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2020 год. – Чита, 2021. – 231 с.
4. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2021 год. – Чита, 2022. – 203 с.

5. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2022 год. – Чита, 2023. – 235 с.
6. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году. Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2023. – 686 с.
7. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) <https://www.fedstat.ru/indicator/42172> –
8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 03 июля 2014 г. № 1216-р “Об утверждении Стратегии развития охотничьего хозяйства в Российской Федерации до 2030 года” // Собрание Законодательства Российской Федерации №28 от 14 июля 2014 года, ст. 4107.
9. Васильев, А.П. Регламентация средств добычи охотничьих животных как способ сохранения охотничьих ресурсов / А.П. Васильев // Теория права и межгосударственных отношений. Учредители: Иглин Алексей Владимирович. – 2021. - №6 (18). – С. 52-66. - EDN: TDWZBQ.
10. Перрет, Н.Г. Оценка охотничьих угодий в Канаде / Н.Г. Перрет // IX Международный конгресс биологов-охотоведов. – М., 1969. – С. 47-52.
11. Станкевич, В.М. Исследование проблемы рационального использования территории и сохранения природных охотничьих ресурсов / В.М. Станкевич // Аллея науки: учредители: ИП Шелистов Денис Александрович (Издательский центр "Quantum") – 2019. - №3 (30). – С. 755-758. - EDN: EKNGHS
12. Шишигина, А.Н. О совершенствовании концептуальных подходов к государственному регулированию в области охоты и сохранения охотничьих ресурсов / А.Н. Шишигина, В.В. Соснин // Арктика 2023: актуальные вопросы, проблемы, решения. Учредители: Экспертный центр Проектный офис развития Арктики. – 2020. - № 1. – С. 45-50. - EDN: EKNGHS.

### References

1. Gosudarstvennyj doklad “O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2018 godu” [State report “On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2018”]. Moscow: Minprirody Rossii; NPP “Kadastr”, 2019, 844 p.
2. Doklad ob ekologicheskoj situacii v Zabajkal'skom krae za 2019 god [Report on the environmental situation in the Trans-Baikal Territory for 2019]. Chita, 2020, 241 p.
3. Doklad ob ekologicheskoj situacii v Zabajkal'skom krae za 2020 god [Report on the environmental situation in the Trans-Baikal Territory for 2020]. Chita, 2021, 231 p.
4. Doklad ob ekologicheskoj situacii v Zabajkal'skom krae za 2021 god [Report on the environmental situation in the Trans-Baikal Territory for 2021]. Chita, 2022, 203 p.
5. Doklad ob ekologicheskoj situacii v Zabajkal'skom krae za 2022 god [Report on the environmental situation in the Trans-Baikal Territory for 2022]. Chita, 2023, 235 p.
- Sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2022 godu. Gosudarstvennyj doklad [On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2022. State report]. Moscow: Minprirody Rossii; MGU imeni M.V. Lomonosova, 2023, 686 p.
- Edinaya mezhvedomstvennaya informacionno-statisticheskaya sistema (EMISS) [Unified interdepartmental information and statistical system
6. ]. <https://www.fedstat.ru/indicator/42172>.
- Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 03 iyulya 2014 g. № 1216-r “Ob utverzhdenii Strategii razvitiya ohotnich'ego hozyajstva v Rossijskoj Federacii do 2030 goda”,. Sобрание Zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii №28 ot 14 iyulya 2014 goda, st. 4107 [Order of the Government of the Russian Federation dated July 3, 2014 No. 1216-r “On approval of the Strategy

for the development of hunting in the Russian Federation until 2030”, Collection of Legislation of the Russian Federation No. 28 dated July 14, 2014, Art. 4107].

7. Vasil'ev, A.P. Reglamentaciya sredstv dobychi ohotnich'ih zhivotnyh kak sposob sohraneniya ohotnich'ih resursov [Regulation of hunting animals as a way to preserve hunting resources]. Teoriya prava i mezhdgosudarstvennyh otnoshenij. Uchrediteli: Iglin Aleksej Vladimirovich, 2021, no.6 (18), pp. 52-66. - EDN: TDWZBQ.

8. Perret, N.G. Ocenka ohotnich'ih ugodij v Kanade [Assessment of hunting grounds in Canada]. Moscow, 1969, pp. 47-52.

9. Stankevich V.M. Issledovanie problemy racional'nogo ispol'zovaniya territorii i sohraneniya prirodnyh ohotnich'ih resursov [The study of the problem of rational use of the territory and conservation of natural hunting resources]. Alleya nauki: uchrediteli: IP Shelistov Denis Aleksandrovich (Izdatel'skij centr "Quantum"), 2019, no.3 (30), pp. 755-758. - EDN: EKNGHS

10. Shishigina, A.N., Sosnin, V.V. O sovershenstvovanii konceptual'nyh podhodov k gosudarstvennomu regulirovaniyu v oblasti ohoty i sohraneniya ohotnich'ih resursov [On improving conceptual approaches to state regulation in the field of hunting and conservation of hunting resources]. Arktika 2023: aktual'nye voprosy, problemy, resheniya. Uchrediteli: Ekspertnyj centr Proektnyj ofis razvitiya Arktiki, 2020, no. 1, pp. 45-50. - EDN: EKNGHS.

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе полученных данных. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

**Автор несет полную ответственность за изложенный в статье материал.**

**Author's contribution.** The author of this study was directly involved in the planning, execution and analysis of the data obtained. The author of this article has reviewed and approved the final version.

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**The author bears full responsibility for the material presented in the article**

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 02.12.2023

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 14.01.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 18.03.2024

### **Сведения об авторах:**

Светлана Николаевна Каюкова – кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора по научно-исследовательской работе Забайкальского аграрного института – филиала ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”. Область исследований – экология наземных позвоночных, имеет свыше 70 научных публикаций, включая монографии и методические пособия.

**Контактная информация:** ЗаБАИ - ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ. Деканат факультета Агроресурсы и управление. 672023, Россия, Чита, ул. Юбилейная, 4, e-mail: snk81@list.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2506-7167>.

Никулина Наталья Александровна - доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии и экологии Института управления природными ресурсами-факультет охотоведения им вского. Область исследований - эктопаразиты наземных позвоночных и их роль в распространении природноочаговых заболеваний; экология позвоночных в трансформированных ландшафтах Предбайкалья. Автор 6 монографий и более 200 научных публикаций.

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени Ежевского”, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, e-mail: nikulina@igsha.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0601-2657>.

### **Information about authors**

Svetlana N. Kayukova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Research Work of Trans-Baikal Agrarian Institute – branch of FSBEI HE “Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky”. The field of research is the ecology of terrestrial vertebrates. Author has over 70 scientific publications including monographs and text books.

**Contact information:** ZabAI - FSBEI HE Irkutsk SAU. Dean's Office of the Faculty of Agricultural Resources and Management. St. Yubileinaya, 4, Chita, Russia, 672023, e-mail: snk81@list.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2506-7167>.

Natalia A. Nikulina - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of General Biology and Ecology. Institute of Natural Resources Management-Faculty of Game Management named after V.N. Skalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. Research area - ectoparasites of terrestrial vertebrates and their role in the spread of natural focal diseases; ecology of vertebrates in the transformed landscapes of the Pre-Baikal region. Author 6 of monographs and over 200 scientific papers.

**Contact information:** FSBEI HE Irkutsk SAU. Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, e-mail: nikulina@igsha.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0601-2657>.



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-114-125

УДК 504.74.06; 504.75; 574.9; 581.9 (571.15) 52

Научная статья

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ И НАХОДЯЩИХСЯ ПОД УГРОЗОЙ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЖИВОТНОГО МИРА В ЮГО-ВОСТОЧНОМ АЛТАЕ И НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ “САЙЛЮГЕМСКИЙ”. Ч. V

<sup>1</sup>А.О. Кужлеков, <sup>2</sup>А.А. Бондаренко, <sup>1,3,4</sup>А.В. Бондаренко, <sup>1</sup>Д.Г. Маликов, <sup>1,2</sup>Д.И. Гуляев

<sup>1</sup>ФГБУ “Национальный парк Сайлюгемский”, г. Горно-Алтайск, Республика Алтай, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО “Горно-Алтайский государственный университет”, г. Горно-Алтайск,  
Республика Алтай, Россия

<sup>3</sup>НИИ алтаистики им. С.С. Суразакова, г. Горно-Алтайск, Республика Алтай, Россия

<sup>4</sup>Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск, Россия

**Аннотация.** Осуществлена обработка и представлен анализ полевых материалов с 7 флеш-карт видеокамер общим объемом 688 ловушко-суток, 1586 снимков в кластере “Сайлюгем” – бассейн р. Чаган-Бургазы, истоки рр. Саржематы (левый приток – 3145 м над ур.м.), Баян-Чаган (правый приток – 3582 м над ур.м.) – г. Пик журналистов, урочище “Каланегир” – бассейн р. Тархата и окрестности г. Черная (Колдо-оюк), 3431 м над ур.м. Фауна позвоночных животных представлена 26 видами. Класс млекопитающие – 18 видов, из них самый представительный отряд хищные – 8, грызуны – 3, парнокопытные и зайцеобразные по 2 вида, соответственно. Класс птицы – 8 видов, из них отряд соколообразные – 2, курообразные – 1, воробьинообразные – 5 видов. Исследованная территория уникальна в плане обитания (7 видов – 27%, от общего числа), занесенных в Красную книгу Республики Алтай. Впервые, за 2023 год работы установленных ф/ловушек на территории Юго-Восточного Алтая, в объектив попал балобан в бассейне р. Саржематы. Установлен факт эффективной работы (от 52-93 %, а в среднем 56 %) фотоловушек. Отмечены высокие показатели регистрации животных на четырех ф/ловушках № 4; № 5; № 2 и № 6, соответственно. Лидерами по регистрации у млекопитающих являются 5 видов: архар, сибирский горный козел, серый сурок, россомаха и корсак. У птиц 3 вида: краснобрюхая горихвостка, клушица и мохноногий курганник. Отмечена высокая частота проходов снежного барса - 9 случаев регистрации (90%) в урочище “Каланегир”. Пик активности приходится на январь-апрель 2023 года. Кормовая база достаточная, установлены объекты его питания (архар).

**Ключевые слова:** Национальный парк “Сайлюгемский”, кластер “Сайлюгем”, снежный барс – *Panthera uncia* Schreber, 1776, архар – *Ovis ammon ammon* L., 1758, манул – *Felis manul* Pall., 1776, млекопитающие, птицы, популяция.

**Для цитирования:** Кужлеков А.О., Бондаренко А.А., Бондаренко А.В., Маликов Д.Г., Гуляев Д.И. Современное состояние популяций редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира в Юго-Восточном Алтае и национальном парке “Сайлюгемский”. Ч. V. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024;3 (122): 114-125. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-114-125.

## CURRENT STATE OF POPULATIONS OF RARE AND ENDANGERED WILDLIFE OBJECTS IN THE SOUTH-EASTERN ALTAI AND THE " SAYLUGEMSKY NATIONAL PARK". PART V

<sup>1</sup>Alexey O. Kuzhlekov, <sup>2</sup>Alexey A. Bondarenko, <sup>1,3,4</sup>Alexey V. Bondarenko, <sup>1</sup>Denis G. Malikov, <sup>1,2</sup>Denis I. Gulyaev

<sup>1</sup>FSBI "Saylyugemsky National Park", Gorno-Altai, Altai Republic, Russia

<sup>2</sup>FSBEI HE "Gorno-Altai State University", Gorno-Altai, Altai Republic, Russia

<sup>3</sup>S.S. Surazakov Altaistics Research Institute, Gorno-Altai, Altai Republic, Russia

<sup>4</sup>Institute of Systematics and Ecology of Animals, SB RAS, Novosibirsk, Russia

**Abstract.** The processing and analysis of field materials from 7 flash cards of video cameras with a total volume of 688 trap-days, 1586 images in the “Saylugem” cluster - the basin of the Chagan–Burgazy river, the sources of the Sarzhematy river (left tributary – 3145 m above sea level), Bayan-Chagan (right tributary – 3582 m above sea level) – the Peak of journalists, the Kalanegir area – the basin of the Tarkhata river and the surroundings of Chernaya (Koldo-oyuk), 3431 m above sea level. The fauna of vertebrates is represented by 26 species. Class of mammals – 18 species, of which the most representative order is predatory – 8, rodents – 3, artiodactyls and hares - 2 species, respectively. Class of birds - 8 species, of which the order Falconiformes - 2, Galliformes - 1, Passeriformes - 5 species. The studied territory is unique in terms of habitat (7 species – 27% of the total number) listed in the Red Book of the Altai Republic. For the first time, in 2023, the year of operation of the installed f/ traps on the territory of Southeastern Altai, a saker falcon was caught in the lens in the Sarzhematy river basin. The fact of effective operation (from 52-93%, and on average 56%) of photo/traps has been established. High rates of animal registration were noted at four traps No. 4; No. 5; No. 2 and No. 6, respectively. The leaders in registration among mammals are 5 species: argali, Siberian mountain goat, gray marmot, wolverine and corsac fox. The birds have 3 species: Red-bellied Redstart, Chough and Rough-legged Buzzard. A high frequency of snow leopard passages was noted - 9 cases of registration (90%) in the Kalanegir area. The peak of activity is in January-April 2023. The food supply is sufficient; its food sources have been determined (argali).

**Keywords:** “Saylyugemsky” National Park, “Saylyugem” cluster, snow leopard – *Panthera uncia* Schreber, 1776, argali – *Ovis ammon ammon* L., 1758, manul – *Felis manul* Pall., 1776, mammals, birds, population.

**For citation:** Kuzhlekov A.O., Bondarenko A.A., Bondarenko A.V., Malikov D.G., Gulyaev D.I. Current state of populations of rare and endangered wildlife objects in the South-Eastern Altai and the " Saylugemsky National Park". Part V. *Scientific and practical journal “VestnikIrGSHA”*. 2024;3 (122): 114-125. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-114-125.

**Введение.** Отличие и специфика Юго-Восточного Алтая, от других географических провинций Русского Алтая, в своеобразии аридных ландшафтов и сходстве с прилегающими территориями Северо-Западной Монголии (Котловина Больших Озер). Особенности обусловлены значительной приподнятостью территории (от 1800 м над ур.м. и выше), суровостью и континентальностью климата, существенным влиянием соседних областей

Центральной Азии, что выражается в формировании центрально-азиатского типа высотной поясности в горах юга Западной Сибири [5-6]. Соответственно, вышеуказанными особенностями обладает и кластер “Сайлюгем”, находящийся на этой территории и занимающий центральное положение на юге провинции. По данным Г.Н. Огуреевой, характеризуемая территория, входит в состав Монгольской и Алтайской провинций Сайлюгемского пустошно-тундрово-степного районов [7]. Растительность крайне своеобразна. На ее формирование оказывает влияние гумидный климат равнин Сибири и аридных и семиаридных котловин Тувы, Монголии и Юго-Восточного Алтая. Поясная структура северного макросклона хребта Сайлюгем характеризуется аридностью. В этих условиях сформировалось асимметричное расположение высотных поясов – уникальное смыкание ландшафтов высокогорных центрально-азиатских степей и высокогорных тундр, при выпадении лесного пояса [9]. Такое уникальное явление – взаимопроникновение степей и тундр, нигде больше не повторяется, ни в одном регионе России.

В таких климатических условиях и функционирует в сегодняшних условиях Национальный парк “Сайлюгемский”, с одноименным кластером, что обусловило распространение растительных сообществ, которые являются соответствующей кормовой базой для уникальных видов животных, обитающих только здесь, например - аргали или архар.

**Цель** - проведение государственного экологического мониторинга биологического разнообразия животных сотрудниками национального парка “Сайлюгемский” в границах кластера и сопредельных территорий Юго-Восточного Алтая.

**Задачи:**

- осуществить обработку и первичный анализ видеоматериалов с 7 флеш-карт фотоловушек, установленных в кластере “Сайлюгем” – бассейн р. Чаган-Бургазы, истоки рр. Саржематы, Баян-Чаган, урочище “Каланегир” – бассейн р. Тархата и окрестности г. Черная хребта Сайлюгем;
- установить фауну позвоночных животных, в том числе редких и исчезающих видов, зарегистрированных фотоловушками;
- детально проанализировать материал по снежному барсу, определить дату и время проходов с конкретной привязкой к местности;
- оценить его кормовую базу и эколого-биологические особенности местообитаний.

**Материал и методы.** Использован метод фотоловушек. Кластер “Сайлюгем” – бассейн р. Чаган-Бургазы, истоки рр. Саржематы (левый приток – 3145 м над ур.м.), Баян-Чаган (правый приток – 3582 м над ур.м.) – г. Пик журналистов, урочище “Каланегир” – бассейн р. Тархата и окрестности г. Черная (“Колдо-оюк”), 3431 м над ур.м. Общий объем исследованного материала составляет 10 месяцев 6 дней (688 ловушко-суток). Получено и проанализировано 1586 записей фотоснимков с 7 флеш-карт. Время работы фотоловушек, даты установки и окончания работы:

- урочище “Каланегир” - 1 флеш-карта: 01.01.2023 - 08.08.2023 г;
- исток р. Саржематы - 3 флеш-карты: 07.07.2023 - 06.11.2023 г;
- г. Пик журналистов - 1 флеш-карта: 08.07.2023 - 26.08. 2023 г;
- г. Черная (“Колдо-оюк”)- 1 флеш-карта: 06.07.2023 - 25.08. 2023 г;
- исток р. Баян-Чаган - 1 флеш-карта: 08.07.2023 - 06.11. 2023 г.

Установка и снятие флеш-карт с фотоловушек проведена сотрудниками НП “Сайлюгемский”. Обработка, анализ первичных полевых материалов и написание научной летописи - А.В. и А.А. Бондаренко. В определении птиц большую консультационную помощь оказали орнитологи: д.б.н. Л.Г. Вартапетов, к.б.н. В.А. Шило (ИСиЭЖ СО РАН, г. Новосибирск) и д.б.н. С.В. Пыжьянов (ИГУ, г. Иркутск).

Кластер “Сайлюгем” – бассейн р. Чаган-Бургазы (истоки рек Саржематы и Баян-Чаган) относится к рекам бассейна р.Чуя. Слой стока рек на хребте Сайлюгем составляет до 50 мм, является самым низким значением в Горном Алтае. По характеру внутригодового стока относится к рекам летнего половодья с отсутствием зимнего стока. Тип питания снеговой. Половодье поддерживается постепенным таянием накопленных твердых атмосферных осадков. Река Чаган-Бургазы, образуется при слиянии р. Саржематы (левый приток – 21 км длина) и р. Баян-Чаган (правый приток – 17 км). Общая длина водотока – 51 км, площадь водораздела – 565 км<sup>2</sup>. Сама долина расположена в новейшем тектоническом разломе, поэтому для рек, стекающих с хр. Сайлюгем, характерна значительная фильтрация выпавших осадков в почвогрунты [2]. Прибрежные террасы р. Чаган-Бургазы и днище котловины покрыты ковыльно-анабазисовыми пустынными степями [7].

**Результаты и обсуждение.** Исследование территории проводилось и ранее специалистами в 2011 [8], 2012 [10], 2014 [4], 2023 [1] годах и продолжаются в настоящее время, тем самым формируется и пополняется база данных биологического разнообразия животного мира ключевых участков и сопредельных территорий национального парка.

Анализ новых сведений проведен в установленные сроки, просмотрено 1586 видеозаписей с 7 фотоловушек. Достоверно установлена фауна млекопитающих и птиц (15 и 8 видов, соответственно, см.табл.1). Млекопитающие: бурый медведь (сайлюгемская популяция), архар, снежный барс, манул, сибирский горный козел, волк, россомаха, лисица, корсак, ласка, монгольская пищуха, длиннохвостый суслик, серый сурок, заяц-толай, полевка, вид не установлен. Из домашних животных – корова, як и сарлык. Из птиц: балобан, мохноногий курганник, бледный дрозд, алтайский улар, клушица, гималайская завирушка, краснобрюхая горихвостка, ворон и трудно определяемые виды, включены в отряд воробьинообразные.

Лидерами по регистрации на ф/ловушках – у млекопитающих являются 5 видов: архар (от 27 до 145 проходов), сибирский горный козел или козерог (от 15 до 52), серый сурок (от 17 до 30), россомаха и корсак (от 1 до 3,

соответственно). У птиц 3 вида лидера: краснобрюхая горихвостка, клушица (от 3 до 13 и от 3 до 8, соответственно) и мохноногий курганник (от 5 до 7).

Проанализирован материал работы автоматических камер с проходами снежного барса (табл.2). Общее количество составило 9 проходов: из них 8 – в урочище “Каланегир” и 1 – окрестности г. Черная, урочище “Колдо-оюк”, хребет Сайлюгем. Впервые, за 2023 год работы ф/ловушек на территории Юго-Восточного Алтая, в объектив попал балобан в бассейне р. Саржематы, вид со статусом 1 категории в Красной книге Республики Алтай.

Таблица 1 – Видовой состав млекопитающих и птиц, зарегистрированных методом фотоловушек, кластер “Сайлюгем” – бассейн р. Чаган-Бургазы, истоки рр. Саржематы (левый приток – 3145 м над ур.м.), Баян-Чаган (правый приток – 3582 м над ур.м.) – г. Пик журналистов, урочище “Каланегир” – бассейн р. Тархата и окрестности г. Черная, (“Колдо-оюк”, 3431 м над ур.м.), 2023 г.

Table 1 – The species composition of mammals and birds recorded by the method of photo/traps, “Saylyugem” cluster – the Chagan–Burgazy river basin, the sources of the Sarzhematy river (left tributary – 3145 m above sea level), Bayan-Chagan (right tributary – 3582 m above sea level) – the Peak of journalists, the Kalanegir area – the basin of the Tarkhata river and the surroundings of Chernaya (Koldo-oyuk), 3431 m above sea level, 2023

| №   | Вид/кол-во фото   | Ф/л №1 | Ф/л №2 | Ф/л №3 | Ф/л №4 | Ф/л №5 | Ф/л №6 | Ф/л №7 | Примечание                        |
|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------------------|
| 1   | 2   | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10                                |
| <b>КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ – МАММАЛИА</b>     |   |        |        |        |        |        |        |        |                                   |
| <b>Отряд Хищные – Carnivora</b>           |   |        |        |        |        |        |        |        |                                   |
| 1.  | Снежный барс – <i>Panthera uncia</i> Schreber, 1776                   | 8      | -      | -      | -      | 1      | -      | -      | 1 категория, Красная книга РА [3] |
| 2.  | Бурый медведь (Сайлюгемская популяция) – <i>Ursus arctos</i> L., 1758 | -      | -      | -      | -      | 1      | -      | 2      | 2 категория, Красная книга РА [3] |
| 3.  | Манул – <i>Felis manul</i> Pall., 1776                                | -      | -      | -      | -      | -      | 1      |        | 2 категория, Красная книга РА [3] |
| 4.  | Волк – <i>Canis lupus</i> L., 1758                                    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 1      |                                   |
| 5.  | Росомаха – <i>Gulo gulo</i> L., 1758                                  | -      | 2      | -      | -      | -      | 3      | 1      |                                   |
| 6.  | Лисица – <i>Vulpes vulpes</i> L., 1758                                | -      | 3      | -      | -      | -      | -      | -      |                                   |
| 7.  | Корсак – <i>Vulpes corsac</i> L., 1768                                | 1      | -      | -      | -      | 2      | 3      | 3      |                                   |
| 8.  | Обыкновенная ласка – <i>Mustela nivalis</i> L., 1758                  | -      | -      | -      | 1      | -      | -      | -      |                                   |
| <b>Отряд Парнокопытные – Artiodactyla</b> |   |        |        |        |        |        |        |        |                                   |
| 9.  | Архар – <i>Ovis ammon ammon</i> L., 1758                              | 2      | 145    | -      | 2      |        | 27     | 37     | 1 категория, Красная книга РА [3] |
| 10.                                       | Сибирский горный козел – <i>Capra sibirica</i> Pall., 1776            | -      | 15     | 2      | 18     | -      | -      | 52     |                                   |

Продолжение таблицы 1

| 1                                       | 2   | 3 | 4 | 5  | 6  | 7  | 8   | 9  | 10                                |
|---|---|---|---|----|----|----|-----|----|-----------------------------------|
| Отряд Грызуны - Rodentia                |   |   |   |    |    |    |     |    |                                   |
| 11.                                     | Серый сурок – <i>Marmota baibacina</i> Kastschenko, 1899                      | - | - | -  | -  | 27 | 30  | 14 |                                   |
| 12.                                     | Длиннохвостый суслик – <i>Citellus undulatus</i> Pall., 1778                  | - | - | 2  | -  | 19 | -   | -  |                                   |
| 13.                                     | Полевка ? – <i>Microtus</i>   | - | - | -  | 4  | -  | 4   | -  |                                   |
| Отряд Зайцеобразные - Lagomorpha        |   |   |   |    |    |    |     |    |                                   |
| 14.                                     | Монгольская пищуха – <i>O. pricei</i> Thomas, 1911                            | - | - | -  | 2  | -  | -   | -  |                                   |
| 15.                                     | Заяц-толай – <i>Lepus tolai</i> Pall., 1778                                   | - | - | -  | -  | -  | 1   | 1  |                                   |
| Домашние животные                       |   |   |   |    |    |    |     |    |                                   |
| 1.                                      | Домашний як   | - | - | -  | -  | 29 |     |    |                                   |
| 2.                                      | Домашняя корова   | - | - | -  | -  | 19 |     |    |                                   |
| 3.                                      | Сарлык  | - | - | -  | -  | 3  |     |    |                                   |
| КЛАСС ПТИЦЫ - AVES                      |   |   |   |    |    |    |     |    |                                   |
| Отряд Соколообразные - Falconiformes    |   |   |   |    |    |    |     |    |                                   |
| 1.                                      | Балобан – <i>Falco cherrug</i> J.E. Gray, 1834                                | - | - | 2  | -  | -  | -   | -  | 1 категория, Красная книга РА [3] |
| 2.                                      | Мохноногий курганник – <i>Buteo hemilasius</i> Temminck et Schlegel, 1884     | - | 5 | -  | -  | -  | -   | 7  | 3 категория, Красная книга РА [3] |
| Отряд Курообразные - Galliformes        |   |   |   |    |    |    |     |    |                                   |
| 3.                                      | Алтайский улар – <i>Tetraogallus altaicus</i> Gebler, 1836                    | - | - | -  | 3  | -  | -   | -  | 3 категория, Красная книга РА [3] |
| Отряд Воробьинообразные - Passeriformes |   |   |   |    |    |    |     |    |                                   |
| 4.                                      | Клушица – <i>Pyrhacorax pyrrhacorax</i> L., 1758)                             | - | 4 | 3  | -  | -  | 8   | 4  |                                   |
| 5.                                      | Гималайская завирушка – <i>Prunella himalayana</i> Blith, 1842                | - | - | -  | -  | -  | 5   |    |                                   |
| 6.                                      | Краснобрюхая горихвостка – <i>Phoenicurus erythrogaster</i> Gildenstadt, 1775 | - | 6 | 1  | -  | 13 | 9   | 3  |                                   |
| 7.                                      | Бледный дрозд – <i>Turdus pallidus</i> J.F. Gmelin, 1789                      | - | - | 2  | -  | -  | -   | -  |                                   |
| 8.                                      | Ворон – <i>Corvus corax</i> L., 1758  | - | 1 | -  | -  | -  | -   | -  |                                   |
| 9.                                      | Отряд воробьинообразные *   | - | 9 | 12 | 10 | 8  | 156 | 41 |                                   |

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2  | 3                 | 4                 | 5                 | 6                 | 7                 | 8                 | 9                 | 10   |
|---|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
|   | ИТОГО: 26 видов,<br>из них:<br>Млекопитающие – 18<br>видов, из них 3 вида –<br>домашние животные.<br>Птицы – 8 видов<br>(+ отряд<br>воробьинообразные) |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   | Всего: 7 видов,<br>внесенных в Красную<br>книгу РА: 4 вида<br>млекопитающих/ 3<br>вида птиц. |
|   | ИТОГО: 1586<br>Видеозаписей (фото-кадров)<br>– шт.   | 41                | 275               | 50                | 45                | 167               | 517               | 491               |  |
|   | ИТОГО:<br>“Пустых кадров” –<br>785 шт.   | 30                | 85                | 27                | 3                 | 45                | 270               | 325               |  |
|   | %, доля полученных<br>видеокадров с фиксацией<br>животных – 56 %   | 27<br>%           | 69<br>%           | 46<br>%           | 93<br>%           | 73<br>%           | 52<br>%           | 34<br>%           |  |
|   | ИТОГО: учетное время<br>фотоловушек (ловушко-<br>сутки) – 688  | 219               | 122               | 93                | 49                | 50                | 33                | 122               |  |
|   | Даты работы фотоловушек<br>(установка/ снятие)   | 01.01.-08.08.2023 | 07.07.-06.11.2023 | 05.08.-06.11.2023 | 08.07.-26.08.2023 | 06.07.-25.08.2023 | 08.07.-10.08.2023 | 07.07.-06.11.2023 |  |

Примечание: Отряд воробьинообразные \* включены виды, представляющие затруднения при определении, в связи с удаленностью их пролетов от фотоловушек.

**Заключение.** Проведенный анализ работы видеокамер в кластере “Сайлюгем” в бассейнах рр. Чаган-Бургазы, Тархата и г. Черная (3431 м над ур.м.) позволил установить видовое богатство и разнообразие животного мира, в том числе редких и исчезающих видов. Фауна позвоночных животных представлена 26 видами. Класс млекопитающие – 18 видов, из них самый представительный отряд хищные – 8, грызуны – 3, парнокопытные и зайцеобразные по 2 вида, соответственно. Домашние животные: як, корова и сарлык. Класс птицы – 8 видов, из них отряд соколообразные – 2, курообразные – 1, воробьинообразные – 5 видов. Исследованная территория уникальна в плане обитания (7 видов – 27%, от общего числа), занесенных в Красную книгу Республики Алтай (2017). Отряд Хищные – Carnivora: снежный барс – *Panthera uncia* Schreber, 1776 – 1 категория, бурый медведь (Сайлюгемская популяция) – *Ursus arctos* Linnaeus, 1758 – 2 категория, манул – *Felis manul* Pallas, 1776 – 2 категория; Отряд Парнокопытные – Artiodactyla: архар – *Ovis ammon ammon* Linnaeus, 1758 – 1 категория; Отряд Соколообразные – Falconiformes: балобан – *Falco cherrug* J.E. Gray, 1834 – 1 категория; мохноногий курганник – *Buteo*

*hemilasius* Temminck et Schlegel, 1884 – 3 категория; Отряд курообразные – Galliformes Алтайский улар – *Tetraogallus altaicus* Gebler, 1836 – 3 категория.

Таблица 2 – Фиксация проходов снежного барса методом фотоловушек, кластер “Сайлюгем” – бассейн р. Чаган-Бургазы, истоки рр. Саржематы (левый приток – 3145 м над ур.м.), Баян-Чаган (правый приток – 3582 м над ур.м.) – г. Пик журналистов, урочище “Каланегир” – бассейн р. Тархата и окрестности г. Черная (“Колдо-оюк”, 3431 м над ур.м.), 2023 г.

Table 2 – Fixation of snow leopard passages by the method of photo/traps, “Saylyugem” cluster – the Chagan–Burgazy river basin, the sources of the Sarzhematy river (left tributary – 3145 m above sea level), Bayan-Chagan (right tributary – 3582 m above sea level) – the Peak of journalists, the Kalanegir area – the basin of the Tarkhata river and the surroundings of Chernaya (Koldo-oyuk), 3431 m above sea level, 2023

| Вид   | ф/л № 1/<br>дата прохода   | ф/л № 2/<br>дата прохода | ф/л № 3/<br>дата прохода | ф/л № 4/<br>дата прохода | ф/л № 5/<br>дата прохода | ф/л № 6/<br>дата прохода | ф/л № 7/<br>дата прохода |
|---|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Снежный барс – <i>Panthera uncia</i> Schreber, 1776 | 06.01.2023;<br>30.01.2023;<br>10.02.2023;<br>20.02.2023;<br>22.02.2023;<br>26.03.2023;<br>15.04.2023 | 0                        | 0                        | 0                        | 12.08.2023               | 0                        | 0                        |
| Кол-во проходов, ИТОГО: 9                           | 8  | 0                        | 0                        | 0                        | 1                        | 0                        | 0                        |
| Кол-во л/суток, ИТОГО: 688                          | 219  | 122                      | 93                       | 49                       | 50                       | 33                       | 122                      |

Подобное обстоятельство еще раз подтверждает, что Юго-Восточный Алтай и, в частности национальный парк “Сайлюгемский” с одноименным кластером, является мировым центром биоразнообразия, где сосредоточено множество редких и исчезающих видов на материке Евразия. Лидерами по регистрации на ф/ловушках у млекопитающих являются 5 видов: архар, сибирский горный козел, серый сурок, россомаха и корсак. У птиц 3 вида: краснобрюхая горихвостка, клушица и мохноногий курганник. Отмечается высокая частота проходов снежного барса, 9 случаев регистрации: из них 8 в урочище “Каланегир” и один на г. Черная (урочище “Колдо-оюк”), хребет Сайлюгем. Пик активности с января по апрель 2023 года, кормовая база оценивается как достаточная, объектами питания служит архар, численность которого в этих местах высокая. Вид предпочитает местообитания, которые

характеризуется крайней аридностью, высокогорные центрально-азиатские степи и ерниковые тундры.

### Список литературы

1. Бондаренко, А.В. Отчет по разделу 4 – осуществление государственного экологического мониторинга, государственного задания № 051-00099-18-02 “Обработка и анализ данных, полученных в ходе проверки фотоловушек в Кош-Агачском районе”, НП “Сайлюгемский”: 1. Кластер “Аргут” – бассейн р. Талдура, Южно-Чуйский хребет. 2. Кластер “Сайлюгем” – бассейн р. Чаган-Бургазы, истоки рр.: Саржематы (левый приток – 3145 м) и Баян-Чаган (правый приток – 3582 м), урочище Шен-Озы (левобережье р. Саржематы, г. Черная, 3431 м) / А.В. Бондаренко, А.А. Бондаренко. – Летопись НП “Сайлюгемский”, 2023. – 71 с.
2. Галахов, В.П. Оледенение максимума последнего похолодания хребта Сайлюгем (Юго-Восточный Алтай) / В.П. Галахов, С.Ю. Самойлова // Природные ресурсы Горного Алтая. – 2007.- № 2. – С. 36-38.
3. Красная книга Республики Алтай. Животные. / Под ред. А.В. Бондаренко. – Горно-Алтайск: ООО “Горно-Алтайская типография”, 2017. – 363 с.
4. Кужлеков, А.О. Отчет о полевых работах на Южно-Чуйском хребте по поиску следов пребывания ирбиса в феврале 2015 г. / А.О. Кужлеков. – Архив Сайлюгемского национального парка, 2015. – 35 с.
5. Куминова, А.В. Растительный покров Алтая / А.В. Куминова. – Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1960. – 460 с.
6. Маринин, А.М. Кош-Агачский республиканский комплексный заказник / А.М. Маринин, Н.П. Малков, В.А. Говердовский и др. – Горно-Алтайск: ООО “Горно-Алтайская типография”, 2000. – С.58-65.
7. Огуреева, Г.Н. Ботаническая география Алтая / Г.Н. Огуреева. – М.: Наука, 1980. – 189 с.
8. Пальцын, М.Ю. Сохранение алтайского горного барана в трансграничной зоне России и Монголии / М.Ю. Пальцын, Б. Лхагвасурен, С.В. Спицын и др. – Красноярск, 2011. – 54 с.
9. Ревушкин, А.С. Высокогорная флора Алтая / А.С. Ревушкин. – Томск: ТГУ, 1988. – 318 с.
10. Спицын, С.В. Отчет об итогах полевого обследования хребтов Табын-Богдо-Ола и Южный Алтай на предмет отсутствия-присутствия ирбиса, проведенного в августе 2012 г. сотрудниками Алтайского заповедника и региональной общественной организации Республики Алтай “Архар” / С.В. Спицын // Архив Алтайского заповедника, 2012. – 33 с.

### References

1. Bondarenko, A.V. Otchet po razdelu 4 – osushchestvlenie gosudarstvennogo ekologicheskogo monitoringa, gosudarstvennogo zadaniya № 051-00099-18-02 «Obrabotka i analiz dannyh, poluchennyh v hode proverki fotolovushek v Kosh-Agachskom rajone», NP “Saylyugemskij”: 1. Klaster “Argut” – bassejn r. Taldura, YUzhno-CHujskij hrebet. 2. Klaster “Saylyugem” – bassejn r. CHagan-Burgazy, istoki rr.: Sarzhematy (levyj pritok – 3145 m) i CHagan-Buyan (pravuj pritok – 3582 m), urochishche SHen-Ozy (levoberezh'e r. Sarzhematy, g. CHernaya, 3431 m) [Report on section 4 – implementation of state environmental monitoring, state task No. 051-00099-18-02 "Processing and analysis of data obtained during the inspection of camera traps in the Kosh-Agach district", NP Saylyugemsky: "Argut" cluster – the basin of the Taldura river, the South Chui ridge. 2. Saylyugem cluster – basin of the Chagan-Burgazy river, sources of the river: Sarzhematy (left tributary – 3145 m) and Bayan-Chagan (right tributary – 3582

m), Shen-Ozy area (left bank of the Sarzhematy river, Chernaya, 3431 m)]. Letopis' NP “Sajlyugemskij”, 2023, 71 p.

2. Galahov, V.P. Oledenenie maksimuma poslednego pohlodaniya hrebta Sajlyugem (YUgo-Vostochnyj Altaj) [Glaciation of the maximum of the last cooling of the Saylyugem ridge (Southeastern Altai)]. Prirodnye resursy Gornogo Altaya, 2007, no. 2, pp. 36-38.

3. Krasnaya kniga Respubliki Altaj. ZHivotnye. [The Red Book of the Altai Republic. Animals]. Gorno-Altajsk: OOO “Gorno-Altajskaya tipografiya”, 2017, 363 p.

4. Kuzhlekov, A.O. Otchet o polevyh rabotah na YUzhno-CHujskom hrebte po poisku sledov prebyvaniya irbisa v fevrale 2015 g. [Report on field work on the Yuzhno-Chui ridge to search for traces of the presence of the snow leopard in February 2015]. Arhiv Sajlyugemskogo nacional'nogo parka, 2015, 35 p.

5. Kuminova, A.V. Rastitel'nyj pokrov Altaya [Vegetation cover of Altai]. Novosibirsk: Izd-vo AN SSSR, 1960, 460 p.

6. Marinin, A.M. Kosh-Agachskij respublikanskij kompleksnyj zakaznik [Kosh-Agach Republican Integrated Nature Reserve]. Gorno-Altajsk: OOO “Gorno-Altajskaya tipografiya”, 2000, pp.58-65.

7. Ogureeva, G.N. Botanicheskaya geografiya Altaya [The botanical geography of Altai]. Moscow: Nauka, 1980, 189 p.

8. Pal'cyn, M.YU. Sohranenie altajskogo gornogo barana v transgranichnoj zone Rossii i Mongolii [Conservation of the Altai mountain sheep in the cross-border zone of Russia and Mongolia]. Krasnoyarsk, 2011, 54 p.

9. Revushkin, A.S. Vysokogornaya flora Altaya [Alpine flora of Altai]. Tomsk: TGU, 1988, 318 p.

10. Spicyn, S.V. Otchet ob itogah polevogo obsledovaniya hrebtoy Tabyn-Bogdo-Ola i YUzhnyj Altaj na predmet otsutstviya-prisutstviya irbisa, provedennogo v avguste 2012 g. sotrudnikami Altajskogo zapovednika i Regional'noj Obshchestvennoj organizacii Respubliki Altaj “Arhar” [Report on the results of a field survey of the Tabyn-Bogdo-Ola and South Altai ridges for the absence-presence of snow leopard conducted in August 2012 by employees of the Altai Nature Reserve and the Regional Public Organization of the Altai Republic "Arkhar"]. Arhiv Altajskogo zapovednika, 2012, 33 p.

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе полученных данных. Автор настоящей статьи ознакомился и одобрил окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

**Автор несет полную ответственность за изложенный в статье материал.**

**Author's contribution.** The author of this study was directly involved in the planning, execution and analysis of the data obtained. The author of this article has reviewed and approved the final version.

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**The author bears full responsibility for the material presented in the article**

### **История статьи / Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 12.02.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 13.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 18.03.2024

### **Сведения об авторах**

Бондаренко Алексей Алексеевич – студент экономико-юридического факультета Горно-Алтайского государственного университета. Область исследований – мониторинг животного мира республики Алтай, ООПТ. Соавтор 3 научных публикаций в журналах ВАК.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8598-7811>

**Контактная информация:** ФГБОУ ВО “Горно-Алтайский государственный университет”, 649000, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1, e-mail: nnesvofk@yahoo.com.

Бондаренко Алексей Викторович – доктор биологических наук, руководитель научно-информационного отдела, старший научный сотрудник НИИ алтаистики им. С.С. Суразакова, старший научный сотрудник Национального парка “Сайлюгемский”, старший научный сотрудник Института систематики и экологии животных СО РАН. Область исследований – энтомология, население, зоогеография, мониторинг животного мира республики Алтай, кадастр ООПТ. Автор 330 научных публикаций, в т.ч. трех монографий:

**Контактная информация:** ФГБУ Национальный парк “Сайлюгемский”, 649780, Республика Алтай, Кош-Агачский район, с. Кош-Агач, ул. Сайлюгемская 1, 649000, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, БНУ РА “Научно-исследовательский институт алтаистики им. С.С. Суразакова”, ул. Социалистическая, 6, 630091, г. Новосибирск, Институт систематики и экологии животных СО РАН, ул. Фрунзе, 11, e-mail: svetaob76@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0062-7239>

Гуляев Денис Игоревич - заместитель директора по развитию приоритетных направлений Национального парка “Сайлюгемский”. Область исследований - териология, зоогеография. Автор более 40 научных публикаций.

**Контактная информация:** ФГБУ Национальный парк “Сайлюгемский”, 649780, Республика Алтай, Кош-Агачский район, с. Кош-Агач, ул. Сайлюгемская 1, e-mail: gulyayev94@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4911-0665>.

Кужлеков Алексей Олегович - научный сотрудник отдела науки, туризма и рекреационной деятельности Национального парка “Сайлюгемский”. Область исследований - экология, зоогеография, териология, гельминтология. Автор более 50 научных публикаций.

**Контактная информация:** ФГБУ Национальный парк “Сайлюгемский”, 649780, Республика Алтай, Кош-Агачский район, с. Кош-Агач, ул. Сайлюгемская 1, e-mail: altaec\_vip@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1932-501X>.

Маликов Денис Григорьевич – директор Национального парка “Сайлюгемский”. Область исследований - зоогеография, териология. Автор более 50 научных публикаций.

**Контактная информация:** ФГБУ Национальный парк “Сайлюгемский”, 649780, Республика Алтай, Кош-Агачский район, с. Кош-Агач, ул. Сайлюгемская 1, e-mail: nauka@sailygem.ru, ORCID: <https://orcid.org/009-0004-6145-0088>.

### **Information about authors**

Alexey A.Bondarenko– student of the Faculty of Economics and Law of FSBEI HE "Gorno - Altaisk State University", direction “Applied informatics in economics”. Area of research: monitoring of the fauna of the Altai Republic, specially protected natural areas. Co-author of 3 scientific publications in Higher Attestation Commission journals.

**Contact information:** FSBEI HE "Gorno-Altaysk State University"

1 Lenkin St., Gorno-Altaysk, Altai Republic, 649000, e-mail: nnesvofk@yahoo.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8598-7811>

Alexey V.Bondarenko– Doctor of Biological Sciences, Head of the Scientific and Information Department, Senior Researcher of S.S. Surazakov Altaistics Research Institute, Senior Researcher of "Saylyugemsky National Park", Senior Researcher of Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS. Research area – entomology, population, zoogeography, monitoring of wildlife

of the Altai Republic, cadastre of specially protected natural areas. Author of more than 330 scientific publications, including three monographs.

**Contact information:** FSBI "Saylyugemsky National Park", 1 Saylyugemskaya St., Kosh-Agach village, Kosh-Agach district, Altai Republic, 649780, S.S. “Surazakov Altaistics Research Institute”, 6 Sotsialisticheskaya St., Gorno-Altaysk, Altai Republic, 649000, Institute of Systematics and Ecology of Animals, SB RAS, 11Frunze St., Novosibirsk, 630091, e-mail: svetaob76@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0062-7239>.

Denis I.Gulyaev - Deputy Director for Development of Priority Areas of "Saylyugemsky National Park". Field of research - theriology, zoogeography. Author of more than 40 scientific publications.

**Contact information:** FSBI "Saylyugemsky National Park", 1 Saylyugemskaya St., Kosh-Agach village, Kosh-Agach district, Altai Republic, 649780, e-mail: gulyayev94@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4911-0665>.

Alexey O.Kuzhlekov - Researcher of the Department of Science, Tourism and Recreational Activities of "Saylyugemsky National Park". Author of more than 50 scientific publications The field of research is ecology, zoogeography, theriology, helminthology.

**Contact information:** FSBI "Saylyugemsky National Park", 1 Saylyugemskaya St., Kosh-Agach village, Kosh-Agach district, Altai Republic, 649780, e-mail: altaec\_vip@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1932-501X>.

Denis G.Malikov– director of "Saylyugemsky National Park". Author of more than 50 scientific publications. Field of research - theriology, zoogeography.

**Contact information:** FSBI "Saylyugemsky National Park", 1 Saylyugemskaya St., Kosh-Agach village, Kosh-Agach district, Altai Republic, 649780, e-mail: nauka@sailygem.ru, ORCID: <https://orcid.org/009-0004-6145-0088>.



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-126-140

УДК 598.2+591.9

Научная статья

## ОРНИТОФАУНА ДЖЕРГИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

<sup>1</sup>В.А. Преловский, <sup>2</sup>С.А. Швецов

<sup>1</sup>Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 664033, г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФГБУ Государственный природный заповедник “Джергинский”, Курумкан, Республика Бурятия, Россия

**Аннотация.** Джергинский заповедник расположен в труднодоступном горном районе республики Бурятия на стыке Баргузинского, Икатского и Южно-Минусинского хребтов. Своеобразие природных ландшафтов, климатических и геоморфологических условий, а также исторического процесса формирования орнитофауны заповедника обусловили её современное видовое разнообразие. Ядро структуры населения орнитофауны бассейна слагают представители сибирского, китайского и европейского типов фаун, значительно меньше представителей тибетского, монгольского и арктического типов фаун и транспалеарктов. В статье приведен полный список орнитофауны, основанный на многолетних наблюдениях и насчитывающий 155 видов, относящихся к 16 отрядам с указанием статуса пребывания вида и категории редкости для охраняемых видов птиц. Основу видового разнообразия составляют четыре наиболее многочисленных в видовом отношении отряда: гусеобразные, соколообразные, ржанкообразные, и воробьинообразные. В настоящее время на территории заповедника встречается 34 вида птиц, включенных в Красную книгу Республики Бурятии, из них 18 видов включены также в Красную книгу Российской Федерации. Ранее не встречавшийся в заповеднике восточный черноголовый чекан, относительно за короткое время распространился по разнотравно-злаковым закустаренным лугам в долине рек Джирга, Ковыли, Биранкур и даже в верховьях р. Баргузин в Амутской котловине. Полярная овсянка, ранее встречавшаяся на осеннем пролете, стала составлять основу летнего населения ерниковых долин рек Джирга, Ковыли и Баргузин. Увеличение списка происходит не только за счет детального обследования территории, но и благодаря фиксации фактов расширения ареалов у некоторых видов птиц. Орнитологические исследования являются важной частью мониторинга окружающей среды заповедной территории, в частности за популяциями редких краснокнижных видов птиц.

**Ключевые слова:** Джергинский заповедник, Баргузин, орнитофауна, видовое разнообразие, редкие виды, мониторинг.

**Для цитирования:** Преловский В.А., Швецов С.А. Орнитофауна Джергинского заповедника. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024;3 (122): 126-140. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-126-140.

## BIRD FAUNA OF THE DZHERGINSKY RESERVE

<sup>1</sup>Vladimir A. Prelovskiy, <sup>2</sup>Sergey A. Shvetsov

<sup>1</sup>Institute of Geography named after. V.B. Sochavy SB RAS, *Irkutsk, Russia*

<sup>2</sup>FGBU State Nature Reserve “Dzherginsky” *Kurumkan, Republic of Buryatia, Russia*

**Abstract.** The Dzherginsky Nature Reserve is located in a remote mountainous region of the Republic of Buryatia at the junction of the Barguzinsky, Ikatsky and South Minusinsky ranges. The originality of natural landscapes, climatic and geomorphological conditions, as well as the historical process of formation of the avifauna of the reserve determined its modern species diversity. The core of the population structure of the avifauna of the basin consists of representatives of the Siberian, Chinese and European types of faunas, significantly less representatives of the Tibetan, Mongolian and Arctic types of faunas and trans-Palaeartic faunas. The article provides a complete list of avifauna, based on long-term observations and numbering 155 species belonging to 16 orders, indicating the residence status of the species and the rarity category for protected bird species. The basis of species diversity is made up of the four most numerous orders in terms of species: Anseriformes, Falconiformes, Charadriiformes, and Passeriformes. Currently, on the territory of the reserve there are 34 species of birds included in the Red Book of the Republic of Buryatia, of which 18 species are also included in the Red Book of the Russian Federation. The Stejneger’s Stonechat, which had not previously been found in the reserve, in a relatively short time spread across the forb-grass shrub meadows in the valley of the rivers Dzhirga, Kovyli, Birankur and even in the upper reaches of the river Barguzin in the Amut Basin. The Pallas' Bunting, previously found in the autumn migration, began to form the basis of the summer population of the blueberry valleys of the Jirga, Kovyli and Barguzin rivers. The list is expanded not only due to a detailed survey of the territory, but also due to the recording of facts about the expansion of ranges of some bird species. Ornithological research is an important part of monitoring the environment of the protected area, in particular the populations of rare Red Book bird species.

**Keywords:** Dzherginsky Nature Reserve, Barguzin, avifauna, species diversity, rare species, monitoring

**For citation:** Prelovskiy V.A., Shvetsov S.A. Bird fauna of the Dzherginsky reserve. *Scientific and practical journal “VestnikIrGSHA”*. 2024;3 (122): 126-140. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-126-140.

**Введение.** Государственный природный заповедник “Джергинский” был образован в 1992 г. на базе существовавшего с 1974 г. одноименного государственного комплексного заказника. Расположен заповедник в верховьях реки Баргузин на стыке Баргузинского, Икатского и Южно-Минусинского хребтов. Своеобразное географическое положение, сложный рельеф и суровый климат наложили отпечаток на формирование неповторимых ландшафтов заповедника [2]. Горный рельеф заповедника определяет крайнюю неравномерность в распределении осадков и притока солнечного тепла. Зима (ноябрь-март) холодная и умеренно суровая, лето (июнь-август) холодное и умеренно прохладное. Продолжительность безморозного периода уменьшается,

в среднем 83 дня. Характерной особенностью климата этого района являются резкие суточные перепады температуры воздуха. Основной закономерностью сложения растительного покрова является высотная поясность. Выделяется четыре пояса: горно-лесостепной, лесной, подгольцовый и гольцовый, в долинах рек и ручьев распространены интразональные сообщества, в основном – луговые, болотные, и кустарниковые. В лесном поясе наиболее широко распространены леса из лиственницы Гмелина *Larix gmelinii* Rupr., несколько меньше распространены сосновые *Pinus sylvestris* L. леса. Для подгольцового пояса наиболее характерны кедрово-стланиковые *Pinus pumila* Pall. заросли, местами с березой шерстистой *Betula lanata* V.N. Vassil.. В гольцах встречаются различные типы тундр: кустарничковые, лишайниковые, моховые и их разнообразные сочетания. Животный мир (позвоночные) представлен 6 видами рыб, 3 видами земноводных, 4 видами пресмыкающихся, 155 видами птиц и 46 видами млекопитающих.

С первых лет работы заповедника изучение орнитофауны велось силами штатного научного сотрудника заповедника Э.Н. Елаевым, а также сотрудниками БГУ и Музея природы Бурятии Ц.З. Доржиевым, В.Е. Ешеевым, М.Т. Нагуслаевым, Б.О. Юмовым, Бадмаевой Е.Н. и др. [1, 2, 3, 12]. За это время была собрана информация о встречах 145 видов птиц, проведены наблюдения по экологии, фенологии и высотному распространению некоторых видов птиц [1, 3]. В 1994 г. территорию заповедника посещали чешские орнитологи И. Мликовский и П. Лумпе. После 2010 г. исследования орнитофауны стали непостоянными и чаще всего проводились попутно с другими работами, а результаты их практически не публиковались. С 2020 г. научным отделом Государственного природного заповедника ”Джергинский” на заповедной территории проводятся совместные с Институтом географии им. В.Б. Сочавы СО РАН геоморфологические, гляциологические, ландшафтные, ботанические и зоологические исследования. Одним из приоритетных направлений исследований является инвентаризация видового разнообразия заповедника.

**Цель** - актуализация накопленных данных по видовому разнообразию орнитофауны.

**Материал и методы.** За основу списка орнитофауны был взят список птиц из Летописей природы заповедника, исправленный и дополненный наблюдениями последних лет.

Орнитофауна изучалась путем ознакомительных и детальных маршрутов, а также на площадках постоянного наблюдения [8]. Во время учета птиц и при дальнейшей обработке материала применялась стандартная методика раздельного пересчета по средним дальностям обнаружения [9]. Обработка и определение систематической принадлежности птиц проводилась по известным методикам и руководствам [10, 11]. Русские и латинские названия видов с некоторыми последними изменениями в систематике даны по Коблику,

Архипову [4], растений – согласно открытому атласу-определителю растений России и сопредельных стран ”Плантариум” (<http://www.plantarium.ru>).

**Результаты и обсуждение.** Географическое положение, наличие большого числа водоемов и пестрое сочетание ландшафтов наряду с климатическими условиями и характером рельефа определяют структуру современного видового разнообразия птиц заповедника (рисунок). Современный видовой состав птиц насчитывает 155 видов и относится к 16 отрядам: курообразные – 5 видов, гусеобразные – 17, гагарообразные – 1, олушеобразные – 1, аистообразные – 2, соколообразные – 16, журавлеобразные – 3, ржанкообразные – 15, голубеобразные – 2, кукушкообразные – 2, совообразные – 4, козодоеобразные – 1, стрижеобразные – 2, птицы-носороги – 1, дятлообразные – 4, воробьинообразные – 79. Основу видового разнообразия составляют четыре наиболее многочисленных в видовом отношении отряда: гусеобразные, соколообразные, ржанкообразные, и воробьинообразные.

По характеру пребывания птицы подразделяются на гнездящихся – 107 видов, возможно гнездящихся – 10, зимующих – 5, оседлых – 34, пролетных – 49 и залетных видов – 13. По типам фаун, более половины видов относится к сибирским таежным видам, значительно уступают им китайские и европейские виды, а наименьшую долю в гнездовой орнитофауне заповедника имеют транспалеаркты, представители тибетской, монгольской и арктической фаунистических групп.

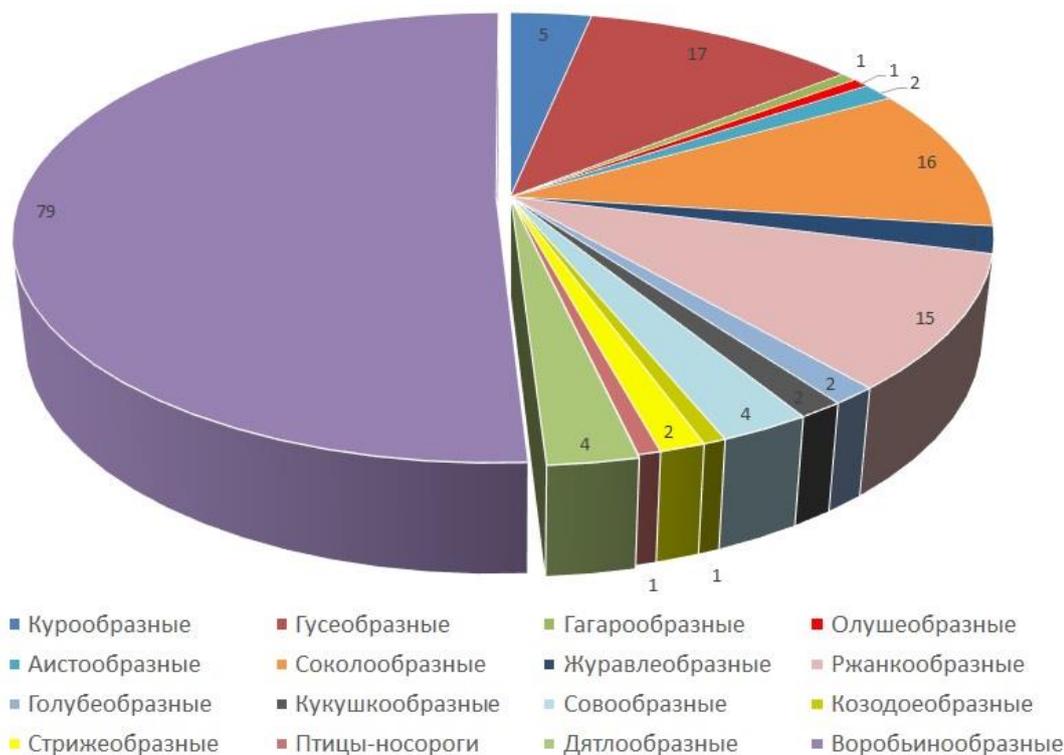


Рисунок – Структура орнитофауны заповедника “Джергинский”

Figure - The structure of the avifauna of “Dzherginsky” reserve

Из редких видов птиц, включенных в Красную книгу Республики Бурятия [5], на территории заповедника встречается 34 вида, из них 18 видов включены также в Красную книгу РФ [6]. Для 12 видов гнездование на территории заповедника подтверждено (4 из них ведут оседлый образ жизни), еще для 6 видов возможны случаи гнездования отдельных пар, 7 видов встречается на пролете, 1 вид летует, 3 вида зимует, а остальные изредка залетают на территорию заповедника.

Ниже приведен список видов птиц, отмеченных на территории заповедника, дан их статус пребывания, а для редких видов указаны категории редкости в соответствии с категориями, принятыми в Красных книгах Бурятии [5] и РФ [6].

#### ОТРЯД КУРООБРАЗНЫЕ GALLIFORMES

##### Семейство тетеревиные –Tetraonidae

1. Рябчик *Tetrastes bonasia* L., 1758 Гн (о)
2. Каменный глухарь *Tetrao urogalloides* Middendorff, 1853 Гн (о)
3. Тетерев *Lyrurus tetrrix* L., 1758 Гн (о)
4. Тундряная куропатка *Lagopus muta* Montin, 1781 Гн (о)
5. Белая куропатка *Lagopus lagopus* L., 1758 Гн (о)

#### ОТРЯД ГУСЕОБРАЗНЫЕ ANSERIFORMES

##### Семейство утиные – Anatidae

6. Лебедь-кликун *Cygnus cygnus* L., 1758 Гн, Пр
7. Сухонос *Anser cygnoides* L., 1758 Зал Кк Бур кат. 2, КК РФ кат 1.
8. Сибирский таежный гуменник *Anser fabalis middendorffii* Severtzov, 1873 Пр, Ккн Бур кат. 2, КК РФ кат 2.
9. Огарь *Tadorna ferruginea* Pallas, 1764 Зал
10. Свиязь *Anas penelope* L., 1758 Пр
11. Касатка *Anas falcate* Georgi, 1775 Пр, Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 2.
12. Чирок-свистунок *Anas crecca* L., 1758 Гн, Пр
13. Кряква *Anas platyrhynchos* Гн, Пр
14. Черная кряква *Anas zonorhyncha* L., 1758 Гн, Кк Бур кат. 3.
15. Чирок-трескунок *Anas querquedula* L., 1758 Гн, Пр
16. Широконоска *Anas clypeata* L., 1758 Гн, Пр
17. Хохлатая чернеть *Aythya fuligula* L., 1758 Гн, Пр
18. Каменушка *Histrionicus histrionicus* L., 1758 Гн? Пр, Кк Бур кат. 3.
19. Гоголь *Viscerhala clangula* L., 1758 Гн, Пр
20. Горбоносый турпан *Melanitta deglandi* Bonaparte, 1850 Гн
21. Луток *Mergellus albellus* L., 1758 Пр
22. Большой крохаль *Mergus merganser* L., 1758 Гн

#### ОТРЯД ГАГАРООБРАЗНЫЕ GAVIIFORMES

##### Семейство гагаровые – Gaviidae

23. Чернозобая гагара *Gavia arctica* L., 1758 Гн, Пр, Кк Бур кат. 3.

#### ОТРЯД ОЛУШЕОБРАЗНЫЕ SULIFORMES

Семейство баклановые – Phalacrocoracidae

24. Большой баклан *Phalacrocorax carbo* L., 1758 Зал

#### ОТРЯД АИСТООБРАЗНЫЕ CICONIIFORMES

Семейство цаплевые Ardeidae

25. Серая цапля *Ardea cinerea* L., 1758 Зал

Семейство аистовые – Ciconiidae

26. Черный аист *Ciconia nigra* L., 1758 Гн, Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 3.

#### ОТРЯД СОКОЛООБРАЗНЫЕ FALCONIFORMES

Семейство соколиные – Falconidae

27. Пустельга *Falco tinnunculus* L., 1758 Гн

28. Дербник *Falco columbarius* L., 1758 Гн, Кк Бур кат. 3.

29. Чеглок *Falco subbuteo* L., 1758 Гн

30. Балобан *Falco cherrug* J.E. Gray, 1834 Зал. Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 1.

31. Кречет *Falco rusticolus* L., 1758 Зим, Кк Бур кат. 1, КК РФ кат 2.

32. Сапсан *Falco peregrinus* Tunstall, 1771 Гн?, Кк Бур кат. 2, КК РФ кат 3.

Семейство скопиные - Pandionidae

33. Скопа *Pandion haliaetus* L., 1758 Лет, Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 3.

Семейство ястребинные – Accipitridae

34. Черный коршун *Milvus migrans* Boddaert, 1783 Гн

35. Орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla* L., 1758 Гн, Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 5.

36. Полевой лунь *Circus cyaneus* L., 1766 Зал

37. Перепелятник *Accipiter nisus* L., 1758 Гн

38. Тетеревятник *Accipiter gentilis* L., 1758 Гн

39. Канюк *Buteo buteo* L., 1758 Гн

40. Большой подорлик *Aquila clanga* Pallas, 1781 Гн, Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 2.

41. Орел-могильник *Aquila heliaca* Savigny, 1809 Зал, Кк Бур кат. 1, КК РФ кат 1.

42. Беркут *Aquila chrysaetos* L., 1758 Гн?, Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 3.

#### ОТРЯД ЖУРАВЛЕОБРАЗНЫЕ GRUIFORMES

Семейство журавлиные – Gruidae

43. Серый журавль *Grus grus* L., 1758 Пр, Кк Бур кат. 3.

44. Черный журавль *Grus monacha* Temminck, 1835 Пр, Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 5.

45. Дрофа *Otis tarda* L., 1758 Зал. Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 1.

#### ОТРЯД РЖАНКООБРАЗНЫЕ CHARADRIIFORMES

Семейство ржанковые - *Charadriidae*

46. Чибис *Vanellus vanellus* L., 1758 Гн, Пр  
47. Малый зук *Charadrius dubius* Scopoli, 1786 Пр

Семейство бекасовые - *Scolopacidae*

48. Азиатский бекас *Gallinago stenura* Bonaparte, 1831 Гн, Пр  
49. Большой кроншнеп *Numenius arquata* L., 1758 Гн, Пр, Кк Бур кат. 3.  
50. Дальневосточный кроншнеп *Numenius madagascariensis* L., 1758 Зал.  
Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 2.

51. Черныш *Tringa ochropus* L., 1758 Гн, Пр  
52. Фифи *Tringa glareola* L., 1758 Гн, Пр  
53. Поручейник *Tringa stagnatilis* Bechstein, 1803 Гн  
54. Большой улит *Tringa nebularia* Gunnerus, 1767 Гн?  
55. Перевозчик *Actitis hypoleuca* L., 1758 Гн, Пр  
56. Кулик-воробей *Calidris minuta* Leisler, 1812 Пр  
57. Чернозобик *Calidris alpine* L., 1758 Пр

Семейство чайковые – *Laridae*

58. Сизая чайка *Larus canus* L., 1758 Зал  
59. Озерная чайка *Larus ridibundus* L., 1766 Гн, Пр  
60. Речная крачка *Sterna hirundo* L., 1758 Гн

ОТРЯД ГОЛУБЕОБРАЗНЫЕ COLUMBIFORMES

Семейство голубиные - *Columbidae*

61. Скальный голубь *Columba rupestris* Pall., 1811 Гн  
62. Большая горлица *Streptopelia orientalis* Latham, 1790 Гн

ОТРЯД КУКУШКООБРАЗНЫЕ CUCULIFORMES

Семейство кукушковые - *Cuculidae*

63. Кукушка *Cuculus canorus* L., 1758 Гн  
64. Глухая кукушка *Cuculus optatus* Gould, 1845 Гн

ОТРЯД СОВООБРАЗНЫЕ STRIGIFORMES

Семейство совиные - *Strigidae*

65. Белая сова *Nyctea scandiaca* L., 1758 Зим, Кк Бур кат. 3.  
66. Филин *Bubo bubo* L., 1758 Гн (о), Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 3.  
67. Длиннохвостая неясыть *Strix uralensis* Pallas, 1771 Гн (о)  
68. Ястребиная сова *Surnia ulula* L., 1758 Гн (о)

ОТРЯД КОЗОДОЕОБРАЗНЫЕ CAPRIMULGIFORMES

Семейство козодоевые - *Caprimulgidae*

69. Большой козодой *Caprimulgus indicus* Latham, 1790 Гн

ОТРЯД СТРИЖЕОБРАЗНЫЕ APODIFORMES

Семейство стрижиные - *Apodidae*

70. Колючехвостый стриж *Hirundapus caudacutus* Latham, 1801 Гн, Кк Бур кат. 2.

71. Черный стриж *Apus apus* L., 1758 Гн

ОТРЯД ПТИЦЫ-НОСОРОГИ BUCEROTIFORMES

Семейство удодовые – Upupidae

72. Удод *Upupa epops* L., 1758 Ед

ОТРЯД ДЯТЛООБРАЗНЫЕ PICIFORMES

Семейство дятловые - Picidae

73. Большой пестрый дятел *Dendrocopos major* L., 1758 Гн (о)

74. Трёхпалый дятел *Picoides tridactylus* Гн (о)?

75. Желна *Dryocopus martius* L., 1758 Гн (о)

76. Седой дятел *Picus canus* J.F. Gmelin, 1788 Гн (о)

ОТРЯД ВОРОБЬИНООБРАЗНЫЕ PASSERIFORMES

Семейство жаворонковые – Alaudidae

77. Рогатый жаворонок *Eremophila alpestris* L., 1758 Гн, Пр

78. Полевой жаворонок *Alauda arvensis* L., 1758 Гн

Семейство ласточковые – Hirundinidae

79. Деревенская ласточка *Hirundo rustica* L., 1758 Гн

Семейство трясогузковые – Motacillidae

80. Полевой конек *Anthus campestris* L., 1758 Гн

81. Лесной конек *Anthus trivialis* L., 1758 Гн, Пр

82. Пятнистый конек *Anthus hodgsoni* Richmond, 1907 Гн, Пр

83. Сибирский конек *Anthus gustavi* Swinhoe, 1863 Пр

84. Горный конек *Anthus spinoletta* L., 1758 Гн, Пр

85. Желтая трясогузка *Motacilla flava* L., 1758 Гн, Пр

86. Желтоголовая трясогузка *Motacilla citreola* Pallas, 1776 Гн

87. Горная трясогузка *Motacilla cinerea* Tunstall, 1771 Гн, Пр

88. Белая трясогузка *Motacilla alba* L., 1758 Гн, Пр

Семейство оляпковые – Cinclidae

89. Оляпка *Cinclus cinclus* L., 1758 Гн (о)

Семейство крапивниковые Troglodytidae

90. Крапивник *Troglodytes troglodytes* L., 1758 Гн (о), Кк Бур кат. 3.

Семейство завирушковые – Prunellidae

91. Гималайская завирушка *Prunella himalayana* Blyth, 1842 Гн, Пр

Семейство дроздовые Turdidae

92. Оливковый дрозд *Turdus obscurus* J.F. Gmelin, 1789 Гн?, Пр

93. Краснозобый дрозд *Turdus ruficollis* Pall., 1776 Гн, Пр

94. Рыжий дрозд *Turdus naumanni* Temminck, 1820 Пр

95. Рябинник *Turdus pilaris* L., 1758 Гн?

96. Сибирский дрозд *Zoothera sibirica* Pall., 1776 Гн?, Кк Бур кат. 3.

Семейство мухоловковые - Muscicapidae

97. Горихвостка-лысушка *Phoenicurus phoenicurus* L., 1758 Зал
98. Сибирская горихвостка *Phoenicurus auroreus* L., 1758 Гн, Пр
99. Соловей-свистун *Luscinia sibilans* L., 1758 Лет
100. Синий соловей *Luscinia cyane* Pall., 1776 Гн, Пр
101. Соловей-красношейка *Luscinia calliope* Pall., 1776 Гн
102. Восточный черноголовый чекан *Saxicola stejnegeri* Parrot, 1908 Гн, Пр
103. Каменка *Oenanthe oenanthe* L., 1758 Гн
104. Каменка-плясунья *Oenanthe isabellina* Temminck, 1829 Гн
105. Серая мухоловка *Muscicapa striata* Pall., 1764 Гн, Пр
106. Сибирская мухоловка *Muscicapa sibirica* J.F. Gmelin, 1789 Гн
107. Ширококлювая мухоловка *Muscicapa dauurica* Pall., 1811 Гн
108. Малая мухоловка *Ficedula parva* Bechstein, 1792 Гн

Семейство славковые – Sylviidae

109. Малая пестрогрудка *Tribura davidi* La Touche, 1923 Гн?, Кк Бур кат. 3.
110. Пятнистый сверчок *Locustella lanceolata* Temminck, 1840 Гн
111. Дроздовидная камышевка *Acrocephalus arundinaceus* L., 1758 Зал
112. Славка-мельничек *Sylvia curruca* L., 1758 Гн
113. Пеночка-таловка *Phylloscopus borealis* J.H. Blasius, 1858 Гн, Пр
114. Пеночка-зарничка *Phylloscopus inornatus* Blyth, 1842 Гн
115. Корольковая пеночка *Phylloscopus proregulus* Pallas, 1811 Гн, Пр
116. Бурая пеночка *Phylloscopus fuscatus* Blyth, 1842 Гн
117. Толстоклювая пеночка *Phylloscopus schwarzi* Radde, 1863 Гн

Семейство корольковые - Regulidae

118. Желтоголовый королек *Regulus regulus* L., 1758 Гн (о), Кк Бур кат. 3.

Семейство длиннохвостые синицы – Aegithalidae

119. Ополовник *Aegithalos caudatus* L., 1758 Гн (о)

Семейство синицевые – Paridae

120. Пухляк *Parus montanus* Conrad von Baldenstein, 1827 Гн (о)
121. Сероголовая гаичка *Parus cinctus* Boddaert, 1783 Гн (о)
122. Московка *Parus ater* L., 1758 Гн (о)
123. Большая синица *Parus major* Гн (о)

Семейство поползневые – Sittidae

124. Поползень *Sitta europaea* L., 1758 Гн (о)

Семейство пищуховые – Certhiidae

125. Пищуха *Certhia familiaris* L., 1758 Гн (о), Кк Бур кат. 3.

Семейство сорокопутовые – Laniidae

126. Сибирский жулан *Lanius cristatus* L., 1758 Гн
127. Серый сорокопуд *Lanius excubitor* L., 1758 Зим, Кк Бур кат. 3.

Семейство врановые – Corvidae

128. Кукушка *Perisoreus infaustus* L., 1758 Гн (о)
129. Сойка *Garrulus glandarius* L., 1758 Гн (о)
130. Кедровка *Nucifraga caryocatactes* L., 1758 Гн (о)

131. Восточная чёрная ворона *Corvus orientalis* Eversmann, 1841 Гн (о)
132. Ворон *Corvus corax* L., 1758 Гн (о)  
Семейство скворцовые – Sturnidae
133. Скворец *Sturnus vulgaris* Temminck, 1835 Гн?, Кк Бур кат. 3.  
Семейство воробьиные – Passeridae
134. Домовый воробей *Passer domesticus* L., 1758 Гн (о)
135. Полевой воробей *Passer montanus* L., 1758 Гн (о)  
Семейство вьюрковые – Fringillidae
136. Юрок *Fringilla montifringilla* L., 1758 Гн
137. Чиж *Spinus spinus* L., 1758 Гн (о)
138. Сибирский горный вьюрок *Leucosticte arctoa* Pall., 1881 Зим
139. Чечевица *Carpodacus erythrinus* Pall., 1770 Гн
140. Сибирская чечевица *Carpodacus roseus* Pall., 1776 Гн, Кк Бур кат. 3.
141. Урагус *Uragus sibiricus* Pall., 1773 Гн (о)
142. Клёт-еловик *Loxia curvirostra* L., 1758 Гн (о)
143. Белокрылый клёт *Loxia leucoptera* J.F. Gmelin, 1789 Гн (о)
144. Снегирь *Pyrrhula pyrrhula* L., 1758 Гн (о)  
Семейство овсянковые – Emberizidae
145. Белошапочная овсянка *Emberiza leucocephalos* J.F. Gmelin, 1771 Гн, Пр
146. Красноухая овсянка *Emberiza cioides* J.F. Brandt, 1843 Пр
147. Полярная овсянка *Schoeniclus pallasii* Cabanis, 1851 Гн
148. Дубровник *Ocyris aureolus* Pall., 1773 Гн, Кк Бур кат. 3, КК РФ кат 2.
149. Рыжая овсянка *Ocyris rutilus* Pall., 1776 Гн
150. Седоголовая овсянка *Ocyris spodocephalus* Pallas, 1776 Гн
151. Овсянка-крошка *Ocyris pusillus* Pall., 1776 Пр
152. Желтобровая овсянка *Ocyris chrysophrys* Pall., 1776 Гн, Кк Бур кат. 3.
153. Овсянка-ремез *Ocyris rusticus* Pall., 1776 Пр, Кк Бур кат. 2, КК РФ кат 2.
154. Лапландский подорожник *Calcarius lapponicus* L., 1758 Пр
155. Пуночка *Plectrophenax nivalis* L., 1758 Пр, Зим

*Примечание:* Гн – гнездящийся вид, Гн? – возможно гнездящийся вид, Пр – пролетный вид, Лет – летние встречи вида, Зим зимующий вид, (о) – оседлый вид, Зал – залетный вид, Ед – единичные встречи вида. Кк Бур – Красная книга Республики Бурятия, КК РФ – Красная книга Российской Федерации.

Отряд курообразные включает всего 5 видов, три из них типичные таежные виды – каменный глухарь, тетерев и рябчик распространены в основном в горно-лесостепном и лесном поясах, в то время как белая куропатка держится в разряженных мохово-лишайниковых лиственничниках высокогорий, а тундряная куропатка встречается в гольцовых тундрах отрогов Южно-Муйского хребта.

Отряд гусеобразные насчитывает 17 видов, десять из которых гнездится. В озерной системе Амутской котловины гнездятся чирок-свистунок, кряква,

черная кряква, широконоска, хохлатая чернеть, горбоносый турпан и одиночные пары лебедя-кликуна [1, 12]. По горным рекам гнездятся немногочисленные гоголь и большой крохаль. Изредка на территорию заповедника залетают редкие виды – сухонос и сибирский таежный гуменник. Огарь хоть и гнездится в Баргузинской котловине, но в лесостепную часть заповедника залетает довольно редко. В августе 2023 г. две каменушки были отмечены в верховьях р. Баргузин в местности “Столы”.

Отряд гагарообразные представлен только довольно малочисленной чернозобой гагарой, гнездящейся на высокогорных озерах Амутской котловины. В настоящее время большой баклан отнесен к отряду олушеобразные, на территории заповедника встречен впервые осенью 2019 г. – две особи пролетали вблизи местности Умхей [7]. 23 августа 2023 г. одиночный баклан был уже встречен в глубине заповедника на оз. Балан-Тамур.

Птицы отряда аистообразные также малопредставительны на территории заповедника. Встречается всего два вида – серая цапля изредка залетает в охранную зону заповедника, хоть и широко распространена в Баргузинской котловине, и черный аист – отмечается периодически в гнездовой период в бассейне реки Джирга.

Отряд соколообразные представлен 16 видами 9 из них гнездятся и 2 вероятно гнездятся. В южной и центральной части заповедника наиболее обычен в лесах перепелятник, а вдоль юго-западной границы заповедника в долинах рек Баргузин и Джирга гнездятся пустельга и чеглок. По широким распадкам долины р. Баргузин встречается черный коршун. Более половины отмеченных видов включены в Красные книги республики Бурятии и РФ, но гнездятся дербник и орлан-белохвост, или постоянно отмечаются в гнездовой период сапсан, и беркут. Гнездо орлана-белохвоста было найдено в Амутской котловине, дербника в верховьях р. Джирга, сапсан в течение ряда лет отмечался в нижнем течении р. Джирга [1], а в августе 2023 г. был встречен в верховьях р. Баргузин в местности “Столы”. Остальные редкие виды изредка залетают на территорию заповедника.

Отряд журавлеобразные состоит всего из 3 видов, но все они относятся к редким малочисленным видам. Серый журавль спорадично гнездится по поймам рек Баргузин и Джирга, придерживаясь сырых лугов и болот. Черный журавль периодически встречается на пролете в окрестностях кордона “Джирга”. В августе 2020 г. стая из 11 журавлей была встречена на берегу оз. Малан-Зурхен. По сельхоз полям в приграничной территории заповедника дрофа изредка залетает в долину р. Джирга.

Отряд ржанкообразные насчитывает 15 видов, что говорит о некоторой их недоизученности. Территория богатая водоемами и разнообразными станциями, расположенная на пути миграции многих видов птиц, должна привлекать сюда куда большее число представителей отряда. Поэтому долина р. Джирга и Амутская котловина могут быть перспективными местами наблюдений во время их сезонных миграций. В настоящее время факты гнездования

установлены только у половины отмеченных видов. Наиболее обычными на гнездовые видами являются фифи, перевозчик, азиатский бекас, озерная чайка и речная крачка. В озерной системе Амутской котловины к обычным гнездящимся видам относятся фифи, перевозчик, речная крачка, значительно реже встречаются на гнездовые черныш, большой улит и поручейник. Малый зуек встречен на левом берегу р. Баргузин в окрестностях кордона “Умхей” в августе 2020 г. Чайки бывают многочисленны лишь во время сезонных миграций в юго-западной части заповедника, летом на большей части водоемов отмечаются кочующие особи.

Отряд голубеобразные включает всего два вида. Скальный голубь в 1990-х гг. был обычен по заимкам заповедника и в ближайших населенных пунктах в пограничной зоне, а большая горлица наиболее обычна в сосновых и березовых лесах по долинам рек Баргузин и Джирга [1]. Отряд кукушкообразные представлен также двумя видами. Наиболее обычна в лесах южной и юго-западной окраин заповедника кукушка, а глухая кукушка встречается значительно реже. Отряд совообразные насчитывает четыре вида, вполне возможны встречи еще 2-3 видов при детальном обследовании территории заповедника. В настоящее время подтверждено гнездование филина на левом берегу р. Баргузин, длиннохвостой неясыти в долине р. Джирга и ястребиной совы на оз. Балан-Тамур. Белая сова периодически зимующий вид в межгорных котловинах, на р. Ковыли и в окрестностях кордона на 81 км дороги Тазы – Уоян [1].

Отряд козодоеобразные представлен всего одним видом – большим козодоем, обитающим в долинах рек Ковыли, Октокон, Джирга и Баргузин. Отряд стрижеобразные также малочислен и представлен широко распространенными по территории заповедника, но не многочисленными видами – колючехвостым и черным стрижами. Они встречаются в высокоствольных спелых лесах недалеко от открытых пространств в долине р. Джирга. Также первый вид отмечен в редкоствольных лиственничниках в верховьях рек Джирга и Верхняя Ципа, а второй – в подобных же стациях на оз. Давачан в истоке одноименной реки [1]. Единственный представитель отряда птицы-носороги – удог, встречен впервые на территории заповедника 16 августа 2023 г. на берегу р. Баргузин недалеко от кордона на 81 км дороги Тазы - Уоян.

Отряд дятлообразные включает четыре широко распространенных оседлых вида. Большой пестрый и седой дятлы встречаются на значительной части заповедника в нижнем лесном поясе и по старым гарям в долинах рек Ковыли, Джирга и их притоках, в то время как желна распространен шире, достигая верхней границы леса.

Отряд воробьинообразные является самая пестрая и многочисленная в видовом отношении группа. В настоящее время отмечено 79 видов из них 61 вид гнездится, еще 5 видов вероятно гнездятся.

Основу ядра горно-таежного комплекса составляют типичные лесные виды: пятнистый конек, пеночки – таловка, зарничка, зеленая, корольковая,

бурая, толстоклювая, мухоловки – малая, серая, сибирская, ширококлювая, краснозобый дрозд, поползень, пухляк, большая синица, белшапочная и седоголовая овсянки. В темнохвойной тайге, имеющей ограниченное распространение по днищам долин рек, преимущественно в южной части заповедника встречаются довольно редкие на периферии своих ареалов желтоголовый королек и желтобровая овсянка.

Увеличение списка происходит не только за счет детального обследования территории, но и благодаря фиксации фактов расширения ареалов у некоторых видов птиц. Так в середине 1990-х гг. были прослежены случаи проникновения на территорию заповедника двух видов птиц, в последствие ставших фоновыми в занимаемых биоценозах [1]. Ранее не встречавшийся в заповеднике восточный черноголовый чекан, относительно за короткое время распространился по разнотравно-злаковым закустаренным лугам в долине рек Джирга, Ковыли, Биранкур и даже в верховьях р. Баргузин в Амутской котловине. Полярная овсянка, ранее встречавшаяся на осеннем пролете, стала составлять основу летнего населения ерниковых долин рек Джирга, Ковыли и Баргузин. В настоящее время вполне возможно появление большого баклана на гнездовании на водоемах Амутской котловины и в долине р. Джирга, связанное с его переселением с побережья оз. Байкал, где ведутся активные действия местного населения и туристов по уничтожению гнездовых колоний. Подобные исследования очень важны при изучении формирования фауны заповедника, а процессы расселения должны быть отражены в Летописях природы.

**Благодарность.** Работа выполнена за счет средств и в рамках государственных заданий Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (АААА-А21-121012190059-5) и Государственного заповедника ”Джергинский” (052-0036023-00).

#### Список литературы

1. Елаев, Э.Н. Материалы к фауне позвоночных заповедника Джергинский / Э.Н. Елаев, Цыр.З. Доржиев, Б.О. Юмов, Н.М. Пронин, Л.Н. Калинина, Г.И. Бороноева, Б.Б. Бадмаев, М.Т. Нагуслаев / Труды заповедника Джергинский. - 1995. - Вып. 1. - С. 70-90.
2. Елаев Э.Н., Аненхонов О.А., Иметхенов А.Б., Доржиев Цыр.З., Елаева Н.Г. Джергинский заповедник / Э.Н. Елаев, О.А. Аненхонов, А.Б. Иметхенов, Цыр.З. Доржиев, Н.Г. Елаева // Заповедники Сибири.– М.: ЛОГАТА, 2000. - Т. 2. – С. 205-216.
3. Елаев, Э.Н. Состояние и перспективы мониторинга населения птиц на горях заповедника Джергинский / Э.Н. Елаев // Мониторинг сообществ на горях и управление пожарами в заповедниках// М.: ВНИИприроды, 2002. - С. 132-135.
4. Коблик, Е.А., Архипов В.Ю. Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР. Списки видов. Зоологические исследования. № 14 //М.: Изд-во Т-во научн. изданий КМК, 2014. – 171 с.
5. Красная книга Республики Бурятия //Белгород: Константа, 2023. – 300 с.
6. Красная книга Российской Федерации. “Животные”// М.: ФГБУ “ВНИИ Экология”, 2021. – 1128 с.
7. Летопись природы ГПЗ «Джергинский» 2019-2020 гг. Кн. 27. Курумкан, 2021. 184 с.
8. Новиков, Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. – М.: Советская наука, 1949. – 283 с.

9. Равкин, Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов / Ю.С. Равкин // Природа клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск, 1967. – С. 66-75.
10. Равкин, Ю.С. Факторная зоогеография принципы, методы и теоретические представления / Ю.С. Равкин, С.Г. Ливанов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 205 с.
11. Рябицев В.К. Птицы Сибири: справочник-определитель: в 2 т. – Москва; Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2014. – Т. 1. – 438 с. – Т. 2. – 452 с.
12. Юмов, Б.О. К гнездовой экологии птиц окрестностей озера Балан-Тамур (Северо-Восточное Прибайкалье) /Б.О.Юмов, Е.Н. Бадмаева, О.А. Короткова, Т.В. Тихонова, Т.С. Цыденпилова // Биологические ресурсы Северного Прибайкалья: современное состояние и мониторинг//Труды заповедника “Джергинский”.- 1999. - Вып. 3. - С. 39-48.

### References

1. Elaev, E.N. et al. Materialy k faune pozvonochnykh zapovednika Dzherginskiy [Materials on the vertebrate fauna of the Dzherginsky reserve]. Trudy zapovednika Dzherginskiy, 1995, vol. 1, pp. 70-90.
2. Elaev, E.N. et al. Dzherginskiy zapovednik [Dzherginsky Reserve]. Zapovedniki Sibiri, 2000, vol. 2, Moscow: LOGATA, 2000, pp. 205-216.
3. Elaev, E.N. Sostoyaniye i perspektivy monitoringa naseleniya ptits na garyakh zapovednika Dzherginskiy [State and prospects for monitoring the bird population in burnt areas of the Dzherginsky Nature Reserve]. Moscow: VNIIPrirody, 2002, pp. 132-135.
4. Koblik, E.A., Arkhipov, V.Yu. Fauna ptits stran Severnoy Yevrazii v granitsakh byvshego SSSR. Spiski vidov. Zoologicheskkiye issledovaniya [Bird fauna of the countries of Northern Eurasia within the borders of the former USSR]. Spiski vidov. Zoologicheskkiye issledovaniya, Moscow: Tov. Nauchnyh izdaniy KMK, 2014, no.14, 171 p.
5. Krasnaya kniga Respubliki Buryatiya [Red Book of the Republic of Buryatia]. 4th ed. Belgorod: Constanta, 2023, 300 p.
6. Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii, “Zhivotnyye” [Red Book of the Russian Federation, volume “Animals”]. Moscow: FSBI “VNII Ekologiya”, 2021, 1128 p.
7. Letopis' prirody GPZ “Dzherginskiy” 2019-2020 [Chronicle of nature of the Dzherginsky State Nature Reserve]. Kurumkan, 2021, Kn. 27, 184 p.
8. Novikov, G.A. Polevyye issledovaniya ekologii nazemnykh pozvonochnykh zhivotnykh [Field studies of the ecology of terrestrial vertebrates]. Moscow: Soviet Science, 1949, 283 p.
9. Ravkin, Yu.S. K metodike ucheta ptits lesnykh landshaftov [Towards a methodology for recording birds in forest landscapes]. Novosibirsk, 1967, pp. 66-75.
10. Ravkin, Yu.S., Livanov, S.G. Faktornaya zoogeografiya printsipy, metody i teoreticheskiye predstavleniya [Factorial zoogeography principles, methods and theoretical concepts]. Novosibirsk: Nauka, 2008, 205 p.
11. Ryabitsev, V.K. Ptitsy Sibiri: spravochnik-opredelitel' [Birds of Siberia]. Moscow; Ekaterinburg: Izd-vo “Kabinetnyj uchyonyj”, 2014, vol. 1, 438 p, vol. 2, 452 p.
12. Yumov, B.O. et al. K gnezdovoy ekologii ptits okrestnostey ozera Balan-Tamur (Severo-Vostochnoye Priбайkal'ye) [On the nesting ecology of birds in the vicinity of Lake Balan-Tamur (North-Eastern Baikal region)]. Biological resources of the Northern Baikal region: current state and monitoring Biologicheskkiye resursy Severnogo Priбайkal'ya: sovremennoye sostoyaniye i monitoring, Trudy zapovednika “Dzherginskiy”, Ulan-Ude, 1999, no. 3. pp. 39-48.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования приняли непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данной публикации. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Авторы несут полную ответственность за изложенные в статье материал.**

**Author Contributions.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

**The authors are fully responsible for the presentation of the material in the article.**

### **История статьи/ Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received:11.02.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised:10.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted:18.03.2024

### **Сведения об авторах**

Преловский Владимир Александрович – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории физической географии и биогеографии Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН.

**Контактная информация:** 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская д. 1, e-mail: amadeo81@mail.ru.

Швецов Сергей Александрович – Методист отдела экологического просвещения Государственного природного заповедника “Джергинский”

**Контактная информация:** 671640, Республика Бурятия, с. Курумкан, ул. Балдакова, д. 15, e-mail: tuvan99@mail.ru.

### **Information about authors**

Vladimir A. Prelovskiy – Candidate of Geographical Sciences, senior researcher at the Laboratory of Physical Geography and Biogeography of the V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS.

**Contact information:** 1 Ulan-Batorskaya St. Irkutsk, 664033, Russia, e-mail: amadeo81@mail.ru.

Sergey A.Shvetsov– Methodologist of the Department of Environmental Education of the State Nature Reserve “Dzherginsky”.

**Contact information:** 15 Baldakov St., v. Kurumkan, 671640, Republic of Buryatia, e-mail: tuvan99@mail.ru.



DOI 10.51215/1999-3765-2024-122-141-151

УДК 574.3; 581.5

Научная статья

## ФЕНОЛОГИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ОКРЕСТНОСТЯХ С. ХОМУТОВО (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ) В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2023 ГОДА

Н.А. Шеметов, В.Н. Шеметова, О.П. Виньковская

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Молодежный,  
Иркутский р-он, Иркутская область, Россия

**Аннотация.** Натурные работы проведены в полевой сезон 2023 г. в окрестностях с. Хомутово Иркутской области. Целью стало выявление сроков основных фенофаз наиболее представленных древесных растений. После анализа результатов рекогносцировочных работ и природных особенностей растительности установлены границы и заложены 6 пробных площадей с указанием географических координат. Работы выполнены согласно классической методике фенологических наблюдений с учетом рекомендаций, сделанных для древесных растений. В качестве объектов исследования определены особи наиболее распространенных на территории исследования и удобных для наблюдения 14 видов древесных растений: *Populus suaveolens* Fisch., *P. tremula* L., *Salix dasyclados* Wimm., *Betula pendula* Roth, *Ribes spicatum* E. Robson, *Crataegus sanguinea* Pall., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Padus avium* Mill., *Rosa majalis* Herrm., *Rubus idaeus* L., *Caragana arborescens* Lam., *Hippophaë rhamnoides* L., *Swida alba* (L.) Oriz, *Rhododendron dauricum* L. Латинские названия видов указаны в соответствии с Конспектом флоры Иркутской области (сосудистые растения) (2008). Наблюдения проводились не реже двух раз в неделю, что является достаточным для изучения развития вегетативных и генеративных органов растений. При проведении камеральной обработки полученных данных была установлена продолжительность облиствения, цветения и плодоношения. Продолжительность фазы цветения у *B. pendula*, *C. sanguinea*, *P. avium*, *C. arborescens*, *R. majalis* и *H. rhamnoides* составила 12–18 дней. Формирование плодов за 10 дней зафиксировано у *P. suaveolens*, *S. dasyclados*, *M. baccata* и *Rh. dauricum*. По результатам проведенного исследования отмечено, что основные фенофазы растений в вегетационный период 2023 г. начались позже в среднем на 10 дней. Данная задержка связана с затяжной и холодной весной, и резким колебанием среднесуточной температуры в начале лета. Продолжительность фенологических фаз в среднем соответствует особенностям региона.

**Ключевые слова:** фенодаты, фенофазы, арборифиты, сезонные изменения, биологические ритмы, Южное Предбайкалье.

**Для цитирования:** Шеметов Н.А., Шеметова В.Н., Виньковская О.П. Фенология древесных растений в окрестностях с. Хомутово (Иркутская область) в вегетационный период 2023 года. *Научно-практический журнал “Вестник ИрГСХА”*. 2024;3(122): 141-151. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-141-151.

## PHENOLOGY OF WOODY PLANTS IN THE VICINITY OF THE VILLAGE OF KHOMUTOVO (IRKUTSK REGION) DURING THE GROWING SEASON OF 2023

Nikolay A. Shemetov, Viktoriya N. Shemetova, Oksana P. Vinkovskaya

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia*

**Abstract.** Field work was carried out during the 2023 field season in the vicinity of the village of Khomotovo in Irkutsk region. The goal was to identify the timing of the main phenophases of the most represented woody plants. After analyzing the results of reconnaissance work and the natural features of vegetation, the boundaries were established and 6 test areas were laid with geographical coordinates. The work was carried out according to the classical method of phenological observations taking into account the recommendations for woody plants. Individuals of the 14 species of woody plants most common in the study area and convenient for observation were identified as objects of research: *Populus suaveolens* Fisch., *P. tremula* L., *Salix dasyclados* Wimm., *Betula pendula* Roth, *Ribes spicatum* E. Robson, *Crataegus sanguinea* Pall., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Padus avium* Mill., *Rosa majalis* Herrm., *Rubus idaeus* L., *Caragana arborescens* Lam., *Hippophaë rhamnoides* L., *Swida alba* (L.) Opiz, *Rhododendron dauricum* L. Latin names of species are indicated in accordance with the List of the flora of Irkutsk region (vascular plants) (2008). Observations were carried out at least twice a week, which is sufficient to study the development of vegetative and generative organs of plants. During the desk processing of the obtained data, the duration of leafing, flowering and fruiting was established. The duration of the flowering phase in *B. pendula*, *C. sanguinea*, *P. avium*, *C. arborescens*, *R. majalis* и *H. rhamnoides* was 12-18 days. The formation of fruits in 10 days was recorded in *P. suaveolens*, *S. dasyclados*, *M. baccata* и *Rh. dauricum*. According to the results of the study, it was noted that the main phenophases of plants during the growing season of 2023 began later by an average of 10 days. This delay is associated with a prolonged and cold spring and a sharp fluctuation in the average daily temperature in early summer. The duration of phenological phases on average corresponds to the characteristics of the region.

**Keywords:** phenodates, phenophases, arboriphytes, seasonal changes, biological rhythms, Southern Pre-Baikal region

**For citation:** Shemetov N.A., Shemetova V.N., Vinkovskaya O.P. Phenology of woody plants in the vicinity of the village of Khomotovo (Irkutsk region) during the growing season of 2023. *Scientific and practical journal “Vestnik IrGSHA”*. (In Russ.). 2024; 3(122): 141-151 DOI: 10.51215/1999-3765-2024-122-141-151.

**Введение.** Фенологические наблюдения проводятся для изучения сезонных явлений, сроков и причин их наступления. Важность такого рода работ отражена в многочисленных публикациях [4, 8, 13, 17]. В конце XIX и начале XX веков в России была создана развитая сеть пунктов фенологических наблюдений [6, 7, 9, 13], которая к началу XXI в. постепенно деградировала. В настоящее время такие работы продолжаются на территориях ООПТ и фиксируются в Летописях природы, а также проводятся отдельными

исследователями на инициативной основе. Вместе с тем, фенологические наблюдения приобрели особую актуальность в условиях современного изменения климата Земли [2, 15], а ее прикладные возможности открывают новые горизонты в использовании данных экологического мониторинга.

Фенологические исследования не пользуются популярностью и работ по теме крайне мало, особенно в нашем регионе. Результаты исследований советского периода стали основой для создания Фенологической карты Иркутской области [12], на которой отражены самые важные фенодаты для растительности – начало и конец вегетации.

Хомутово – большое село, расположенное на правом берегу р. Куды в 15 км к северу от окраины города Иркутск. Это одно из самых старых поселений Иркутской области и старейшее в Иркутском районе. Первые сведения о нем зафиксированы 1685 г. в налоговых ведомостях края. Исторически село являлось аграрным центром южной части области. Местные хозяйства поставляли продовольствие в Иркутск, что обеспечивало их развитие. В настоящее время благодаря близости и налаженному транспортному сообщению с областным центром, и обеспеченности социально-значимыми объектами инфраструктуры, Хомутово становится популярным местом жительства для семей [11]. На территории Хомутовского муниципального образования фенологические наблюдения ранее не осуществлялись.

**Цель** – выявление сроков основных фенофаз наиболее представленных древесных растений в окрестностях с. Хомутово.

**Материал и методика.** Натурные работы проведены в полевой сезон 2023 г. в окрестностях с. Хомутово (рисунок 1).

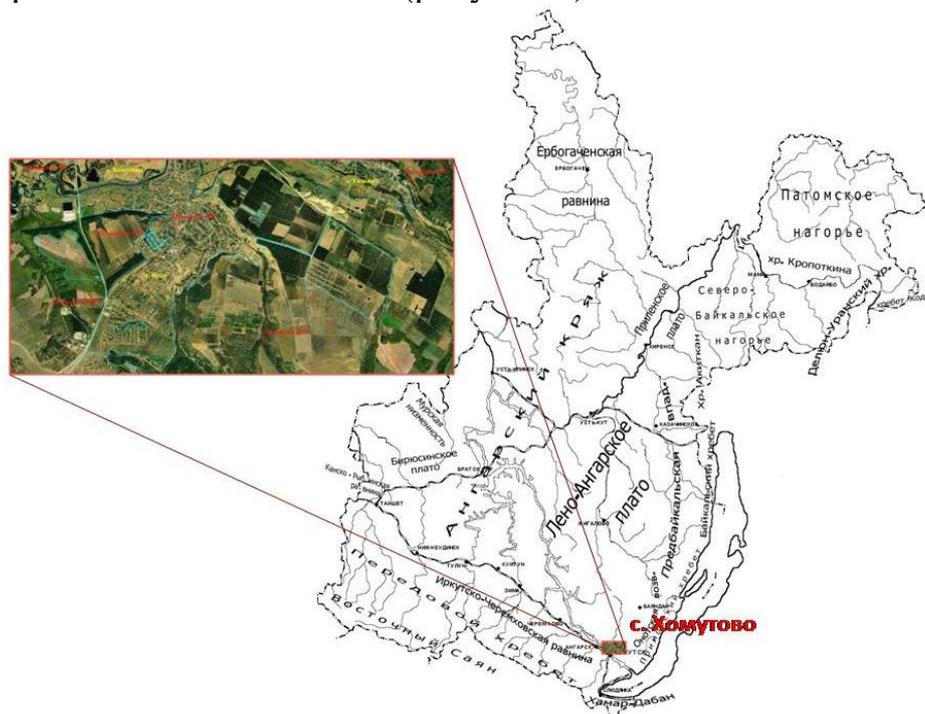


Рисунок 1 – Карта-схема экспликации территории исследования в пределах Иркутской области

Figure 1 – Scheme map of the explication of the study area within Irkutsk region

Для отражения географического положения территории исследования использована карта-схема из Конспекта флоры Иркутской области (сосудистые растения) [5].

После анализа результатов рекогносцировочных работ и природных особенностей растительности окрестностей анализируемого населенного пункта установлены границы и заложены 6 пробных площадей (ПП) (рис. 2, табл. 1) согласно классической методике фенологических наблюдений [2, 4, 7, 8, 10, 15, 17] с учетом рекомендаций, сделанных для древесных растений [1, 3, 6, 9, 14, 16].



Рисунок 2 – Космоснимок расположения ПП (отмечено красными пунктами) в окрестностях с. Хомутово

Figure 2 – Satellite image of the location of the test areas (marked with red dots) in the vicinity of the village of Khomutovo

В качестве объектов исследования определены особи 14 видов наиболее распространенных на территории исследования древесных растений: *Populus suaveolens* Fisch., *P. tremula* L., *Salix dasyclados* Wimm., *Betula pendula* Roth, *Ribes spicatum* E. Robson, *Crataegus sanguinea* Pall., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Radus avium* Mill., *Rosa majalis* Herrm., *Rubus idaeus* L., *Caragana arborescens* Lam., *Hippophaë rhamnoides* L., *Swida alba* (L.) Opiz, *Rhododendron dauricum* L. Латинские названия видов приведены в соответствии с Конспектом флоры Иркутской области (сосудистые растения) [5].

В связи с ограниченным объемом заложенного плана исследования при наблюдении отмечались только основные фенологические фазы растений:

– набухание почек – переход от состояния покоя к вегетации, почки изменяют свою окраску, форму и увеличиваются в размерах;

Таблица 1 – Характеристики III

Table 1 – Characteristics of the test areas

| № п/п | Угловые географические координаты   | S, м <sup>2</sup> | Примечание                   |
|-------|---|-------------------|------------------------------|
| 1     | 52°26'57.7305" 104°21'30.7802"; 52°26'58.8368" 104°21'34.8354";<br>52°26'54.2019" 104°21'38.2394"; 52°26'53.0956" 104°21'34.1842" | 13173             | Правый берег р. Куда         |
| 2     | 52°27'51.2706" 104°28'17.8847"; 52°27'47.0822" 104°28'24.5276";<br>52°27'44.4902" 104°28'20.1251"; 52°27'48.6787" 104°28'13.4823" | 20812             | Севернее д. Талька           |
| 3     | 52°25'55.5734" 104°25'43.2601"; 52°25'45.6844" 104°25'41.2369";<br>52°25'46.2892" 104°25'33.3246"; 52°25'56.1782" 104°25'35.3473" | 46420             | Северо-западнее п. Черемушки |
| 4     | 52°26'30.4711" 104°23'48.8504"; 52°26'30.3534" 104°23'51.4767";<br>52°26'27.8675" 104°23'51.1768"; 52°26'27.9852" 104°23'48.5506" | 3833              | У школы в д. Куда            |
| 5     | 52°26'22.9845" 104°23'15.5591"; 52°26'23.2911" 104°23'11.2180";<br>52°26'26.0338" 104°23'11.7394"; 52°26'25.7273" 104°23'16.0805" | 7047              | Юго-западнее д. Куда         |
| 6     | 52°25'33.6420" 104°22'24.4441"; 52°25'30.6510" 104°22'23.2083";<br>52°25'30.8415" 104°22'21.9681"; 52°25'33.8325" 104°22'23.2040" | 2304              | Вдоль Качугского тракта      |

– развертывание почек – начало внепочечного роста листьев, отмечается появление кончиков настоящих листьев;

– обособление листьев (облиствение) – сложенные или свернутые в почки растущие листья окончательно обособляются, а кроны деревьев приобретают облиственное состояние;

– начало цветения – устанавливается по началу пыления пыльников, лопасти рыльца пестика приобретают присущие им размеры, форму и окраску;

– пик цветения – наблюдается, когда зацветает более 50% особей определенного вида;

– окончание цветения – пыльники, лепестки, венчик, чашелистики увядают, усыхают или опадают;

– начало созревания семян и плодов – околоплодник приобретает окраску, размеры, форму и консистенцию развитого состояния.

Наблюдения проводились не реже двух раз в неделю, что является достаточным для изучения развития вегетативных и генеративных органов растений [6]. При проведении камеральной обработки полученных данных была установлена продолжительность облиствения, цветения и плодоношения.

**Результаты и обсуждение.** Согласно региональным фенологическим изменениям начало вегетации растительности в пределах юго-восточной части

Иркутско-Черемховской предгорной равнины происходит когда среднесуточные температуры достигают отметки  $+5^{\circ}\text{C}$  и выше. По многолетним наблюдениям это случается в период 15.05–20.05 [12]. Феноиндикатором событий является облиственное состояние березы. Массово цветут первоцветы. Большинство растений способны активно поглощать воду, дышать, осуществлять все ростовые процессы, развивать вегетативные и генеративные органы, вести ассимиляционную деятельность.

Конец вегетации растительности территории исследования связан также с переходом среднесуточных температур отметки в  $+5^{\circ}\text{C}$  и ниже. По многолетним наблюдениям это связано с изменениями, происходящими в период 26.09–30.09 [12]. К этому моменту уже заканчивается листопад. Физиологически важные процессы для большинства растений становятся невозможными, они готовятся к погружению в анабиотическое состояние или уже находятся в нем.

Результаты наблюдения фенофаз 14 видов древесных растений в окрестностях с. Хомотово отражены в таблице 2.

Начало вегетации (набухание почек) ранее всего отмечено у *S. dasyclados*, *V. pendula*, *M. baccata*, *P. avium*. Происходит это во второй декаде апреля.

У большинства видов облиствление в 2023 г. происходило массово в течение двух недель с 7 по 22 мая за исключением *S. dasyclados*, *P. tremula* и *Rh. dauricum*. Эти виды древесных растений отличаются тем, что период цветения у них раньше облиствления и зафиксирован с 5 по 15 мая.

Со второй половины мая началось цветение *M. baccata*, *H. rhamnoides*, *P. avium*, *C. sanguinea*. У *P. suaveolens*, *R. spicatum*, *C. arborescens* начало цветения произошло в последних числах мая. В начале июня зацвели *R. majalis*, *R. idaeus*, *S. alba*.

Самое раннее созревание плодов наблюдалось у *S. dasyclados* в первой декаде июня, затем в конце июня – у *S. alba* и *P. tremula*, в начале июля – у *P. suaveolens* и *R. spicatum*.

С 25 июля отмечено начало созревания плодов у *C. arborescens* и *R. majalis*, в конце августа – у *M. baccata*, *H. rhamnoides*.

Облиствление *P. avium* началось 15 мая и длилось около 21 дня. В середине мая наблюдались понижения температур, что визуально не повлияло на продолжительность и активность цветения. Однако фенофаза плодоношения не наступила. На этапе созревания плодов зеленые плоды опали. Возможной причиной этого послужили климатические условия 2023 г., в это период наблюдалось отсутствие осадков и пересыхание поверхностного слоя почвы.

В целом развитие древесной растительности в весенне-летний период 2023 г. отставало в среднем на 10 дней. Данная задержка связана с поздней весной и резким колебанием среднесуточной температуры в начале лета.

Затяжная весна 2023 г. повлияла и на продолжительность фенофаз древесных растений, основные из которых приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Даты наступления фенофаз древесных растений в окрестностях с. Хомутово в вегетационный период 2023 г.

Table 2 – The dates of the onset of phenophases of woody plants in the vicinity of the village of Khomutovo in the growing season of 2023

| № п/п | Вид                   | Фенофазы* и даты их наступления |             |             |             |             |             |             |
|-------|-----------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|       |                       | НП                              | РП          | ОЛ          | НЦ          | ПЦ          | ОЦ          | НС          |
| 1     | <i>P. suaveolens</i>  | 02.05-20.05                     | 22.05-25.05 | 25.05-30.05 | 28.05-30.05 | 15.06-20.06 | 05.07-07.07 | 10.07-15.07 |
| 2     | <i>P. tremula</i>     | 25.04-30.04                     | 02.05-07.05 | 01.06-04.06 | 09.05-11.05 | 20.05-25.06 | 30.05-03.06 | 28.06-05.07 |
| 3     | <i>S. dasyclados</i>  | 10.04-20.04                     | 20.04-05.05 | 27.05-15.06 | 05.05-15.05 | 15.05-30.05 | 07.06-10.06 | 07.06-20.06 |
| 4     | <i>B. pendula</i>     | 20.04-05.05                     | 07.05-12.05 | 15.05-20.05 | 07.05-11.05 | 12.05-17.05 | 17.05-20.05 | 05.09-30.09 |
| 5     | <i>R. spicatum</i>    | 01.05-12.05                     | 13.05-16.05 | 17.05-20.05 | 26.05-28.05 | 30.05-07.06 | 15.06-17.06 | 05.07-15.07 |
| 6     | <i>C. sanguinea</i>   | 22.04-03.05                     | 05.05-07.05 | 07.05-09.05 | 23.05-25.05 | 27.05-30.05 | 05.06-07.06 | 20.09-01.10 |
| 7     | <i>M. baccata</i>     | 20.04-10.05                     | 10.05-13.05 | 15.05-18.05 | 15.05-18.05 | 25.05-30.05 | 07.06-09.06 | 25.08-05.09 |
| 8     | <i>P. avium</i>       | 15.04-05.05                     | 04.05-10.05 | 15.05-20.05 | 17.05-20.05 | 25.05-28.05 | 01.06-03.06 | –           |
| 9     | <i>R. majalis</i>     | 15.05-20.05                     | 21.05-24.05 | 25.05-27.05 | 07.06-10.06 | 12.06-18.06 | 20.06-25.06 | 28.07-15.08 |
| 10    | <i>R. idaeus</i>      | 15.05-25.05                     | 26.05-29.05 | 30.05-03.06 | 15.06-17.06 | 28.06-30.06 | 05.07-08.07 | 20.08-20.09 |
| 11    | <i>C. arborescens</i> | 30.04-14.05                     | 15.05-18.05 | 20.05-22.05 | 27.05-30.05 | 03.06-07.06 | 10.06-12.06 | 25.07-05.08 |
| 12    | <i>H. rhamnoides</i>  | 27.04-15.05                     | 15.05-16.05 | 18.05-21.05 | 01.05-03.05 | 11.05-13.05 | 12.05-15.05 | 25.08-15.09 |
| 13    | <i>S. alba</i>        | 05.05-19.05                     | 20.05-23.05 | 25.05-28.05 | 10.06-12.06 | 14.06-17.06 | 18.06-20.06 | 25.06-10.07 |
| 14    | <i>Rh. dauricum</i>   | 25.04-12.05                     | 13.05-15.05 | 05.06-08.06 | 15.05-18.05 | 19.05-23.05 | 07.06-10.06 | 25.09-20.10 |

\*Условные обозначения: НП – набухание почек; РП – разворачивание почек; ОЛ – обособление листьев (облиствление); НЦ – начало цветения; ПЦ – пик цветения; ОЦ – окончание цветения; НС – начало созревания семян и плодов.

Быстрое облиствление (около 10 дней) отмечено у *P. tremula*, *B. pendula*, *R. spicatum*, *H. rhamnoides*.

*P. suaveolens*, *S. dasyclados*, *C. sanguinea*, *R. majalis*, *S. alba* и *C. arborescens* покрылись листвой в среднем за 11–15 дней. Самое длительное облиствление 18–25 дней наблюдалось у *R. idaeus*, *M. baccata*, *P. avium* и *Rh. dauricum*.

Таблица 3 – Продолжительность основных фенофаз древесных растений в окрестностях с. Хомутово в вегетационный период 2023 г., дней

Table 3 – The duration of the phenological phases of woody plants in the vicinity of the village of Khomutovo in the growing season of 2023, days

| № п/п | Вид                   | Продолжительность фенофаз |          |              |
|-------|-----------------------|---------------------------|----------|--------------|
|       |                       | облиствение               | цветение | плодоношение |
| 1     | <i>P. suaveolens</i>  | 15                        | 40       | 10           |
| 2     | <i>P. tremula</i>     | 11                        | 24       | 20           |
| 3     | <i>S. dasyclados</i>  | 14                        | 35       | 10           |
| 4     | <i>B. pendula</i>     | 9                         | 15       | 22           |
| 5     | <i>R. spicatum</i>    | 10                        | 22       | 20           |
| 6     | <i>C. sanguinea</i>   | 16                        | 15       | 25           |
| 7     | <i>M. baccata</i>     | 25                        | 25       | 16           |
| 8     | <i>P. avium</i>       | 21                        | 17       | –            |
| 9     | <i>R. majalis</i>     | 14                        | 18       | 22           |
| 10    | <i>R. idaeus</i>      | 18                        | 23       | 18           |
| 11    | <i>C. arborescens</i> | 14                        | 16       | 21           |
| 12    | <i>H. rhamnoides</i>  | 7                         | 12       | 29           |
| 13    | <i>S. alba</i>        | 15                        | 10       | 23           |
| 14    | <i>Rh. dauricum</i>   | 21                        | 26       | 8            |

Продолжительность фазы цветения у *B. pendula*, *C. sanguinea*, *P. avium*, *C. arborescens*, *R. majalis* и *H. rhamnoides* в 2023 г. составила 12–18 дней. У *R. idaeus*, *R. spicatum*, *P. tremula*, *M. baccata* и *Rh. dauricum* – 22–26 дней. Более месяца (35–40 дней) цветение растянулось у *S. dasyclados* и *P. suaveolens*.

Самое быстрое формирование плодов, около 10 дней, зафиксировано у *P. suaveolens*, *S. dasyclados*, *M. baccata* и *Rh. dauricum*. Самое длительное плодоношение у *H. rhamnoides* – 29 дней. Остальные исследуемые виды древесных растений плодоносили в среднем 18–25 дней.

**Заключение.** По результатам проведенного исследования необходимо отметить, что основные фенофазы у 14 видов древесных растений в вегетационный период 2023 г. начались позже в среднем на 10 дней. Данная задержка связана с затяжной и холодной весной, и резким колебанием среднесуточной температуры в начале лета. При этом продолжительность фенологических фаз в среднем соответствует особенностям нашего региона.

#### Список литературы

1. Абаимов, В.Ф. Дендрология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Ф. Абаимов. – М.: Изд. центр “Академия”, 2009. – 368 с.
2. Белюченко, И.С. Организация экологического мониторинга биоразнообразия при изменении окружающей среды: (практическое пособие для магистрантов) / И.С. Белюченко, О.А. Мельник, Ю.Ю. Никифорова. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2012. – 70 с.
3. Булыгин, Н.Е. Дендрология / Н.Е. Булыгин, В.Т. Ярмишко. – СПб.: Наука, 2000. – 528 с.

4. Булыгин, Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями / Н.Е. Булыгин. – Л.: ЛТА, 1979. – 96 с.
5. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / В.В. Чепинога, Н.В. Степанцова, А.В. Гребенюк и др. [отв. ред. Л.И. Малышев]. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2008. – 340 с.
6. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Совет ботанических садов СССР. – М.: ГБС АН СССР, 1975. – 27 с.
7. Общесоюзные нормативы для таксации лесов (утв. приказом Госкомлеса СССР от 28 февраля 1989 г. N 38) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bigenc.ru> (дата обращения 01.07.2023).
8. Руденко, А.И. К вопросу о путях развития и использования фенологии в народном хозяйстве / А.И. Руденко // Географический сборник. Вопросы фенологии. –1957. – Т. IX. – С. 5–12.
9. Соловьева, В.В. Фенонаблюдения за древесно-кустарниковыми растениями как средство формирования исследовательских умений учащихся / В.В. Соловьева // Самарский научный вестник. – 2020. – №1 (30). – С. 273–277.
10. Тишин, Д.В. Фенология (методика наблюдений) / Д.В. Тишин, Н.А. Чижикова. – Казань: Казанский федеральный университет, 2022. – 36 с.
11. Фарафонова, Н.И. Хомутово. Настоящее прошлым рожденное. Информационный сборник о старейшем селе Иркутского района / Н. И. Фарафонова. 2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.calameo.com> (дата обращения 01.07.2023).
12. Фенологическая карта // Иркутск и Иркутская область. Атлас; под ред. Н.С. Беркина и др. – Новосибирск: ФГУП “Новосибирская картографическая фабрика”, 1997, 2007 без изменения. – С. 24.
13. Фенология как наука. История развития фенологии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vk.com/@altayrgo-fenologiya-kak-nauka-istoriya-razvitiya-fenologii> (дата обращения 01.07.2023).
14. Шиманюк, А.П. Дендрология / А.П. Шиманюк. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 264 с.
15. Шнелле, Ф. Фенология растений / Ф. Шнелле; пер. с нем. М. Д. Денисовой и Е.В. Эллади; под ред. д-ра геогр. Наук И.А. Гольцберг. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1961. – 259 с.
16. Юркевич, И.Д. Фенологические исследования древесных и травянистых растений: Методическое пособие/ И.Д. Юркевич, Д.С. Голод, Э.П. Ярошевич. – Минск, 1980. – 80 с.
17. Янцер, О.В. Общая фенология и методы фенологических исследований / О.В. Янцер, Е.Ю. Терентьева. – Екатеринбург: УрГПУ, 2013. – 218 с.

### References

1. Abaimov, V.F. Dendrologiya: uchebnoe posobie dlya stud. vysshih uchebnyh zavedenij [Dendrology: textbook for students of higher educational institutions]. Moscow, 2009, 368 p.
2. Beluchenko, I.S., Melnik, O.A., Nikiforenko, Yu.Yu. Organizaciya ekologicheskogo monitoringa bioraznoobraziya pri izmenenii okruzhayushchej sredy [Organisation of ecological monitoring of biodiversity under environmental change]. Krasnodar, 2012, 70 p.
3. Bulygin, N.E., Yarmishko, V.T. Dendrologiya [Dendrology]. St Petersburg, 2000, 528 p.
4. Bulygin N.E. Fenologicheskie nablyudeniya nad drevesnymi rasteniyami [Phenological observations on woody plants]. Leningrad, 1979. 96 p.
5. Check-list of the vascular flora of she Irkutsk region [Abstract of the flora of the Irkutsk region (vascular plants) ]. Irkutsk, 2008, 327 p.
6. Metodika fenologicheskikh nablyudenij v botanicheskikh sadah SSSR. Sovet botanicheskikh sadov SSSR [Methods of phenological observations in botanical gardens of the USSR. Council of Botanical Gardens of the USSR]. Moscow, 1975. 27 p.

7. Obshchesoyuznye normativy dlya taksacii lesov (utverzhdennye prikazom Gosudarstvennogo komiteta lesa SSSR ot 28 fevralya 1989 goda N 38) [All-Union norms for forest taxation (approved by the order of the State Forest Committee of the USSR from 28 February 1989 N 38)] [Electronic resource]. URL: <https://bigenc.ru>, 01.07.2023.

8. Rudenko, A.I. K voprosu o putyah razvitiya i ispol'zovaniya fenologii v narodnom hozyajstve [Towards the development and use of phenology in the national economy]. Geograficheskij sbornik. Voprosy fenologii [Geographical Compendium. Questions of phenology]. 1957, vol. IX, pp. 5–12.

9. Solovieva, V.V. Fenonablyudeniya za drevesno-kustarnikovymi rasteniyami kak sredstvo formirovaniya issledovatel'skih umenij uchashchihsya [Phenological observations of woody plants as a means of school students' research skills development]. Samarskij nauchnyj vestnik [Samara Scientific Bulletin]. 2020, no.1 (30), pp. 273–277.

10. Tishin, D.V., Chizhikova N.A. Fenologiya (metodika nablyudenij) [Phenology (observation methodology)]. Kazan, 2022, 36 p.

11. Farafonova, N.I. Homutovo. Nastoyashchee proshlym rozhdennoe. Informacionnyj sbornik o starejshem sele Irkutskogo rajona [Khomutovo. The present born in the past. Information collection about the oldest village of Irkutsk district]. URL: <https://www.calameo.com>, 01.07.2023.

12. Fenologicheskaya karta. Irkutsk i Irkutskaya oblast' [Phenological map. Irkutsk and Irkutsk Oblast]. Novosibirsk, 1997, 2007, p. 24.

13. Fenologiya kak nauka. Istoriya razvitiya fenologii [Phenology as a science. History of phenology development]. URL: <https://vk.com/@altayrgo-fenologiya-kak-nauka-istoriya-razvitiya-fenologii>, 01.07.2023.

14. Shimanyuk A.P. Dendrologiya [Dendrology]. Moscow, 1974. 264 p.

15. Shnelle F. Fenologiya rastenij [Plant Phenology]. Leningrad, 1961. 259 p.

16. Yurkevich I.D., Golod D.S., Yaroshevich E.P. Fenologicheskie issledovaniya drevesnyh i travyanistyh rastenij: Metodicheskoe posobie [Phenological studies of woody and herbaceous plants: Methodological manual]. Minsk, 1980. 80 p.

17. Yancer O.V., Terent'eva E.Yu. Obshchaya fenologiya i metody fenologicheskikh issledovaniy [General phenology and methods of phenological research]. Yekaterinburg, 2013. 218 p.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования приняли непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данной публикации. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Авторы несут полную ответственность за изложенные в статье материал.**

**Author Contributions.** All authors of this study were directly involved in the planning, execution, and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

**The authors are fully responsible for the presentation of the material in the article.**

### **История статьи/ Article history:**

Дата поступления в редакцию / Received: 01.02.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 10.03.2024

Дата принятия к печати / Accepted: 18.03.2024

### **Сведения об авторах**

Николай Александрович Шеметов – бакалавр Лесного дела. Область исследований – фенология древесных растений, экология леса. Автор 1 научной работы.

**Контактная информация:** Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 664038, Иркутская область, Иркутский район, Молодежный, д. 1/1, e-mail: 38-n@bk.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-4435-0357>.

Виктория Николаевна Шеметова – натуралист-любитель. Автор 1 научной работы. Область исследований – фенология древесных растений, экология леса.

**Контактная информация:** Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, д. 1/1, e-mail: VVV-38@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6886-1740>.

Оксана Петровна Виньковская – кандидат биологических наук, доцент кафедры охотоведения и биоэкологии Института управления природными ресурсами.

Автор свыше 160 научных работ. Направление деятельности – флора и растительность Байкальской Сибири, кормовые сосудистые растения, биогеография, экология леса.

**Контактная информация:**

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, д. 1/1. E-mail: urbanoflora@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3297-2598>.

### **Information about of the authors**

Nikolay A. Shemetov – Bachelor of Forestry. Area of activity – phenology of woody plants, forest ecology. Author of 1 scientific paper.

**Contact information:** Irkutsk State Agrarian University named after. A.A. Ezhevsky, Pos. Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, 664038, Russia, e-mail: 38-n@bk.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-4435-0357>.

Viktoriya N. Shemetova – Amateur Naturalist. Area of activity – phenology of woody plants, forest ecology. Author of 1 scientific work.

**Contact information:** Irkutsk State Agrarian University named after. A.A. Ezhevsky, Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, 664038, Russia, e-mail: VVV-38@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-6886-1740>.

Oksana P. Vinkovskaya – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Technology in Hunting and Forestry, Institute of Natural Resource Management.

Area of expertise – forest flora and vegetation, fodder vascular plants, biogeography, forest ecology.

Author of more than 160 scientific works.

**Contact Information:** Irkutsk State Agrarian University named after. A.A. Ezhevsky, Pos. Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, 66403, Russia, e-mail: urbanoflora@yandex.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3297-2598>.

## **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 оплата за каждую статью в размере: доктор наук - 1000 руб., кандидат – 750, автор(ы), не имеющие ученую степень – 500. Студенты, магистранты, аспиранты любой формы обучения имеют право опубликовать статьи бесплатно при предоставлении соответствующего документа.

4. Объем статьи от 8 до 12 страниц. Число авторов в статье от 1-го до 5 –ти (в редких случаях 6-7).

5. Автор может опубликовать две статьи в год самостоятельно или в соавторстве. Сотрудники университета и члены редколлегии могут опубликовать три статьи.

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).

#### **Банковские реквизиты Иркутского ГАУ для оплаты статей**

ИНН 3811024304 КПП 382701001

ПОЛУЧАТЕЛЬ: УФК ПО ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ (ФГБОУ ВО ИРКУТСКИЙ ГАУ Л/СЧ 20346Х05770)

БАНК: ОТДЕЛЕНИЕ ИРКУТСК БАНКА РОССИИ//УФК ПО ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ  
Г.ИРКУТСК

Р/СЧ 03214643000000013400

К/СЧ 40102810145370000026

БИК 012520101

КБК 00000000000000000130

## **Правила оформления статьи**

1. Статья направляется в редакцию журнала по адресу: 664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского”, “Редакция научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА” или по e-mail: nikulina@igsha.ru, тел. 8(3952)237330, 89500885005.

2. Статья представляется в бумажном виде и на электронном носителе (по e-mail или на электронном носителе) в формате MicrosoftWord. 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 200 до 250 слов, примерно 2000 знаков (шрифт – Times New Roman, размер – 12 пт, интервал – 1.0).

6. После аннотации располагаются ключевые слова (шрифт – TimesNewRoman, 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 подрисуночным 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 соискательства), 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 или в редакцию научно-практических журналов Иркутского ГАУ.

2. На каждую статью обязательны две рецензии (внутренняя и внешняя), составленные доктором или кандидатом наук по направлению исследований автора. Рецензии обосновывают новизну и актуальность научной статьи, логику и научность изложения текста, аргументированность выводов и заключений, включает в себя рекомендации рецензента по отношению к статье. Рецензии заверяются печатью соответствующего учреждения (организации), подписи рецензентов подтверждается начальником управления персоналом и содержит дату ее написания.

3. Заключение организации, где работает (ют) автор (ры), о возможности опубликовании материалов в открытой печати в научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”, заверенное печатью и подписанное лицом (руководителем) организации, где работает автор (ы).

4. 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”.

5. Все вышеперечисленные документы в отсканированном виде предоставляются в редакцию по e-mail: *nikulina@igsha.ru*.

### **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](http://www.elibrary.ru)) и научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА”.
  2. Статьи принимаются по установленному графику:
    - в № 1 (февраль) – до 1 ноября текущего года;
    - в № 2 (апрель) – до 1 декабря текущего года;
    - в № 3 (июнь) – до 1 февраля текущего года;
    - в № 4 (август) – до 1 марта текущего года;
    - в № 5 (октябрь) – до 1 апреля текущего года;
    - в № 6 (декабрь) – до 1 мая текущего года.
- В исключительных случаях, по согласованию с редакцией, 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* тел. 8(3952)2990660, 89500885005.

## Requirements for articles published in “Vestnik IrGSHA”

### Article publication conditions

1. Articles should contain the results of scientific research, theoretical, practical (innovative) developments, ready for use and are relevant (in demand) at the present stage of scientific development, or be of scientific and cognitive interest, correspond to the main directions of the journal.

2. Comply with the applicable design rules.

3. For authors, except for full-time and part-time students, postgraduates and undergraduates, the condition for the publication of articles is an annual subscription - 1500 rubles, while the volume of the article should not exceed 8 pages. The number of authors in an article is no more than five (6-7).

4. The author can publish two articles per year independently or in co-authorship.

5. Articles received and accepted for publication will not be returned. The editorial board assumes anonymous reviewing, has the right to reject articles that do not meet the above requirements and the main scientific areas of the journal.

6. Authors bear legal and other responsibility for the factual side of the articles.

**A separate page** provides information about the author: surname, name, patronymic (in full) in Russian, surname and initials in English, academic degree, academic title, position, telephone, e-mail and address of the organization (indicating the postal code).

### Article design rules

1. The article is sent to the editorial office of the journal at the following address: 664038, Irkutsk region, Irkutsk region, Molodezhny, Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky”, “Editorial office of the “Journal of Bio-Sciences” or by e-mail: nikulina@igsha.ru, tel. 8(3952)237330, 89500885005.

2. The article is submitted in paper form and on electronic media (by e-mail or on electronic media) in Microsoft Word format. The paper version must fully correspond to the electronic one. When typing an article, consider the following: width formatting; margins: left and right - 23 mm each, the rest - 20 mm, paragraph indent - 10 mm.

3. The text of the article must be carefully read and signed by the author, who is responsible for the scientific and theoretical level of the published material.

4. Page numbering is required.

Article structure:

1. The universal decimal code (UDC) is located in the upper left corner: bold, size - 12 pt.

2. Title of the article (IN CAPITAL LETTERS), bold font, 14 point size, line spacing - 1.0.

3. Surname, name, patronymic of the author, bold, 12 point size.

4. The name of the organization, department, 12 point size, line spacing - 1.0.

5. The abstract of the article should reflect the main provisions of the work and contain from 200 to 250 words, approximately 2000 characters (font - Times New Roman, size - 12 pt, spacing - 1.0).

6. After the annotation there are keywords (font - TimesNewRoman, italic, size - 12 pt.).

7. Further: points 1, 2, 3, 4, 5, 6 are duplicated in English.

8. The main text of the article - font Times New Roman, size - 14 pt., Line spacing - 1.0 pt. In the text of the article, the author concisely and clearly states the current state of the issue, a description of the research methodology and a discussion of the results obtained; the title of the article must fully reflect its content; the main text of experimental articles should be structured using the subheadings of the corresponding sections: objects and methods, experimental part, results and their discussion, conclusions.

9. Illustrations to the article (if any) are provided in electronic form, included in the text, in standard graphic formats with a mandatory caption title.

10. Tables are typed in the WORD editor - 12 point size, the name of the table in bold.

11. Formulas and special symbols are typed using the Symbol menu item and the MS-Equation 5.0 formula editor.

12. At the end of the article there is a list of references (in alphabetical order) in Russian, 12 point size, line spacing - 1.0; the text contains a link with a number.

13. Further - transliteration of the entire list of references.

14. Literature references are given in the text in square brackets.

15. Acknowledgments (s) or indication (s) for what funds the research was carried out are given at the end of the main text after the conclusions (font Times New Roman, size - 12 pt.).

16. Drawing up graphs and tables according to the standard (GOST 7.1 - 2003).

17. Information about the author (s): last name, first name, patronymic (in full), academic degree, academic rank, position, place of work (place of study or application), contact phones, e-mail, postal code and address of the institution.

#### **Accompanying documents to the article**

1. Application on behalf of the author(-s) addressed to the editor-in-chief "Journal of Bio-Sciences", or to the editorial board of the scientific-practical journals of the Irkutsk State Agricultural University.

2. For each article, two reviews (internal and external) are required, compiled by a doctor or candidate of sciences in the direction of the author's research. The reviews substantiate the novelty and relevance of the scientific article, the logic and scientific nature of the presentation of the text, the validity of the conclusions and conclusions, and includes the recommendations of the reviewer in relation to the article. The reviews are certified by the seal of the relevant institution (organization), the signatures of the reviewers are confirmed by the head of the personnel department and contains the date of its writing.

3. Conclusion of the organization where the author(-s) work(-s) on the possibility of publishing materials in the open press in "Journal of Bio-Sciences", certified by the seal and signed by the person (head) of the organization where the author(-s) work.

4. For graduate students and applicants for the degree of candidate of sciences, a recommendation signed by a person with a degree and certified by the seal of the institution is required. The recommendation reflects the relevance of the problem being disclosed, the scientific level of the presented material is assessed and conclusions are drawn about the possibility of publishing the article in "Journal of Bio-Sciences".

5. All of the above documents in scanned form are submitted to the editorial office by e-mail: *nikulina@igsha.ru*.

#### **Registration of articles**

1. The received article is registered in the general list by the date of receipt.

2. The author(-s) are notified by e-mail or by contact phone about the publication of the article(-s) in the corresponding issue.

3. Deputy the editor-in-chief within 7 days notifies the author(-s) of the receipt of the article.

The procedure for reviewing articles

1. Scientific articles submitted to the editorial office are reviewed.

2. Forms of reviewing articles:

- internal (reviewing of manuscripts of articles by members of the editorial board);

- external (referral for reviewing manuscripts of articles to leading experts in the relevant industry).

3. Deputy the editor-in-chief determines the correspondence of the article to the journal's profile, design requirements and sends it for reviewing to a specialist (doctor or candidate of sciences) who has the scientific specialization closest to the topic of the article.

4. Terms of reviewing in each case are determined by the deputy. editor-in-chief, taking into account the creation of conditions for the fastest possible publication of the article.

5. The review should cover the following issues:

- whether the content of the article corresponds to the topic stated in the title;

- how much the article corresponds to modern achievements of scientific and theoretical ideas;
- whether the article is available to readers for whom it is designed in terms of language, style, location of the material, visibility of tables, diagrams, figures, etc.;
- is it expedient to publish the article taking into account the scientific literature previously released on this issue;
- what exactly are the positive aspects, as well as disadvantages; what corrections and additions should be made by the author;
- conclusion about the possibility of publication of this manuscript in the journal: “recommended”, “recommended taking into account the correction of the deficiencies noted by the reviewer” or “not recommended”.

6. Reviews are certified in accordance with the procedure established by the institution where the reviewer works.

7. In case of rejection of the article from publication, the editorial staff sends the author a reasoned refusal.

8. An article not recommended by the reviewer for publication will not be accepted for reconsideration. The text of the negative review is sent to the author by e-mail, fax or regular mail.

9. The presence of a positive review is not a sufficient reason for the publication of the article. The final decision on the expediency of publication is made by the editorial board.

10. After the editorial board has made a decision on the admission of the article to publication, Deputy. the editor-in-chief informs the author about this and indicates the publication time

11. Reviews are stored for at least 5 years in paper and electronic versions and can be provided to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation upon request.

#### **The order of consideration of articles**

1. By submitting an article for publication, the author thereby agrees to post its full text on the Internet on the official websites of the scientific electronic library ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)) and “Journal of Bio-Sciences”.

2. Articles are accepted according to the established schedule:

- in No. 1 (February) - until November 1 of the current year;
- in No. 2 (April) - until December 1 of the current year;
- in No. 3 (June) - until February 1 of the current year;
- in No. 4 (August) - until March 1 of the current year;
- in No. 5 (October) - until April 1 of the current year;
- in No. 6 (December) - until May 1 of the current year.

In exceptional cases, by agreement with the editorial board, the deadline for submitting an article to the next issue may be extended by no more than three weeks.

3. Received articles are considered by the editorial board within a month.

4. The editorial board is authorized to send the article for additional reviewing.

5. The editorial board is authorized to carry out scientific and literary editing of the received materials, if necessary, reduce them in agreement with the author, or, if the subject of the article is of interest to the journal, send the article to the author for revision.

6. The editorial board reserves the right to reject an article that does not meet the established design requirements or the subject of the journal.

7. In case of rejection of the submitted article, the editorial board gives the author a reasoned opinion.

8. The author(-s) within 7 days receive a notification about the received article. A month after the registration of the article, the editorial office informs the author(-s) about the results of the review and about the plan for publishing the article.

Detailed information on the design of articles can be obtained by e-mail: [nikulina@igsha.ru](mailto:nikulina@igsha.ru)  
tel. 8 (3952) 2990660, 89500885005.

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

**Выпуск 3 (122)**  
**июнь**

**Технический редактор – М.Н. Полковская**  
**Литературный редактор – В.И. Тесля**  
**Перевод – С.В. Швецова**

Лицензия на издательскую деятельность

ЛР № 070444 от 11.03.98 г.

Дата выхода: 05.06.2024

Подписано в печать 21.05.2024

Усл. печ. л. 10.

Тираж 300. Заказ № 3236

Цена свободная.

Адрес редакции, издателя, типографии:  
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный,  
Главный корпус ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.