



Международный
сельскохозяйственный журнал
Издаётся с 1957 года



Журналу присвоены
международные стандартные
серийные номера ISSN:
2587-6740 (print),
2588-0209 (on-line, eng)



«Международный сельскохозяйственный журнал» включен
в перечень ВАК рецензируемых
научных изданий, в которых должны
быть опубликованы основные
научные результаты диссертаций
на соискание ученых степеней
кандидата и доктора наук (ВАК-2022)



Публикации в журнале
направляются в базу данных
Международной информационной
системы по сельскохозяйственной
науке и технологиям AGRIS FAO ООН

Журнал включен в список лучших
российских журналов, цитируемых
на совместной платформе Web of
Science и e-Library.ru (RSCI)



Публикации размещаются
в системе Российского индекса
научного цитирования (РИНЦ)
Журнал входит в ядро РИНЦ



Подписку на журнал можно
оформить в Электронном каталоге
«Пресса России» по ссылке
<https://www.ppressa-rf.ru/cat/1/edition/i94062/>.
Подписной индекс — 94062.

ДВУХМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ О ДОСТИЖЕНИЯХ
МИРОВОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

BIMONTHLY SCIENTIFIC-PRODUCTION JOURNAL ON ADVANCES
OF WORLD SCIENCE AND PRACTICES IN THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А.А. Фомин

Научно-методическое обеспечение раздела
«Земельные отношения и землеустройство»
ФГБОУ ВО ГУЗ

Заместитель главного редактора Т. Казёнова
Редактор выпуска Г. Якушкина
Ответственный секретарь И. Мамонтова
Дизайн и верстка И. Котова
Реклама М. Фомина
Издательство: Е. Михайлина,
Е. Цинцадзе, С. Комелягина
e-science@list.ru

Учредитель и издатель: ООО «Электронная наука»

Свидетельство о регистрации средства массовой
информации ПИ № ФС77-49235 от 04.04.2012 г.

Свидетельство Московской регистрационной
Палаты № 002.043.018 от 04.05.2001 г.

Редакция: 105064, Москва, ул. Казакова, 10/2
тел.: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;
www.mshj.ru

Адрес для почтовой корреспонденции:
105064, Москва, а/я 62

Дата выхода в свет 15.02.2023 г. Тираж 5500
Цена договорная

© Международный сельскохозяйственный журнал

EDITOR
A.A. Fomin

Scientific and methodological support section
«Land relations and land management»
State University of Land Management

Deputy editor T. Kazennova
Editor G. Yakushkina
Executive secretary I. Mamontova
Design and layout I. Kotova
Advertising M. Fomina
Publishing: E. Mikhaylina,
E. Tsintsadze, S. Komeliagina
e-science@list.ru

Founder and publisher: ООО «E-science»

Certificate of registration media
PI № FS77-49235 of 04.04.2012

Certificate of Moscow registration Chamber
№ 002.043.018 of 04.05.2001

Editorial office: 105064, Moscow, Kazakova str., 10/2
tel: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;
www.mshj.ru

Address for postal correspondence:
105064, Moscow, box 62

Date of issue 15.02.2023. Edition 5500
The price is negotiable

© International agricultural journal

**Награды
«Международного
сельскохозяйственного
журнала»:**

**Неоднократно вручались
медали и дипломы
Российской агропромышленной
выставки «Золотая осень»**



**За вклад в развитие
аграрной науки вручена
общероссийская награда
«За изобилие
и процветание России»**



**Лауреат национальной
премии имени П.А. Столыпина
«Аграрная элита России»**



Земельные отношения и землеустройство

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ / EDITORIAL BOARD

1. **ВОЛКОВ С.Н.**, председатель редакционного совета, зав. кафедрой Государственного университета по землеустройству, акад. РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.
VOLKOV SERGEY, Chairman of the editorial Council, head of the department of State university of land use planning, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow
2. **Вершинин В.В.**, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Vershinin Valentin, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
3. **Гордеев А.В.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Gordeyev Alexey, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
4. **Долгушкин Н.К.**, глав. уч. секретарь Президиума РАН, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Dolgushkin Nikolai, chapters. academic Secretary of the Presidium of Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
5. **Белобров В.П.**, д-р с.-х. наук, проф. Россия, Москва.
Belobrov Viktor, Dr. of agricultural Science, Prof. Russia, Moscow
6. **Бунин М.С.**, директор ЦНСХБ, д-р экон. наук, проф., заслуж. деятель науки РФ. Россия, Москва.
Bunin Mikhail, Director cnshb, Dr. Ekon. Sciences, Professor, honoured science worker of the Russian Federation. Russia, Moscow
7. **Завалин А.А.**, акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». Россия, Москва.
Zavalin Alexey, Acad. RAS, Dr. of agricultural Science, Professor. Russia, Moscow
8. **Замотаев И.В.**, д-р геогр. наук, проф., Институт географии РАН. Россия, Москва.
Zamotaev Igor, Dr. Georg. Sciences, Professor, Institute of geography RAS. Russia, Moscow
9. **Иванов А.И.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт». Россия, Санкт-Петербург.
Ivanov Alexey, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences, Professor. Russia, Saint-Petersburg
10. **Коробейников М.А.**, вице-приз. Международного союза экономистов, чл.-кор. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Korobeynikov Mikhail, Vice-PR. International Union of economists, member.-cor. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
11. **Никитин С.Н.**, зам. директора ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», д-р с.-х. наук, проф. Россия, Ульяновск.
Nikitin Sergey, Dr. of agricultural science, Professor. Russia, Ulyanovsk
12. **Романенко Г.А.**, член президиума РАН, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Romanenko Gennady, member of the Presidium of the Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
13. **Петриков А.В.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Petrikov Alexander, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
14. **Ушачев И.Г.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.
Ushachev Ivan, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow
15. **Савин И.Ю.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, зам. директора по науч. работе Почвенного института им. В.Докучаева РАН. Россия, Москва.
Savin Igor, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences. Russia, Moscow
16. **Папаскири Т.В.**, д-р экон. наук, проф. Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.
Papaskiri Timur, Dr. Econ. Sciences, professor of State university of land use planning. Russia, Moscow
17. **Серова Е.В.**, д-р экон. наук, проф., директор по аграрной политике НИУ ВШЭ. Россия, Москва.
Serova Eugenia, Dr. Ekon. Sciences, prof., Director of agricultural policy NRU HSE. Russia, Moscow
18. **Узун В.Я.**, д-р экон. наук, проф. РАНХиГС. Россия, Москва.
Uzun Vasily, Dr. Ekon. Sciences, Professor of Ranepa. Russia, Moscow
19. **Шагайда Н.И.**, д-р экон. наук, проф, директор Центра агропродовольственной политики Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. Россия, Москва.
Shagaida Nataliya, Dr. Ekon. Sciences, prof., Director of the Center of agricultural and food policy Russian academy of national economy and public administration. Russia, Moscow
20. **Широкова В.А.**, д-р геогр. наук, зав. отделом истории наук о Земле Института истории науки и техники имени С.И. Вавилова РАН, проф. кафедры почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.
Shirokova Vera, Dr. Georg. Sciences, Professor of Department of soil science, ecology and environmental Sciences State university of land use planning. Russia, Moscow
21. **Хлыстун В.Н.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Khlystun Viktor, member of the Academy. RAS, Dr. of Econ. PhD, Professor. Russia, Moscow
22. **Закшевский В.Г.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Воронеж.
Zakshevsky Vasily, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Voronezh
23. **Чекмарев П.А.**, акад. РАН, д-р с.-х. наук, Полномочный представитель Чувашской Республики при Президенте Российской Федерации.
Chekmarev P. A., Acad. RAS, doctor of agricultural Sciences, Plenipotentiary representative of the Chuvash Republic to the President of the Russian Federation
24. **Цыпкин Ю.А.**, д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ГУЗ». Россия, Москва.
Tsyppkin Yuri, Dr. Econ. Sciences, Professor, Head of the department of State university of land use planning, Russia, Moscow
25. **Саблук П.Т.**, директор Института аграрной экономики УАН, академик УАН, д-р экон. наук, проф. Украина, Киев.
Sabluk Petro, Director of the Institute of agricultural Economics UAN, UAN academician, Dr. Econ. Sciences, Professor. Ukraine, Kiev
26. **Гусаков В.Г.**, вице-президент БАН, акад. БАН, д-р экон. наук, проф. Белоруссия, Минск.
Gusakov Vladimir, Vice-President of the BAN, Acad. The BAN, Dr. Ekon. Sciences, Professor. Belarus, Minsk
27. **Пармакли Д.М.**, проф., д-р экон. наук. Республика Молдова, Кишинев.
Permal Dmitry, Dr. Ekon. Sciences. The Republic Of Moldova, Chisinau
28. **Ревившвили Т.О.**, акад. АСХН Грузии, д-р техн. наук, директор Института чая, субтропических культур и чайной промышленности Грузинского аграрного университета г. Озургети, Грузия.
Revishvili Temur, Acad. of the Academy of agricultural sciences of Georgia, Dr. Techn. Sciences, director of the Institute of tea, subtropical crops and tea industry of Agricultural university of c. Ozurgeti, Georgia
29. **Мамедов Г.М.**, д-р филос. по аграр. наукам, зам. директора по научной работе Института почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана. Азербайджанская Республика, Баку.
Mamedov Goshgar, Dr. of philos. in agricultural sciences, Deputy Director for science of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan. Republic of Azerbaijan, Baku
30. **Перемислов И.Б.**, доктор делового администрирования, профессор делового администрирования в Университете Аргоси. США, Феникс.
Peremislov Igor, DBA – Doctor of Business Administration, Professor of Business Administration in Argosy University. USA, Phoenix
31. **Серге Андреа**, декан, проф. кафедры международной и сравнительной аграрной политики на факультете сельского хозяйства в университете. Италия, Болонья.
Serge Andrea, Dean, Professor of the chair of international and comparative agricultural policy at the faculty of agriculture at the University. Italy, Bologna
32. **Чабо Чаки**, проф., заведующий кафедрой и декан экономического факультета Университета Корвинуса. Венгрия, Будапешт.
Cabo Chuckie, Professor, head of Department and Dean of the faculty of Economics of Corvinus. Hungary, Budapest
33. **Холгер Магел**, почетный проф. Технического Университета Мюнхена, почет. през. Международной федерации геодезистов, през. Баварской Академии развития сельских территорий. ФРГ, Мюнхен.
Holger Magel, honorary Professor of the Technical University of Munich, honorary President of the International Federation of surveyors, President of the Bavarian Academy of rural development. Germany, Munich

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS



ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО LAND RELATIONS AND LAND MANAGEMENT

- Бугаевская В.В., Вершинин В.В., Мартынова Д.Ю.** Цифровизация землеустройства на основе multifunctional земельно-информационной системы и геоинформационных технологий: результаты инноваций и проблемы
Bugaevskaya V.V., Vershinin V.V., Martynova D.Yu. Digitalization of land use planning based on a multifunctional land information system and geo-information technologies: innovation results and challenges 4



ПРОБЛЕМЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ PROBLEMS OF FOOD SECURITY

- Долгушкин Н.К., Новиков В.Г.** Развитие кадрового потенциала сельского хозяйства как базового фактора обеспечения продовольственной безопасности страны
Dolgushkin N.K., Novikov V.G. Development of the human potential of agriculture as a basic factor in ensuring the country's food security 8
- Тихомиров А.И., Фомин А.А.** Технологическая импортозависимость АПК России: современные вызовы и возможности
Tikhomirov A.I., Fomin A.A. Technological import dependence of the Russian AIC: modern challenges and opportunities 16



НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ SCIENTIFIC SUPPORT AND MANAGEMENT OF AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX

- Замана С.П., Волков С.Н., Шаповалов Д.А.** Разработки Государственного университета по землеустройству в области органического сельского хозяйства
Zamana S.P., Volkov S.N., Shapovalov D.A. Developments of the State University of Land Use Planning in the field of organic agriculture 20
- Папаскири Т.В., Пивень Е.А., Касьянов А.Е., Кучер Д.Е., Шевчук А.А.** Исследование процессов вымывания химических веществ из дерново-подзолистой суглинистой и супесчаной почв
Papaskiri T.V., Piven E.A., Kasyanov A.E., Kucher D.E., Shevchuk A.A. The investigation of the process of chemicals leaching from soddy-podzolic loamy and sandy soils 24
- Волосухин В.А., Бандурин М.А., Приходько И.А., Александров Д.А.** Пути повышения эффективности эксплуатационных характеристик водохозяйственного комплекса Нижней Кубани
Volosukhin V.A., Bandurin M.A., Prikhodko I.A., Alexandrov D.A. Ways to increase the efficiency of the performance characteristics of the water management complex of the Lower Kuban 27
- Волкова Е.А., Смолянинова Н.О.** Рейтинговая оценка технологической эффективности производства продукции растениеводства Амурской области
Volkova E.A., Smolyaninova N.O. Rating assessment of technological efficiency of crop production in the Amur region 33
- Германова С.Е., Петухов Н.В., Самброс Н.Б., Пивень Е.А., Зинченко А.В.** Воздействие антропогенных факторов на сельскохозяйственные почвы
Germanova S.E., Petukhov N.V., Sambros N.B., Piven E.A., Zinchenko A.V. The impact of anthropogenic factors on agricultural soils 39
- Амшוקов Х.К., Жекамухов М.Х., Зайцев А.М., Амшкова З.Х., Хаудов А.Д.** Генеалогическая структура мужских линий в кабардинской породе лошадей и их сочетаемость при кроссах между собой
Amshokov Kh.K., Zhekamukhov M.Kh., Zaitsev A.M., Amshokova Z.Kh., Khaudov A.D. Genealogical structure of paternal lines in the kabardian horses and their compatibility in crosses with each other 43
- Плужникова И.И., Криушин Н.В., Бакулова И.В.** Влияние регуляторов роста и некорневой подкормки на снижение стрессового воздействия гербицидов в посевах конопли посевной
Pluzhnikova I.I., Kriushin N.V., Bakulova I.V. The influence of growth regulators and foliar top dressing on reducing the stress effect of herbicides in hemp crops 47

- Быковская И.А., Осипова Л.В.** Влияние нового полиэлементного агрохимиката на рост и устойчивость яровой пшеницы и гороха на первых этапах развития
Bykovskaya I.A., Osipova L.V. Impact of a new polyelement agrochemical on the growth and sustainability of spring wheat and peas in the early stages of development 53

- Орлов П.М., Аканова Н.И.** Корреляции и закономерности загрязнения ¹³⁷Cs почв сельскохозяйственных угодий России
Orlov P.M., Akanova N.I. Correlations and patterns of contamination of ¹³⁷Cs soils of agricultural land in Russia 58

- Николаева Н.А., Борисова П.П., Алексеева Н.М., Петрова С.А.** Белково-минеральные кормовые добавки в кормлении коров
Nikolaeva N.A., Borisova P.P., Alekseeva N.M., Petrova S.A. Protein-mineral feed additives in feeding cows 62

- Оказова З.П., Гаппоева В.С., Хабаева З.Г., Ханиева И.М., Саболиров А.Р.** Вредоносность сорных растений в посевах календулы лекарственной
Okazova Z.P., Gappoeva V.S., Khabaeva Z.G., Khanieva I.M., Sabolirov A.R. Harmful weed plants in crops of marigold 67

- Волков С.Н., Крючков С.А., Мамедова Э.Э.** Анализ индекса засушливости климата территорий муниципальных образований Тамбовской области в летний период
Volkov S.N., Kryuchkov S.A., Mamedova E.E. Analysis of the climate aridity index of the Tambov region municipality territories in summer-time 70

- Бандурин М.А., Приходько И.А., Романова А.С.** Мониторинг низконапорной земляной плотины инженерной защиты реки Псекупс Нижней Кубани
Bandurin M.A., Prikhodko I.A., Romanova A.S. Monitoring of the low-head earth dam of engineering protection Psekups river of the Lower Kuban 74

- Тимошкин О.А.** Конкурентная способность люцерны и кострца в смешанных посевах при возделывании в лесостепи Средневолжья
Timoshkin O.A. Competitive ability of alfalfa and brome in mixed crops when cultivated in the forest-steppe of the Middle Volga 80



АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

- Барышникова Н.А., Киреева Н.А., Прущак О.В.** Экономическая безопасность продовольственной системы: теоретико-методологические подходы к исследованию
Baryshnikova N.A., Kireeva N.A., Prusach O.V. Economic security of the food system: theoretical and methodological approaches to research 85

- Бородин Т.А., Овсянко Л.А., Чепелева К.В.** Подходы к дифференциации налоговой ставки ЕСХН для КФХ Красноярского края
Borodina T.A., Ovsyanko L.A., Chepeleva K.V. Approaches to differentiation of the tax rate of the UAT for KFH of the Krasnoyarsk territory 92

- Жуковская Е.А.** Формирование бизнес-модели производства и реализации органической продукции с учетом принципов ответственного потребления
Zhukovskaya E.A. Formation of a business model for production and sale of organic products taking into account the principles of responsible consumption 96



ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АПК STATE REGULATION AND REGIONAL DEVELOPMENT APK

- Петухова М.С., Коваль С.В.** Процессный подход к оценке результативности образовательной деятельности аграрного вуза с целью формирования качественного человеческого капитала для отраслей АПК
Petukhova M.S., Koval S.V. A process approach to assessing the effectiveness of educational activities of an agricultural university in order to form high-quality human capital for agricultural industries 100

- Зюкин Д.А., Святова О.В., Беляев С.А., Репринцева Е.В.** География и перспективы российского экспорта зерновых культур
Zyukin D.A., Svyatova O.V., Belyaev S.A., Reprintseva E.V. Geography and prospects of Russian grain exports 106



Научная статья

УДК 332.36

doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_4

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗЕМЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ ИННОВАЦИЙ И ПРОБЛЕМЫ

В.В. Бугаевская¹, В.В. Вершинин¹, Д.Ю. Мартынова²

¹Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

²Общество с ограниченной ответственностью «Комус», Москва, Россия

Аннотация. В статье анализируются результаты инноваций, связанных с цифровизацией землеустройства, рассматриваются проблемы, препятствующие формированию многофункциональной земельно-информационной системы — важнейшего компонента единого механизма управления земельными ресурсами страны, являющегося основой цифровизации землеустройства, а также даются предложения по их устранению. В качестве основных проблем выделяется отсутствие необходимой информации, ее достоверности и возможности получения. Решение этих проблем должно быть возложено на властные управленческие структуры, что не всегда удается реализовать, так как современное российское землеустройство в значительной степени не несет государственных функций. Отмечается отсутствие на многие территории единого информационного покрытия и систем накопления и обновления специальной тематической информации. Для решения проблемы рекомендуется привлечение всех землеустроительных организаций к участию, как в информационном обмене, так и в процессе создания тематических слоев для разрабатываемых земельно-информационных систем. Землеустроительные решения, реализованные в виде различной проектной документации, по своей содержательной сущности предлагается рассматривать как землеустроительные модели, визуально имеющие вид цифровой тематической карты, поскольку такая форма визуализации обеспечивает возможность оперативно принимать проектные решения, комплексно отражающие всю полноту возможных изменений и их последствий. Это свойство землеустроительной модели делает ее незаменимой в экономике будущего. При разработке структурной схемы многофункциональной земельно-информационной системы рекомендуется разработать три основных модуля: модуль анализа пространственных данных, модуль управления распределением данных и модуль хранения и управления пространственными данными. Структура и концептуальное построение компонентов многофункциональной земельно-информационной системы (МЗИС) должны быть одинаковы, но различны по составу, объему, представлению, оформлению и способам использования картографических землеустроительных произведений, которые в равной степени характеризуются достоверной и точной землеустроительной информацией. В заключении отмечается, что создание многофункциональной земельно-информационной системы будет способствовать: информационной поддержке программ социально-экономического развития России, устойчивого развития сельского хозяйства; созданию баз данных цифровых картографических основ для целей землеустройства; формированию свода цифровой пространственной информации о состоянии и использовании земельных ресурсов на глобальном, региональном и локальном уровнях — обеспечивая эффективное управление земельными ресурсами страны в целом.

Ключевые слова: геоинформационные системы, геоинформационные технологии, земельно-информационные системы, землеустройство, картографический материал, геопортал, геосервисы пространственных данных, базы данных, многофункциональная система, цифровизация

Original article

DIGITALIZATION OF LAND USE PLANNING BASED ON A MULTIFUNCTIONAL LAND INFORMATION SYSTEM AND GEO-INFORMATION TECHNOLOGIES: INNOVATION RESULTS AND CHALLENGES

V.V. Bugaevskaya¹, V.V. Vershinin¹, D.Yu. Martynova²

¹State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

²«Komus» Limited Liability Company, Moscow, Russia

Abstract. The article analyzes the results of innovations related to the digitalization of land management, discusses the problems that hinder the formation of a multifunctional land information system — the most important component of a single mechanism for managing the country's land resources, which is the basis for the digitalization of land management, and also provides proposals for their elimination. The main problems are the lack of necessary information, its reliability and the possibility of obtaining it. The solution of these problems should be entrusted to the power management structures, which is not always possible to implement, since modern Russian land management largely does not carry state functions. It is noted that in many territories there is no unified information coverage and systems for accumulating and updating special thematic information. To solve the problem, it is recommended to involve all land management organizations in participation, both in the information exchange and in the process of creating thematic layers for the land information systems being developed. Land management solutions implemented in the form of various project documentation are proposed to be considered as land management models, visually having the form of a digital thematic map, since this form of visualization provides an opportunity to quickly make design decisions that comprehensively reflect the fullness of possible changes and their consequences. This property of the land management model makes it indispensable in the economy of the future. When developing a block diagram of a multifunctional land information system, it



is recommended to develop three main modules: a spatial data analysis module, data distribution management and a spatial data storage and management module. The structure and conceptual construction of the components of a multifunctional land information system (MSIS) should be the same, but different in composition, volume, presentation, design and methods of using cartographic land management works, which are equally characterized by reliable and accurate land management information. In conclusion, it is noted that the creation of a multifunctional land information system will contribute to: information support for programs of socio-economic development of Russia, sustainable development of agriculture; creation of databases of digital cartographic bases for the purposes of land management; formation of a set of digital spatial information on the state and use of land resources at the global, regional and local levels — ensuring effective management of land resources of the country as a whole.

Keywords: geoinformation systems, geoinformation technologies, land information systems, land management, cartographic material, geoportal, spatial data geoservices, databases, multifunctional system, digitalization

Введение. Переход к цифровой экономике предполагает широкое использование информационных и телекоммуникационных технологий, а также развитие новых форм и методов управления пространственными данными. Получение, хранение и обработка этих данных в цифровой форме значительно повышает эффективность управленческих решений.

Одним из перспективных и наиболее актуальных направлений современного применения цифровых технологий может быть решение климатических проблем, связанных с контролем над парниковыми газами и, прежде всего, выбросами углекислого газа. Глобальный мониторинг выбросов углекислого газа и формирование на его основе кадастра парниковых газов создает, с одной стороны, реальные условия привлечения для реализации этой цели землеустроительных методов и приемов, с другой — острую необходимость цифровизации самого землеустройства. Цифровизация землеустройства позволит вернуть землеустройству роль эффективного механизма реализации государственной политики в сфере устойчивого развития не урбанизированных территорий.

Достижение указанной цели требует разработки многофункциональной земельно-информационной системы (МЗИС) и широкомасштабного внедрения геоинформационных технологий в практику землеустроительных работ. Возможность достижения указанной цели может быть осуществлена с помощью анализа причин, препятствующих формированию данной системы, и конкретных рекомендаций по их устранению.

Цели и задачи исследований. В рамках статьи авторы формулируют основные требования к созданию МЗИС, как базовой основы современного цифрового землеустройства и эффективного управления территориями, определяют структуру, компоненты, функциональные задачи, геоинформационное пространство и значимость системы с учетом потребностей в научной и практической землеустроительной деятельности.

Анализ проблем и пути их решения. Обратимся к анализу рассматриваемой проблемы и путям ее решения. Цифровизация землеустройства должна начинаться со сбора качественного информационного материала, необходимого для последующего анализа с целью его использования в процессе проведения землеустройства [1].

Формирование разрозненной информации в структурную систему должно осуществляться в форме землеустроительного продукта, которым может быть проект, схема, прогноз, модель или иной целенаправленный систематизированный и взаимоувязанный документ. Систематизированная, структурированная и интегриро-

ванная информация должна быть представлена в виде землеустроительных баз данных (БД), при необходимости должна визуализироваться, что обеспечит ее наглядность и возможность использовать в практических и научных землеустроительных исследованиях

Основные проблемы использования необходимых информационных материалов связаны с отсутствием сведений об их наличии, достоверности, условий получения. Решение этих проблем, полагаем, должно быть возложено на властные управленческие структуры, что не всегда удается реализовать, так как современное российское землеустройство в значительной степени не несет государственных функций, а разработкой землеустроительных проектов занимаются коммерческие структуры.

В условиях широкомасштабной цифровизации землеустроительные решения, реализованные в виде различной проектной документации, по своей содержательной сущности следует рассматривать как землеустроительные модели, визуально имеющие вид цифровой тематической карты, что успешно апробировано на практике [2, 3, 4]. Такая форма визуализации, прежде всего, обеспечивает возможность оперативно принимать проектные решения, комплексно отражающие всю полноту возможных изменений и их последствий. Это свойство землеустроительной модели делает ее незаменимой в экономике будущего [5].

Графические материалы, как было ранее, так и останутся в будущем, составляют базовую основу проектных землеустроительных решений. Чем полнее и разнообразнее представлена совокупность различных материалов, описывающих территорию, тем эффективнее будут решаться задачи управления земельными ресурсами, мониторинга, кадастра недвижимости, парниковых газов и землеустроительного проектирования.

Обратимся к анализу и нашим рекомендациям по формированию картографических материалов для проведения землеустроительных работ. Для обеспечения системности и последовательности выполняемых работ выделим следующие группы картографического материала: картографический материал, используемый в качестве исходного; карты, составляемые в процессе выполнения землеустроительных работ и являющиеся промежуточным или конечным результатом; сельскохозяйственные карты; карты земельных ресурсов.

Для успешного осуществления цифровизации землеустройства и использования ее результатов следует выделить систему карт, состоящую из первичных и производных планов и карт, которые необходимо составлять в масштабах 1:1000 — 1:10000 на основе

систематических наблюдений: съемок, изысканий и обследований земель с привлечением данных статистического учета земель. К первичным планам и картам относятся базовые планы и карты земель; планы и карты рельефа местности; чертежи, планы и карты земельных участков; планы и карты использования земель, карты границ сервитутов и ограничений; планы и карты территориальных зон; почвенные карты; геоботанические карты; карты деградации земель; карты загрязнения земель (пестицидами, тяжелыми металлами, другими токсичными веществами и отходами); карты экономической оценки земель. Особенно важно их наличие при последующем зонировании территории [6].

Производные карты административных районов и городов областного подчинения в масштабах 1:25000 — 1:100000 создаются методом составления по имеющимся картографическим материалам, данным дистанционного зондирования, кадастра недвижимости, кадастровой оценки земель, землеустройства.

Одной из существенных проблем, с которой приходится сталкиваться при создании крупномасштабных картографических произведений, ориентированных на длительный срок использования, является старение информации. В связи с этим целесообразно:

- при составлении карт, диаграмм и справочных таблиц приводить показатели, способные длительное время сохранять свою пространственную и временную репрезентативность;
- при характеристике изменчивых объектов и явлений в земельно-информационных системах помещать графики динамики, отражающие тенденции и прогнозы их развития;
- разрабатывать механизмы обновления картографических материалов и параметрических данных и механизмы использования актуализированных землеустроительных документов в режимах on-line, off-line.

Реализация указанных положений позволит рассматривать информацию, содержащуюся в земельно-информационных системах, современной не только на момент создания, но и постоянно актуализируемой.

По своему содержанию и структуре многофункциональная земельно-информационная система, формируемая в процессе цифровизации, должна включать массивы тематически связанной, взаимно согласованной пространственной информации о состоянии земельных ресурсов, экономических особенностях их использования, наличии материальных производственных объектов, промышленной и социальной инфраструктуре, трудовых ресурсах и иных сведениях, определяющих устойчивое социально-экономическое развитие территории.



Среди проблем современного землеустройства также следует отметить отсутствие на территории административных образований единого информационного покрытия и систем накопления и обновления специальной тематической информации. Нет сведений о том, какие землеустроительные работы на территории выполнялись, какие материалы были созданы, где они находятся, какого качества имеющиеся материалы. Реальным механизмом преодоления данной проблемы является привлечение всех землеустроительных организаций к участию как в информационном обмене, так и в процессе создания тематических слоев для разрабатываемых земельно-информационных систем, в том числе с использованием технологии краудсорсинга [7].

Учет перечисленных требований и условий позволит создать многофункциональную земельно-информационную систему, которая обеспечит выполнение следующих функций:

- ввод и редактирование пространственных данных различного типа, их структурирование и размещение для хранения в таблицах баз данных (БД);
- связь пространственных данных с атрибутивными;
- хранение векторных цифровых карт в графической БД;
- поиск информации об объекте на карте и вывод информации о нем на экран;
- интеграцию данных, хранящихся в различных форматах и базах данных;
- визуализация на экран геопривязанных растровых и векторных данных;
- пространственный анализ данных, реализация запросов и генерация отчетов;
- составление специальных и тематических электронных карт;
- возможность нанесения оперативной информации на карту;
- экспорт данных в различных форматах;
- удаленный доступ к информации инструментами геоинформационной системы (ГИС) с использованием Web-технологий;
- разработка специальных пользовательских приложений и инструментов для решения проблемных задач землеустройства.

Многофункциональная земельно-информационная система необходима для визуального анализа объектов землеустройства, автоматизированного проектирования, прогнозирования негативных явлений, обоснованного принятия управленческих решений, объединяя традиционные операции работы с базами данных с преимуществами полноценной визуализации и пространственного анализа, которые предоставляет цифровая тематическая карта.

Создание многофункциональной земельно-информационной системы сегодня возможно на основе формирования единого информационного пространства, которое должно включать в себя: интегрированное хранилище землеустроительной информации; средства сбора, согласования и доступа к данным различных информационных систем и ресурсов; механизмы интеграции; средства многомерно-анализа данных и пространственной визуализации [8].

При разработке структурной схемы многофункциональной земельно-информационной системы с целью обеспечения полноты

землеустроительной и картографической информации необходимо выделять и разработать три основных модуля: модуль анализа пространственных данных, модуль управления распределением данных и модуль хранения и управления пространственными данными.

Модуль анализа пространственных данных предназначен для оценки обеспеченности территорий пространственными данными с целью выполнения землеустроительных, топографических и картографических работ; оценки степени актуальности пространственных данных и их размещении в прямом доступе и в архиве, а также отслеживания поставок пространственных данных, сопровождения их метаданными.

Модуль управления распределением данных предназначен для предоставления пользователям доступа к пространственным данным, таких как точность, территориальный охват, актуальность, через геоинформационную систему с использованием Web-технологий, интерфейсы геопортала, другие информационные системы и приложения.

Модуль хранения и управления пространственными данными предназначен для ввода и контроля пространственных данных и метаданных, получаемых из различных источников, их каталогизации, структурирования, организации хранения в базе данных и архиве, обеспечения сохранности. Он включает в себя пространственные данные, метаданные, а также технические и программные средства хранения и управления данными.

Структура и концептуальное построение компонентов многофункциональной земельно-информационной системы (МЗИС) одинаковы, но разные по составу, объему, представлению, оформлению и способам использования картографических землеустроительных произведений, которые в равной степени характеризуются достоверной и точной землеустроительной информацией.

Определим компоненты многофункциональной земельно-информационной системы, которая функционирует в режимах on-line и off-line и поддерживается соответствующими специалистами и службами: *электронный; мультимедийный; геоинформационный; геопортал* [9].

Электронный компонент предназначен для работы на компьютере и визуализации карт на мониторе. *Мультимедийный компонент* создается на основе электронной карты, а технология мультимедиа включает специальные аппаратные и программные средства. *Геоинформационный компонент* формирует научное обеспечение системы, рассматривая землеустройство как науку о системном информационно-картографическом моделировании и познании геосистем, а карту — как образно-знаковую геоинформационную модель познания и способ передачи информации в цифровой форме. *Геопортал и геосервисы пространственных данных* — как компонент системы — отображает и предоставляет доступ к географической информации. К *геосервисам обработки землеустроительной информации* отнесем: поисковый сервис (по ключевым словам, классификаторам ПД, географическому положению, параметрам качества); сервис визуализации данных (просмотр данных на экране

компьютера, навигация по изображениям, масштабирование и графический оверлей данных, отображение легенд карт, информации, содержащейся в метаданных); сервис загрузки данных (доступ к данным, скачивание, копирование, передача данных); сервис преобразования данных (трансформация данных из одной координатной системы в другую).

Выводы. Современные технологии проектирования предусматривают индивидуализацию процесса проектирования и применение групповых технологий для возможности одновременной работы в проекте землеустроителей различных профессиональных групп. Одним из эффективных средств решения указанной задачи являются on-line ГИС-проекты. On-line картографирование позволяет интерактивно работать с картами для нанесения, изменения и определения географической и землеустроительной информации. Данная технология возможна с применением сетевой организации взаимодействия «клиент-сервер» [10].

Подход on-line предполагает публикацию карт в сети Интернет с использованием различных Web-сервисов. Обработка землеустроительной информации проводится с использованием ГИС-продуктов (продуктов геоинформационных систем), визуализация данных осуществляется на основе Web-платформы. Примерами интерактивных карт и изображений могут быть климатические карты, карты динамики развития негативных процессов, карты моделирования наводнений и т.п. Недостатком on-line и off-line подходов является невозможность включения в состав электронной карты широких функциональных возможностей для работы с землеустроительными картами. Для их реализации необходимо разрабатывать специальные приложения, отвечающие требованиям землеустроительного электронного компонента.

Реализация МЗИС обеспечит возможность интеграции пространственных и атрибутивных данных с данными информационных систем, геопорталов, функционирующих как в органах исполнительной власти, так и в государственных учреждениях федерального подчинения, в единый управляемый информационный ресурс совместного использования в целях реализации программ устойчивого развития территории, так как будет создан инструмент эффективного использования пространственных данных из разных подсистем и в разных форматах.

Разработка научно-образовательного землеустроительного геопортала является актуальной задачей современности. На его основе возможна разработка инновационных механизмов управления земельными ресурсами во взаимосвязи с национальной инфраструктурой пространственных данных с широким спектром применения [11, 12].

Таким образом, создание многофункциональной земельно-информационной системы сегодня будет способствовать:

- информационной поддержке программ социально-экономического развития России и регионов, устойчивого развития сельского хозяйства;
- созданию баз данных цифровых картографических основ для целей землеустройства;



– формированию свода цифровой пространственной информации о состоянии и использовании земельных ресурсов на глобальном, региональном и локальном уровнях.

Список источников

1. Папаскири Т.В. Информационное обеспечение землеустройства: монография. М.: ГУЗ, 2013. 160 с.
2. Shabanov, R.M., Dedov, A.A., Vershinin, V.V., Khutorova, A.O., Dedova, A.A. (2021.) Geocological estimate of grassland use in the desert and semi-desert zone of the Republic of Kalmykia. *ESHCIIP 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science ESHCIIP 2021*, vol. 867 — 012077. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012077
3. Burov, M.P., Vershinin, V.V., Kovaleva, T.N., (2021). Geospatial factors of the organization of sustainable forest management. *ESHCIIP 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science ESHCIIP 2021*, vol. 867 — 012152. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012152
4. Vershinin, V.V., Fedorinov, A.V., Dontsov, A.V. (2019). The use of co variance matrices in laboratory processing of geo-environmental data of field survey for development projects of land use planning. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 350 — 012073.
5. Волков С.Н., Шаповалов Д.А. Цифровое землеустройство — новые горизонты АПК // Роль аграрных вузов в реализации национального проекта «Наука» и Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы: материалы Всероссийского семинара-совещания проректоров по научной работе вузов Минсельхоза России, Саратов, 26-29 июня 2019 г. / под ред. И.Л. Воронникова; ФГБОУ ВО ГАУ. Саратов: ООО «Амрит», 2019. С. 8-23.
6. Vershinin, V.V., Kovaleva, T.N., Glinushkin, A.P., Chelnokov, V.V., Matasov, A.V. (2021). Geocological zoning of the territory to assess the impact of municipal solid waste landfills on adjacent agricultural land. *ESHCIIP 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 867 — 012153. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012153
7. Яроцкая Е.В., Патов А.М. Использование геоинформационных систем в землеустройстве и кадастре для управления земельными ресурсами на муниципальном уровне в Карачаево-Черкесской Республике // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Т. 13. Вып. 4. С. 660-670.
8. Малыгина О.И. Разработка земельно-информационной системы на территорию субъекта Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.26, 2010. 24 с.
9. Шевин А.В. Геопорталы как базовые элементы инфраструктуры пространственных данных: анализ те-

кущего состояния вопроса в России // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2016. Вып. 3 (35). С. 102-110.

10. Цифровизация российских городов: рейтинг открытых систем пространственных данных / Фонд «Институт экономики города». М., 2021. Режим доступа: https://www.urbanecomics.ru/sites/default/files/reiting_geoportalov_gorodov_2021.pdf

11. Христовуло О.И. Научно-образовательный геоportal как инструмент интеграции результатов научных исследований Республики Башкортостан большим числом пользователей // Открытое образование. 2015. № 3 (110). С. 95-100. Режим доступа: [https://doi.org/10.21686/1818-4243-2015-3\(110-95-100\)](https://doi.org/10.21686/1818-4243-2015-3(110-95-100))

12. Konstantin L. Lidin, Mark G. Meerovich, Elena A. Bulgakova, Valentin V. Vershinin, Timur V. Papaskiri (2018). Applying the theory of information flows in urbanism for a practical experiment in architecture and land use. *Espacion*, vol. 39, no. 01, page 12. ISSN 0798 1015.

References

1. Papaskiri, T.V. (2013). *Informatsionnoe obespechenie zemleustroistva: monografiya* [Information support of land management: monograph]. Moscow, State University of Land Use Planning, 160 p.
2. Shabanov, R.M., Dedov, A.A., Vershinin, V.V., Khutorova, A.O., Dedova, A.A. (2021.) Geocological estimate of grassland use in the desert and semi-desert zone of the Republic of Kalmykia. *ESHCIIP 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science ESHCIIP 2021*, vol. 867 — 012077. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012077
3. Burov, M.P., Vershinin, V.V., Kovaleva, T.N., (2021). Geospatial factors of the organization of sustainable forest management. *ESHCIIP 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science ESHCIIP 2021*, vol. 867 — 012152. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012152
4. Vershinin, V.V., Fedorinov, A.V., Dontsov, A.V. (2019). The use of co variance matrices in laboratory processing of geo-environmental data of field survey for development projects of land use planning. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 350 — 012073.
5. Volkov, S.N., Shapovalov, D.A. (2019). Tsifrovoe zemleustroistvo — novye gorizonty APK [Digital land use planning — new horizons of the agro-industrial complex]. *Rol' agrarnykh vuzov v realizatsii natsional'nogo proekta «Nauka» i Federal'noi nauchno-tekhnicheskoi programmy razvitiya sel'skogo khozyaistva na 2017-2025 gody: materialy Vserossiiskogo seminar-soveshchaniya prorrektorov po nauchnoi rabote vuzov Minsel'khoza Rossii, Saratov, 26-29 iyunya 2019 g.* [The role of agricultural universities in the implementation of the national project "Science" and the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025: materials of

the All-Russian seminar-meeting of vice-rectors for scientific work of universities of the Ministry of Agriculture of Russia, Saratov, June 26-29, 2019]. Saratov, LLC "Amirit", pp. 8-23.

6. Vershinin, V.V., Kovaleva, T.N., Glinushkin, A.P., Chelnokov, V.V., Matasov, A.V. (2021). Geocological zoning of the territory to assess the impact of municipal solid waste landfills on adjacent agricultural land. *ESHCIIP 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 867 — 012153. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012153

7. Yarotskaya, E.V., Patov, A.M. (2017). Ispol'zovanie geoinformatsionnykh sistem v zemleustroistve i kadaстре dlya upravleniya zemel'nymi resursami na munitsipal'nom уровне v Karachaеvo-Cherkesskoi Respublike [The use of geoinformation systems in land management and cadastre for land management at the municipal level in the Karachay-Cherkess Republic]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* [National interests: priorities and security], vol. 13, issue 4, pp. 660-670.

8. Malygina, O.I. (2010). *Razrabotka zemel'no-informatsionnoi sistemy na territoriyu sub'ekta Rossiiskoi Federatsii* [Development of land information system on the territory of the subject of the Russian Federation]. Cand. technical sci. diss. Abstr.: 25.00.26, 24 p.

9. Shevin, A.V. (2016). Geoportaly kak bazovye ehlementy infrastruktury prostranstvennykh dannykh: analiz tekushchego sostoyaniya voprosa v Rossii [Geoportals as basic elements of spatial data infrastructure: analysis of the current state of the issue in Russia]. *Vestnik SGUGIT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii)* [Vestnik of SSUGT (Siberian State University of Geosystems and Technologies)], vol. 3 (35), pp.102-110.

10. Tsifrovizatsiya rossiiskikh gorodov: reiting otkrytykh sistem prostranstvennykh dannykh [Digitalization of Russian cities: rating of open spatial data systems]. Moscow, 2021. Available at: https://www.urbanecomics.ru/sites/default/files/reiting_geoportalov_gorodov_2021.pdf

11. Khristodulo, O.I. (2015). Nauchno-obrazovatel'nyi geoportal kak instrument integratsii rezul'tatov nauchnykh issledovaniy Respubliki Bashkortostan bol'shim chislom pol'zovatelei [Scientific and educational geoportal as a tool for integrating the results of scientific research of the Republic of Bashkortostan by a large number of users]. *Otkrytoe obrazovanie* [Open education], no. 3 (110), pp. 95-100. Available at: [https://doi.org/10.21686/1818-4243-2015-3\(110-95-100\)](https://doi.org/10.21686/1818-4243-2015-3(110-95-100))

12. Konstantin L. Lidin, Mark G. Meerovich, Elena A. Bulgakova, Valentin V. Vershinin, Timur V. Papaskiri (2018). Applying the theory of information flows in urbanism for a practical experiment in architecture and land use. *Espacion*, vol. 39, no. 01, page 12. ISSN 0798 1015.

Информация об авторах:

Бугаевская Валентина Васильевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землеустройства, valentinaguzzem@mail.ru

Вершинин Валентин Валентинович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9046-827X>, Scopus ID: 57190580623, Researcher ID: O-1151-2017, v.vershinin.v@mail.ru

Мартынова Дарья Юрьевна, аналитик группы финансового анализа, pati85@mail.ru

Information about the authors:

Valentina V. Bugaevskaya, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of land use planning, valentinaguzzem@mail.ru

Valentin V. Vershinin, doctor of economic sciences, professor, head of the department of geoecology and nature management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9046-827X>, Scopus ID: 57190580623, Researcher ID: O-1151-2017, v.vershinin.v@mail.ru

Daria Yu. Martynova, analyst of the financial analysis group, pati85@mail.ru





ПРОБЛЕМЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Научная статья

УДК 338.439

doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_8

РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАК БАЗОВОГО ФАКТОРА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

Н.К. Долгушкин¹, В.Г. Новиков²

¹Российская академия наук, Москва, Россия

²Российская академия кадрового обеспечения
агропромышленного комплекса, Москва, Россия

Аннотация. Новая геополитическая реальность меняет логику, стратегию и тактику механизмов достижения продовольственной безопасности страны. Масштабные санкции недружественных стран в отношении России вынуждают пересмотреть многие направления агропродовольственной стратегии. Кадровый потенциал сельского хозяйства здесь выступает как важнейший фактор обеспечения стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, перехода к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквоязычеству за счет наращивания научного и технического потенциала российского агропромышленного комплекса. В статье, на основании многолетних мониторинговых исследований, рассмотрена кадровая ситуация, сложившаяся в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации. Проведен комплексный анализ численности, состава и движения кадров сельскохозяйственных организаций, который позволил определить основные тенденции изменения их профессионально-квалификационной и возрастной структуры. Оценен уровень обеспеченности сельскохозяйственных организаций отдельными категориями работников. Проанализировано состояние кадрового потенциала сельского хозяйства по уровню профессионального образования, представлен анализ количественного и качественного состава кадров массовых профессий агропромышленного комплекса Российской Федерации. Отдельное внимание авторы уделяют состоянию и перспективам развития многоуровневой системы аграрного профессионального образования с учетом выполнения задач АПК по ускоренному импортозамещению. В статье подчеркнута необходимость формирования новой, учитывающей актуальные экономические, социальные и геополитические условия, стратегии кадрового обеспечения АПК и сельских территорий, предложены конкретные аспекты ее реализации.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, кадровый потенциал, сельское хозяйство, импортозамещение, сельские территории, профессиональное образование, дополнительные профессиональные программы, наука, техника, технологии, воспроизводство, технологический суверенитет

Original article

DEVELOPMENT OF THE HUMAN POTENTIAL OF AGRICULTURE AS A BASIC FACTOR IN ENSURING THE COUNTRY'S FOOD SECURITY

N.K. Dolgushkin¹, V.G. Novikov²

¹Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²Russian Academy of Personnel Support for
the Agro-Industrial Complex, Moscow, Russia

Abstract. The new geopolitical reality is changing the logic, strategy and tactics of the mechanisms for achieving food security of the country. Large-scale sanctions of unfriendly countries against Russia are forcing to reconsider many areas of the agri-food strategy. The personnel potential of agriculture here acts as the most important factor in ensuring stable growth of agricultural production, the transition to a highly productive and environmentally friendly agro- and agricultural economy by increasing the scientific and technical potential of the Russian agro-industrial complex. In the article, on the basis of long-term monitoring studies, the personnel situation in agricultural organizations of the Russian Federation is considered. A comprehensive analysis of the number, composition and movement of personnel of agricultural organizations was carried out, which made it possible to determine the main trends in changes in their professional qualification and age structure. The level of provision of agricultural organizations with certain categories of workers is estimated. The state of the personnel potential of agriculture by the level of professional education is analyzed, the analysis of the quantitative and qualitative composition of the personnel of mass professions of the agro-industrial complex of the Russian Federation is presented. The authors pay special attention to the state and prospects for the development of a multi-level system of agricultural vocational education, taking into account the fulfillment of the tasks of the agro-industrial complex for accelerated import substitution. The article emphasizes the need for the formation of a new, taking into account the current economic, social and geopolitical conditions, a strategy for staffing the agro-industrial complex and rural areas, and suggests specific aspects of its implementation.

Keywords: food security, human resources, agriculture, import substitution, rural areas, vocational education, additional professional programs, science, technology, technology, reproduction, technological sovereignty

Успешное развитие сельского хозяйства, повышение обеспеченности страны продовольствием собственного производства, снижение товарной, а главное, технологической зависимости от зарубежных стран, во многом зависит от уровня укомплектованности организаций агропромышленного комплекса высококвалифицированными кадрами, способными

обеспечить в условиях ускоренного импортозамещения эффективное и динамичное функционирование агропромышленного производства. В современных условиях агропромышленному комплексу России требуется коренная перестройка кадровой политики, ориентация на эффективные технологии быстрого трансфера знаний и актуализации компетенций, основанных

на достижениях отечественной аграрной науки и практики.

Продовольственная безопасность России должна достигаться с учетом глобальных экономических, геополитических, социальных, а в последнее время фактически военных угроз со стороны враждебного окружения «золотого миллиарда», а также с позиции интенсивного



наращивания объема внутреннего сельскохозяйственного производства и расширения экспортного потенциала страны.

В 2022 г. Российская Федерация добилась значительных результатов в производстве сельскохозяйственной продукции. По оперативным данным Минсельхоза России, на 1 декабря 2022 г. собрано свыше 155 млн т зерна, в том числе 105,2 млн т пшеницы (<https://www.interfax.ru/business/874138>). Урожайность зерновых и зернобобовых культур составила 33,8 ц/га, пшеницы — 36,2 ц/га.

В то же время уровень самообеспеченности племенным и селекционным материалом вызывает серьезную озабоченность. Критический уровень наблюдается по семенному материалу отдельных культур: зернобобовым — 44%, кукурузе — 42%, рапсу — 30%, подсолнечнику — 21%, картофелю — 8%, а по сахарной свекле и племенному яйцу для мясного птицеводства — всего 2%.

Беспокойство вызывает также обеспеченность аграриев сельскохозяйственной техникой. Так, по оперативным данным Минсельхоза России, коэффициент обновления по тракторам составляет 3,1%, зерноуборочным комбайнам — практически 5%, кормоуборочным комбайнам — 4,5%, то есть на полное обновление парка машин потребуется от 22 до 29 лет.

Достижение параметров продовольственной безопасности невозможно без внесения существенных корректив в механизмы формирования и развития кадрового потенциала АПК и сельских территорий, которые должны опираться на долгосрочные мониторинговые исследования с учетом как количественных, так и качественных аспектов кадрового воспроизводства. Сегодня, в новой ситуации многовекторных вызовов, разработка и внедрение актуальных механизмов обеспечения АПК и сельского развития снова должны стать одним из приоритетов агропромышленной политики.

Многолетний анализ кадровой ситуации в сельскохозяйственных организациях свидетельствует о неуклонном сокращении численности работающих. Так, за 10-летний период это сокращение в абсолютном выражении составило 392,5 тыс. человек, или 26,3%, за последние 5 лет численность сократилась на 132,3 тыс. человек, или на 10,7% (рис. 1). При этом следует учитывать, что количество самих

сельскохозяйственных организаций увеличилось за последние 10 лет на 5,7%.

Нельзя не отметить, что, хотя зарплаты аграриев в последнее время несколько выросли, уровень доходов в этой сфере все еще значительно отстает от среднероссийского, что является детерминирующим фактором кадровой обеспеченности отрасли. В 2021 г. уровень заработной платы аграриев составлял лишь около 70% по экономике в целом. Примечательно, что политика импортозамещения выступила существенным драйвером роста оплаты труда, одновременно серьезное влияние оказывает и снижающееся давление на сельский рынок труда низкоквалифицированных мигрантов, прежде всего из республик бывшего СССР (см., например: Семенова Е.И., Новиков В.Г. Мигранты постсоветского пространства как ресурс российского сельского рынка труда // Нормирование и оплата труда в сельском хозяйстве. 2022. № 1. С. 12-21).

На наш взгляд, дефицит высококвалифицированных кадров в агросфере будет и дальше основным потенциалом роста доходов специалистов, а сложившаяся геополитическая ситуация будет его только усиливать. При этом аграрный сектор России в ближайшей перспективе должен измениться до неузнаваемости: от «крестьянской» модели труда он быстрыми темпами должен перейти к высокотехнологичной и интеллектуальной.

Нельзя не заметить еще одну важную для анализа тенденцию. Несмотря на то, что показатели профессионально-квалификационного потенциала кадров АПК (как мы увидим в дальнейшем) остаются весьма высокими, по ряду ключевых для импортозамещения компетенций, с учетом новых вызовов и необходимости практического применения передовых технико-технологических достижений, кадровый дефицит еще существенный.

Важнейшим показателем формирования кадрового потенциала являются показатели динамики обеспечения сельского хозяйства руководителями и специалистами (табл. 1). На начало 2022 г. в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации их работало 282,3 тыс., с 2001 по 2009 гг. произошло их значительное сокращение — в 1,8 раза, а за последние 10 лет — на 13,7%, за 5 лет — на 4,6%. При этом за 2021 г. произошло незначительное увеличение (0,5%).



Источник: составлено по данным ведомственного статистического наблюдения Минсельхоза России (форма 1К, 1КМП).

Рисунок 1. Изменение кадрового состава сельскохозяйственных организаций Российской Федерации, чел.
Figure 1. Changes in the personnel of agricultural organizations of the Russian Federation, people

Изменение в численности руководителей и специалистов объясняется несколькими факторами. С одной стороны, идет процесс укрупнения хозяйств. С другой стороны, в малых и микро-сельхозпредприятиях экономически нецелесообразно содержать полный штат специалистов. Значимой причиной, помимо уровня заработной платы, является и во многом худшие условия обеспечения сельской местности по сравнению с городом инженерной и социально-бытовой инфраструктурой.

Уменьшение численности специалистов происходит одновременно с сокращением штатных единиц, при этом обеспеченность специалистами и руководителями в целом по России в 2021 г. осталась на уровне 93,6%, однако в абсолютном выражении — это нехватка более 19,4 тыс. человек, при этом необходимо отметить, что наибольший дефицит кадров отрасль испытывает по важнейшим производственным службам: по агрономической обеспеченность составляет 89,5%, по ветеринарной — 88,5%, по зоотехнической — 88,1%.

В последнее время наблюдается высокая сменяемость руководителей и специалистов, за последний год их сменилось 33,5 тыс. (11,9%). Расчеты показывают, что при таких темпах за 5 лет их может смениться более половины.

Анализ кадрового состава основных производственных служб сельскохозяйственных организаций показал (табл. 2), что в 2021 г. наблюдалась наименьшая обеспеченность производства экономистами (27 на 100 хозяйств, в 2012 г. было 42), зоотехниками (34 на 100 хозяйств, в 2012 г. — 51), агрономами (53 на 100 хозяйств, в 2012 г. — 63).

Таблица 1. Изменение кадровой обеспеченности сельскохозяйственных организаций руководителями и специалистами
Table 1. Changes in the staffing of agricultural organizations by managers and specialists

Годы	Должностей по штату	Фактически работает (чел.)	В % к штату
2001	627787	595150	94,8
2002	610508	575268	94,2
2003	579671	544100	93,9
2004	530316	495608	93,5
2005	488173	456160	93,4
2006	413363	387480	93,7
2007	383829	358170	93,3
2008	361944	339847	93,9
2009	349141	330106	94,5
2010	346438	328279	94,8
2011	350148	331590	94,7
2012	346945	327133	94,3
2013	342142	322895	94,4
2014	328675	310354	94,4
2015	324233	307188	94,7
2016	327205	308490	94,3
2017	313381	295795	94,4
2018	307276	289710	94,3
2019	302826	284841	94,1
2020	298133	280887	94,2
2021	301765	282318	93,6

Источник: составлено по данным ведомственного статистического наблюдения Минсельхоза России (форма 1К).



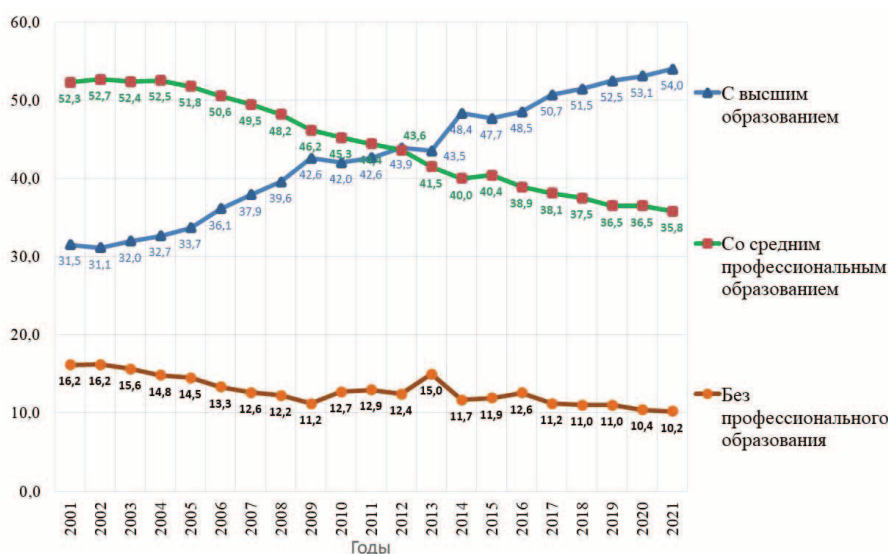


Таблица 2. Уровень обеспеченности дипломированными специалистами производственных служб в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации, чел. на 100 хозяйств

Table 2. The level of provision of certified specialists of production services in agricultural organizations of the Russian Federation, people per 100 farms

Службы	Обеспеченность, чел. на 100 хозяйств										Изменения, %	
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г. к 2012 г.	2021 г. к 2017 г.
Специалисты и руководители, всего	1130	1317	1310	1250	1156	1081	1086	1040	998	976	86,4	90,3
Руководители среднего звена	258	250	243	226	208	192	189	176	170	164	63,6	85,4
Агрономическая служба	63	63	61	61	58	60	59	58	52	53	84,1	88,3
Зоотехническая служба	51	56	51	48	44	42	41	39	37	34	66,7	81,0
Ветеринарная служба	75	79	77	74	70	68	70	66	62	59	78,7	86,8
Инженерно-технологическая служба	97	103	101	100	95	91	94	90	86	85	87,6	93,4
Экономическая служба	42	41	41	38	35	34	33	31	29	27	64,3	79,4
Бухгалтерская служба	226	231	217	205	187	171	171	159	149	143	63,3	83,6

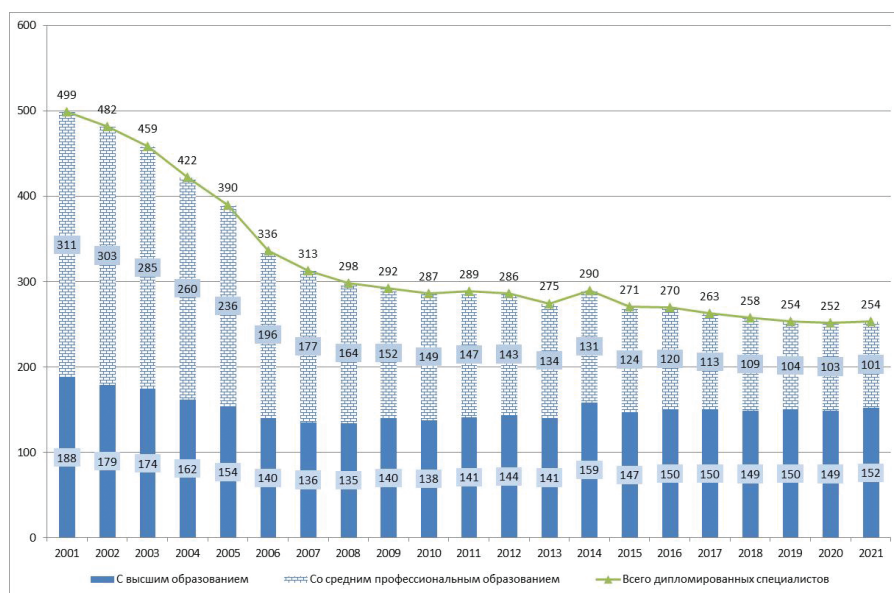
Источник: составлено по данным ведомственного статистического наблюдения Минсельхоза России (форма 1К).



Источник: составлено по данным ведомственного статистического наблюдения Минсельхоза России (форма 1К).

Рисунок 2. Уровень образования руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций Российской Федерации, % от общей численности

Figure 2. The level of education of managers and specialists of agricultural organizations of the Russian Federation, % of the total number



Источник: составлено по данным ведомственного статистического наблюдения Минсельхоза России (форма 1К).

Рисунок 3. Изменение численности дипломированных руководителей и специалистов с различным уровнем образования, тыс. чел.

Figure 3. Change in the number of certified managers and specialists with different levels of education, thousand people

Оценка образовательного уровня руководителей и специалистов сельскохозяйственного производства показала разнонаправленную динамику. Так, доля специалистов без профессионального образования неуклонно снижается и в 2021 г. составила 10,2%. В то же время доля специалистов с высшим образованием стабильно растет, за последние 5 лет она возросла на 3,3% и достигла 54%. Это подтверждает заявленный нами ранее тезис о дальнейшей интеллектуализации, профессионализации и усложнении крестьянского труда.

В то же время нельзя не отметить сокращение доли специалистов со средним специальным образованием: за 10 лет — на 7,8%, за 5 лет — на 2,3% и составила 35,8% (рис. 2, 3). Здесь нам представляется наиболее вероятной роль «субъективных» факторов, а именно разрушение действующей системы начального и среднего профессионального образования, передачу ее на уровень субъектов Российской Федерации, и последующую аннигиляцию НПО как самостоятельного и важного уровня профессионального становления кадров массовых профессий.

В 2021 г. сложилась структура образовательного уровня специалистов основных служб, где наибольшая доля лиц без профессионального образования в ветеринарной (8,9%) и инженерно-технологической (7,6%) службах, больше всего специалистов с высшим образованием в экономической (82,1%) и агрономической (75,6%) службах.

Важной качественной характеристикой состава кадров является его распределение по возрасту. Возраст руководителей и специалистов сельскохозяйственного производства значительно влияет на способность воспринимать новые знания, креативно мыслить, приспосабливаться к постоянным изменениям внешней среды. Молодые специалисты обладают большей способностью к принятию оперативных решений, освоению новой техники и технологий, однако опыт работы также имеет важное значение для эффективного ведения производства. С возрастом накапливается профессиональное мастерство, которое необходимо молодым специалистам.

Проведенный нами анализ выявил тенденцию возрастания доли руководителей и специалистов пенсионного возраста. Так, если в 2001 г. удельный вес пенсионеров составлял 4,0%, то в 2021 г. — 13,0%. При этом доля молодежи до 30 лет с 2001 г. выросла лишь на 0,1% и составляет одну из самых низких за последние 20 лет — 8,9%.



Таблица 3. Численность и доля повысивших квалификацию руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций за период 2012-2021 гг.
Table 3. The number and proportion of managers and specialists of agricultural organizations who have improved their qualifications for the period 2012-2021

Категория работников	Ед. измерения	2012 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г. к 2012 г., %	2021 г. к 2017 г., %
Работники, занимающие должности руководителей и специалистов	чел.	17829	13311	13260	14191	11456	11318	63,5	85,0
	%	5,5	4,5	4,6	5	4,1	4,0	-1,5 п.п.	-0,5 п.п.
Руководители сельскохозяйственных организаций	чел.	2278	1178	1225	1235	981	1104	48,5	93,7
	%	9	4,3	4,7	4,6	3,6	3,9	-5,1 п.п.	-0,4 п.п.
Агрономическая служба	чел.	1656	1233	991	1161	971	991	59,8	80,4
	%	10,1	7,5	6,3	7,4	6,6	6,4	-3,7 п.п.	-0,9 п.п.
Зоотехническая служба	чел.	1268	787	761	811	623	584	46,1	74,2
	%	9,1	6,9	7,1	7,7	6,0	6,0	-3,1 п.п.	-0,9 п.п.
Ветеринарная служба	чел.	1501	1015	960	967	661	771	51,4	76,0
	%	7,2	5,5	5,2	5,3	3,8	4,6	-2,6 п.п.	-0,9 п.п.
Инженерно-технологическая служба	чел.	1837	1445	1314	1437	1153	1151	62,7	79,7
	%	6,7	5,8	5,2	5,8	4,8	4,7	-2,0 п.п.	-1,1 п.п.
Экономическая служба	чел.	614	370	387	364	337	223	36,3	60,3
	%	5,7	4,0	4,3	4,3	4,2	2,8	-2,9 п.п.	-1,2 п.п.
Бухгалтерская служба	чел.	2449	1692	1771	1829	1492	1286	52,5	76,0
	%	4,1	3,6	3,9	4,2	3,6	3,1	-1,0 п.п.	-0,5 п.п.

Источник: составлено по данным ведомственного статистического наблюдения Минсельхоза России (форма 1К).

Таблица 4. Изменение численности работников и обеспеченности работниками массовых профессий в сельском хозяйстве Российской Федерации в 2012-2021 гг.
Table 4. Changes in the number of employees and the provision of workers for mass professions in agriculture of the Russian Federation in 2012-2021

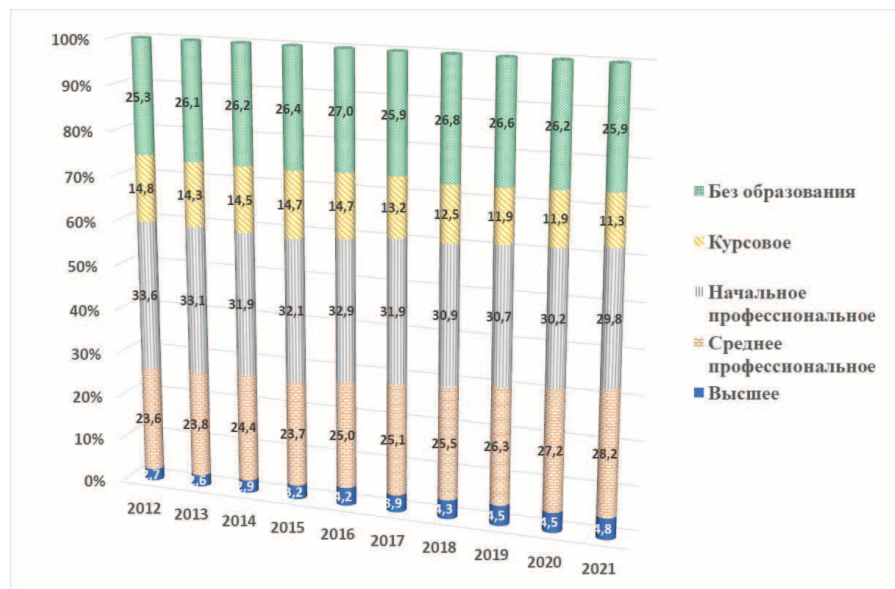
Показатели	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Фактически работает в сельском хозяйстве, тыс. чел.	1167,5	1056,1	1026,4	1032,6	990,4	938,6	896	867,4	839,6	819,8
Обеспеченность, %	89,5	94,8	95,1	94,3	92,7	94,2	93,1	93	92,2	91,7

Источник: составлено по данным ведомственного статистического наблюдения Минсельхоза России (форма 1КМП).

Сегодня для приведения кадрового потенциала руководителей и специалистов АПК в соответствие с требованиями мобилизующейся экономики необходимы новые технологии образовательного трансфера и профессионализации кадров агродела, позволяющие быстро адаптировать новые знания, организовать образовательный процесс, соединяющий в себе образование, науку и практику, и наполнить этими знаниями и навыками уже функционирующие кадры агродела. Решающую роль в этом может и должна сыграть целостная система дополнительного профессионального образования.

Преимущества дополнительного профессионального образования заключаются сегодня, на наш взгляд, в следующем:

- возможность быстрого обновления профессиональных компетенций, прежде всего управленческих кадров АПК;
- организация ускоренного трансфера новых знаний для импортозамещения, популяризация отечественных достижений науки, техники, технологий;
- гибкие (модульные), в том числе индивидуальные, образовательные траектории освоения новых компетенций под запрос слушателей и по заказу организаций АПК, что позволит осуществлять персонализированную целевую подготовку кадров;
- возможность оперативного привлечения к образовательному процессу практиков, представителей бизнеса, науки, государственного управления без излишней регламентации;
- возможность ведения образовательной деятельности по всей территории страны, развитие сетевого образовательного партнерства, не привязываясь к локализации образовательного учреждения;



Источник: составлено по данным ведомственного статистического наблюдения Минсельхоза России (форма 1КМП).

Рисунок 4. Уровень образования работников массовых профессий в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации

Figure 4. The level of education of workers of mass professions in agricultural organizations of the Russian Federation

– более низкая стоимость обучения из-за относительно небольшого в системе ДПО имущественного комплекса и административно-управленческого персонала.

В то же время, как показали исследования, до последнего времени наблюдается тенденция снижения доли руководителей и специалистов, повышающих свою квалификацию. Так, в 2021 г. из числа руководителей и специалистов

сельскохозяйственных организаций всего 11,3 тыс. человек прошли курсы повышения квалификации, что составляет 4,0% от их общей численности. При условии прохождения данных курсов 1 раз в 5 лет эта цифра должна быть в 5 раз больше. Индикаторами ведомственной целевой программы «Научно-техническое обеспечение развития отраслей агропромышленного комплекса» являются в 2021 г. 7%, к 2025 г. — 20%.



Среди руководителей лишь 3,6% обучались на курсах повышения квалификации. К тому же этот показатель имеет тенденцию снижения, в 2012 г. он составлял 9%, такая же тенденция сохраняется и по специалистам основных служб. В 2021 г. более активно повышали квалификацию специалисты зоотехнической (6,0%), агрономической (6,4%), инженерно-технологической (4,7%) служб. Однако этот показатель достаточно низкий и требует внимания, как со стороны руководства сельскохозяйственных организаций, так и со стороны образовательных учреждений, которые призваны активизироваться в привлечении специалистов на курсы повышения квалификации (табл. 3).

Весьма актуальной задачей является исследование кадровой обеспеченности организаций АПК рабочими кадрами. Как показывает анализ, в течение последних 10 лет сложилась

тенденция к уменьшению численности работников массовых профессий в АПК — сокращение составило 29,8%. Снижение численности работников массовых профессий происходит не только под влиянием социально-экономических факторов, но и за счет модернизации производства, роста энерговооруженности труда (табл. 4).

Подготовка квалифицированных рабочих кадров является неотъемлемой частью сферы образования и одним из важных компонентов обеспечения устойчивого и эффективного развития человеческого капитала и социально-экономического развития Российской Федерации в целом. Как показали исследования образовательного уровня рабочих кадров в сельском хозяйстве, меняется структура их состава (рис. 4). Так, с 2012 г. увеличилась доля работников со средним профессиональным образованием

с 23,6% до 28,2% в 2021 г. По высшему образованию также доля выросла до 4,8%. Сократилась доля получающих курсовое образование с 14,8% в 2012 г. до 11,3% в 2021 г. Удельный вес работников, не имеющих профессионального образования, к сожалению, остался на уровне 25,9%.

По мнению ряда ученых и специалистов, в ближайшем будущем возрастет спрос на работников, обладающих не только компетенциями в области сельскохозяйственного производства, но и знаниями, необходимыми для работы с цифровыми устройствами и роботизированными системами. Это, в свою очередь, создает острую потребность в формировании и постоянном обновлении данных компетенций у существующих и потенциальных работников отрасли.

Такое существенное изменение нельзя трактовать однозначно положительно, поскольку оно связано как с возросшими профессиональными и образовательными требованиями агробизнеса, так и с существенным сокращением сфер реализации социально-профессионального потенциала в большинстве сельских территорий.

Дополнительным критерием оценки рабочих кадров выступает качественный признак — квалификация. За исследуемый период доля работников АПК с первым уровнем классности снизилась на 2,7%, со вторым — на 2,9%. В общей совокупности работников АПК, имеющих классность, водители и механизаторы составляют 75,4%.

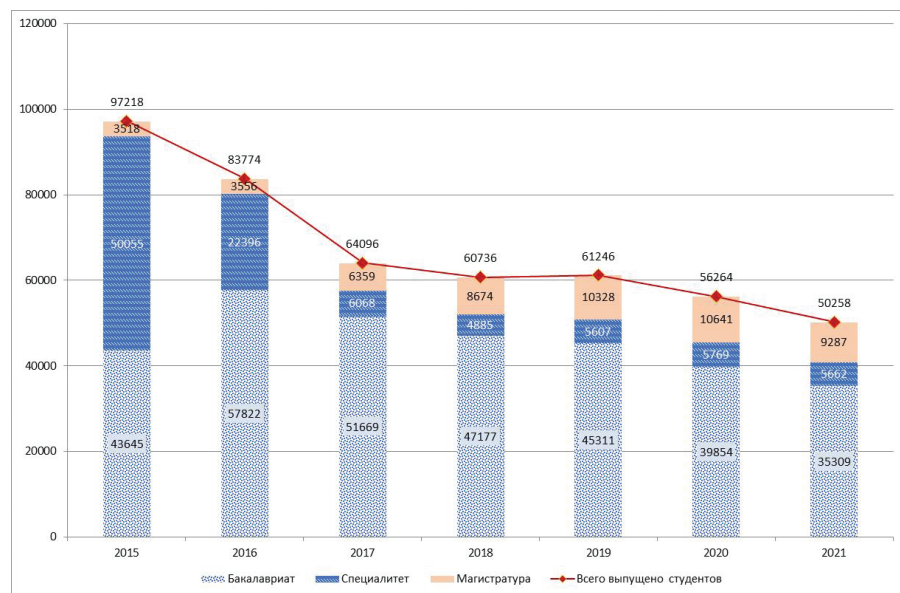
Важнейшим инструментом построения аграрной экономики нового уровня является система профессионального образования, способная эффективно функционировать в условиях постиндустриального общества и экономики знаний. В качестве сдерживающего фактора формирования полноценной аграрной экономики можно отметить хронические недостатки в информационном, научном и кадровом обеспечении АПК и его отраслей.

Миссия современного аграрного образования — в тесном сочетании активной практической подготовки на производстве и теоретического обучения в образовательных учреждениях.

Анализ текущего состояния организационных изменений в сфере аграрного образования показывает, что профильные отраслевые вузы являются основным источником подготовки специалистов с высшим образованием (ВО) для агропромышленного комплекса региона и сопредельных территорий (макрорегиона), вклад которых в среднем составляет около 90% от общего объема подготовки кадров для АПК.

До последнего времени в ведении Минсельхоза России находилось 54 вуза и 21 организация ДПО. Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1777-р от 30 июня 2022 г. из Минсельхоза России в систему Минобрнауки России были переданы 11 вузов. На настоящий момент сложно судить о том, как скажется такая перестройка системы высшего аграрного образования на дальнейшем развитии кадрового потенциала сельского хозяйства как базового фактора обеспечения продовольственной безопасности страны, полагаем, что это должно стать предметом отдельного исследования.

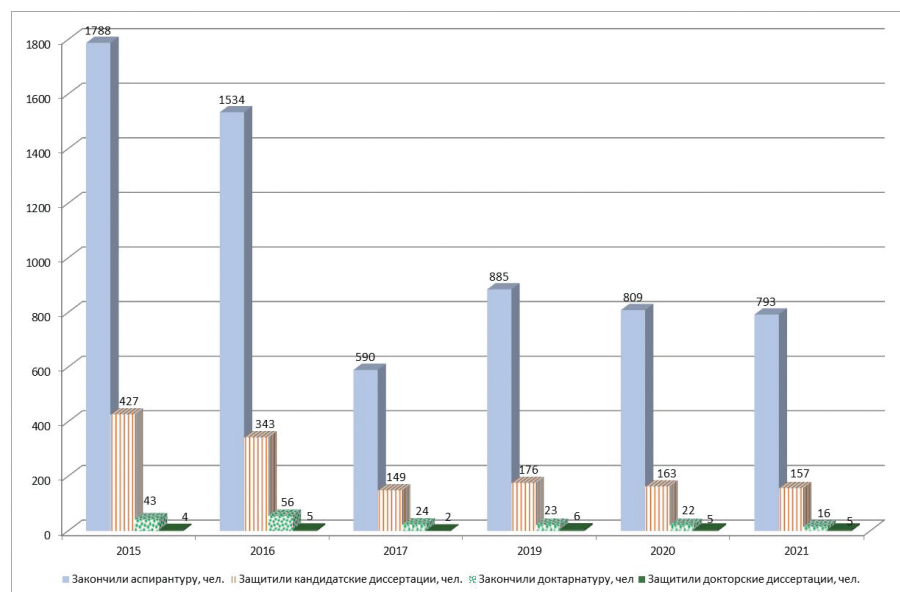
Итак, по состоянию на начало 2022 г. в вузах Минсельхоза России был сосредоточен значительный научно-педагогический потенциал,



Источник: составлено по данным статистического наблюдения (форма ВПО-1).

Рисунок 5. Численность подготовленных молодых специалистов в аграрных вузах за период 2015–2021 гг., чел.

Figure 5. The number of trained young specialists in agricultural universities for the period 2015–2021, people



Источник: составлено по данным статистического наблюдения (форма ВПО-1).

Рисунок 6. Численность закончивших аспирантуру и докторантуру аграрных вузов, чел.

Figure 6. The number of graduates of postgraduate and doctoral studies of agricultural universities, people



численность научно-педагогических работников составила 33808 человек, 82,6% из них имели ученую степень или ученое звание, в том числе докторов наук — 18,6%, кандидатов наук — 64%.

В 2021 г. по системе вузов Минсельхоза России было подготовлено 35309 бакалавров, что на 31,7% меньше, чем в 2017 г. (рис. 5). Количество выпущенных магистров, напротив, возросло на 46%. Численность молодых специалистов, освоивших специалитет, уменьшилось за 5-летний период на 6,7% и составила 5662 человека.

Для проблематики статьи важен анализ распределения выпускников аграрных вузов, подведомственных Минсельхозу России, по укрупненным группам специальностей. Так, в 2021 г. наибольшую долю составило направление «38.00.00 — Экономика и управление» — 18,6%, при этом по сравнению с 2019 г. она уменьшилась на 5,8 п.п., несмотря на то, что экономисты востребованы в различных сферах производства и управления, для сельскохозяйственного производства нужны экономисты особой формации, знающие его специфику, тонкости аграрных технологий. Поэтому сохранение этого направления в аграрных вузах является объективно необходимым. Значительную долю составило направление «35.03.06 — Агроинженерия» — 16,2%, «36.03.01 — Ветеринарно-санитарная экспертиза» — 10,2%, а также группа агрономических направлений — 10%. Несмотря на острую потребность в агроинженерах, к сожалению, их количество и доля среди выпускников уменьшается.

Модернизация производства, направленная на ускоренное импортозамещение в базовых отраслях АПК, потребует значительного количества инженеров, селекционеров, зоотехников, специалистов в области агрохимии и агропочвоведения, мелиорации, обладающих необходимыми компетенциями, способных осваивать отечественные технологии агропроизводства, в том числе с использованием цифровых платформ и искусственного интеллекта.

Численность аспирантов и докторантов, обучаемых в вузах Минсельхоза России по состоянию на начало 2022 г., к сожалению сокращается (рис. 6), по сравнению с 2015 г. выпуск уменьшился в 2,3 раза, при этом количество защищенных диссертаций сократилось в 2,7 раза. Доля выпускников, в этом же году защитивших кандидатские диссертации, колеблется от 19 до 25%.

Численность докторантов также уменьшилась в 2,7 раза, однако их количество изменилось незначительно, при этом доля защищенных докторских диссертаций выросла с 9,3 до 31,3%, хотя относительные цифры вовсе не свидетельствуют о положительной динамике. Здесь основополагающую роль сыграла фактическая девальвация докторантуры как института формирования кадров высочайшей квалификации, а также необоснованно навязанные «библиометрические» критерии оценки докторских диссертаций, в том числе связанные с массовизацией публикаций в иностранных изданиях, что применительно к сельскохозяйственным наукам не только мало приемлемо, но и концептуально ложно.

В то же время проведенная в 2020 г. ФГБОУ ДПО РАКО АПК группировка регионов по числу подготовленных специалистов (табл. 5) наглядно показывает явное несоответствие отчетности учреждений образования (ФИС, ФРДО) и данных, представляемых органами управления АПК

субъектов Российской Федерации (ведомственная статистическая отчетность Минсельхоза России), что говорит о крайне слабой координации работы на региональном уровне по кадровому обеспечению АПК.

Существенно дополняет картину проведенный анализ сводных данных по дефициту кадров АПК на основании оперативной информации, представленной органами управления АПК субъектов Российской Федерации на 17 октября 2022 г. (табл. 6). Анализ показал, что всего недостаток составил 89117 человек, в том числе

22987 — руководители и специалисты (из них 16367 — в сельском хозяйстве, 6620 — в пищевой промышленности), 66130 — работники массовых профессий (из них 43028 — в сельском хозяйстве, 2649 — в рыболовстве, 223 — в лесоводстве, 20230 — в пищевой промышленности). Наибольший дефицит наблюдается в Центральном (30232 человека), Приволжском (16279), Сибирском (10928) федеральных округах. Из новых субъектов Российской Федерации отмечается значительный недостаток в Донецкой Народной Республике (2070 человек).

Таблица 5. Группировка субъектов Российской Федерации по числу подготовленных молодых специалистов по всем формам обучения в 2020 г.

Table 5. Grouping of the subjects of the Russian Federation by the number of trained young specialists in all forms of education in 2020

Группы	Субъекты Российской Федерации
более 3 001 человек	7 субъектов: Краснодарский край, Смоленская область, Воронежская область, Орловская область, Красноярский край, Ростовская область, Московская область.
от 2 001 до 3 000 человек	7 субъектов: Белгородская область, Саратовская область, Ленинградская область, Брянская область, Пермский край, Тамбовская область, Рязанская область.
от 1 001 до 2 000 человек	19 субъектов: Республика Татарстан, Иркутская область, Кировская область, Новосибирская область, Курская область, Алтайский край, Оренбургская область, Республика Башкортостан, Республика Северная Осетия-Алания, Кемеровская область, Самарская область, Тюменская область, Республика Саха (Якутия), Республика Крым, Ульяновская область, Республика Бурятия, Амурская область, Ярославская область, Республика Мордовия.
до 1 000 человек	42 субъекта: Калужская область, Тверская область, Костромская область, Курганская область, Псковская область, Астраханская область, Свердловская область, Чеченская Республика, Пензенская область, Чувашская Республика, Кабардино-Балкарская Республика, Томская область, Липецкая область, Калининградская область, Новгородская область, Омская область, Тульская область, Республика Коми, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Хакасия, Ивановская область, Еврейская автономная область, Забайкальский край, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Марий-Эл, Вологодская область, Владимирская область, Волгоградская область, Республика Ингушетия, Челябинская область, Ставропольский край, Нижегородская область, Республика Дагестан, Магаданская область, Республика Алтай, Чукотский автономный округ, г. Севастополь, Архангельская область, Республика Калмыкия, Приморский край, Республика Карелия, Сахалинская область.
0 человек	10 субъектов: г. Санкт-Петербург, Мурманская область, Ненецкий автономный округ, г. Москва, Удмуртская Республика, Республика Адыгея, Ханты-Мансийский автономный округ, Республика Тыва, Камчатский край, Хабаровский край.

Источник: составлено на основе данных формы № 1-КМС (сводная).

Таблица 6. Сравнительный анализ оперативного дефицита кадров АПК и возможностей учреждений аграрного профессионального образования

Table 6. Comparative analysis of the operational shortage of agricultural personnel and the capabilities of agricultural vocational education institutions

Укрупненные группы должностей	Российская Федерация		
	Дефицит*	Подготовлено**	Доля от дефицита, %
Общий дефицит работников организаций АПК, чел.	89117	18816	21,1
В том числе:			
руководителей и специалистов	22987	12470	54,2
рабочих	66130	6346	9,6
Дефицит руководителей и специалистов в сельскохозяйственных организациях	16367	11274	68,9
Дефицит рабочих кадров в сельскохозяйственных организациях	43028	5101	11,9
Дефицит руководителей и специалистов в организациях пищевой промышленности	6620	1196	18,1
Дефицит рабочих кадров в организациях пищевой промышленности	20230	1072	5,3
Дефицит рабочих кадров в организациях рыболовства и рыболовства	2649	41	1,5
Дефицит рабочих кадров в организациях лесоводства и лесозаготовки	223	132	59,2

Источник: *составлено по данным оперативной отчетности органов управления АПК субъектов Федерации на 17.10.2022 г.;

**составлено по данным оперативной отчетности образовательных учреждений, подведомственных Минсельхозу России (высшее и дополнительное профобразование), на 17.10.2022 г. (по программам среднего профессионального образования, профпереподготовки и профобучения).



Среди основных служб в сельскохозяйственных организациях (по оперативным данным органов управления АПК в регионах) наибольшая потребность наблюдается в ветеринарах — 2605, агрономах — 2068, инженерно-технических работниках — 1775 человек. В организациях пищевой промышленности не хватает инженеров по техническому обслуживанию и ремонту автоматизированных технологических линий по производству продуктов питания — 831 человек, энергетиков и электриков — 876 человек и других специалистов.

Анализ информации по рабочим кадрам показал основной дефицит в растениеводстве — 19554 человека, в том числе 11971 — трактористы-машинисты; в животноводстве — 12242 рабочих, в том числе операторы машинного доения — 3633, операторы животноводческих комплексов по выращиванию (в том числе племенному) и откорму — 3325 человек. В пищевой промышленности не обеспечены рабочие места в организациях по переработке и консервированию мяса и мясной пищевой продукции — 5883, по производству хлебобулочных и мучных кондитерских изделий — 4469, по производству молочной продукции — 2433 человек и др.

Сравнительный анализ дефицита кадров в разрезе субъектов Российской Федерации и количества подготовленных в учреждениях высшего и дополнительного профессионального образования, подведомственных Минсельхозу России, по программам среднего профессионального образования, профпереподготовки и подготовки кадров по рабочим профессиям (следует учитывать, что взяты для анализа т.н. «короткие» программы, позволяющие оперативно покрывать возникающий дефицит), показал, что через реализацию данных программ система сможет покрыть только 54,2% дефицита руководителей и специалистов, 9,6% дефицита по рабочим профессиям.

Несколько лучше обстоят дела по подготовке кадров для обеспечения требуемых рабочих мест в сельскохозяйственных организациях (68,9% по руководителям и специалистам, 11,2% — по рабочим профессиям), сложнее ситуация в организациях пищевой промышленности (18,1% — по руководителям и специалистам, 5,3% — по рабочим профессиям).

Симптоматично, что система агрообразования не обеспечивает по программам среднего профессионального образования и профпереподготовки заявленную потребность по зоотехническим (7,6%), агрономическим (27,3%), инженерно-техническим (63,4%) специальностям.

Проведенный анализ еще раз подтверждает несбалансированность направлений подготовки специалистов и рабочих профессий и их потребности в разрезе регионов и федеральных округов, отсутствие системной координации работы по кадровому обеспечению, в том числе со стороны органов управления АПК субъектов Российской Федерации и учреждений высшего и дополнительного профессионального образования системы Минсельхоза России.

Выводы. С целью формирования качественного кадрового потенциала для устойчивого развития сельскохозяйственного производства и сельских территорий, способного обеспечить продовольственную безопасность страны, сопряженную с существенными рисками и угрозами, обусловленными внешним воздействием недружественных стран, необходимо

осуществление комплекса организационных, правовых и экономических мер.

Построение действенной системы кадрового обеспечения АПК является комплексной задачей, которая должна решаться с помощью эффективного механизма государственного регулирования. Сегодня требуется разработка, принятие и реализация долгосрочных программ кадрового обеспечения сельского хозяйства на всех уровнях управления агропромышленным комплексом, совершенствование нормативной и правовой базы государственной поддержки и развития кадрового потенциала, включая региональное законодательство, отработка механизмов частно-государственного партнерства при решении задач по управлению кадровым обеспечением сельских территорий. Требуется формирование единой межведомственной системы управления подготовкой и профессионализацией агрокадров и формирования кадрового потенциала АПК.

Необходимо создание системы мониторинга трудовых ресурсов, кадрового обеспечения и подбора кадров с привлечением современных информационных технологий. Для этого требуется создание мониторинговых центров как на федеральном уровне, так и на уровне субъектов Российской Федерации, используя для этого базу образовательных учреждений высшего и дополнительного профессионального образования. Отдельная задача — формирование эффективной системы прогнозирования потребностей в агрокадрах с привязкой ее основных параметров к приоритетам развития АПК страны, программ социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и прогнозу контрольных цифр приема в учреждения СПО и ВО аграрного профиля (в организациях любой ведомственной принадлежности).

С целью привлечения кадров для работы в сельской местности необходимо, прежде всего, создание благоприятных и безопасных условий труда и быта сельских жителей за счет улучшения социально-экономических условий на селе и осуществление мероприятий по развитию социальной сферы и инфраструктуры.

По ряду направлений подготовки 4-летний срок бакалавриата оказался недостаточным для формирования знаний, умений и компетенций выпускника аграрного профиля. Именно поэтому в агрообразовании после перехода на двухуровневую систему «Бакалавриат и магистратура» не только сохранили специалитет на некоторых направлениях, но и постепенно расширяли список таких направлений. В магистерских программах, как правило, не получилось сделать углубленную подготовку должного уровня, потому что часто они открывались там, где не было ни кадровой, ни методологической, ни учебно-лабораторной базы. Кроме того, из-за того, что большинство магистрантов работают во время учебы, магистратура стала фактически вечерней и поэтому не могла обеспечить качество. Еще одна проблема Болонской системы — отсутствие привязки профиля магистратуры к профилю бакалавриата. Все это требует решительных мер по восстановлению и расширению программ специалитета в высшем образовании, особенно по традиционным для сельского хозяйства и АПК в целом направлениям подготовки.

Необходимы комплексные мероприятия по закреплению квалифицированных кадров через

практическую реализацию законодательства, устанавливающего льготы и гарантии, расширению приема на условиях целевой подготовки специалистов и оптимизации сроков адаптации молодых специалистов на производстве.

Следует всемерно поддерживать инициативы по ранней профессионализации школьников в АПК, подобно программе «АгробизнесСтарт», разработанной и реализованной Федеральным центром дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей совместно с Российской академией кадрового обеспечения АПК (приняло участие 300 команд из 29 субъектов Федерации) в 2022 г. С целью совершенствования довузовской подготовки и профориентационной деятельности на основе сотрудничества аграрных вузов с сельскими школами целесообразно создание ученических производственных бригад, школьных лесничеств, профильных сельскохозяйственных классов (агроклассы), где с учащимися занимаются преподаватели вузов. Данные мероприятия позволят принимать в вузы молодежь, более подготовленную к обучению по программам высшего профессионального образования аграрного профиля, что положительно скажется на качестве подготовки специалистов для АПК.

Оптимизации структуры подготовки специалистов в новых условиях экономических, социальных и политических вызовов может послужить создание единых образовательных комплексов, включающих профессионально-техническое (рабочие кадры), среднее специальное, высшее, последипломное образование. Стратегической задачей таких комплексов будет являться формирование системы непрерывного образования, осуществляющей ступенчатую подготовку специалистов. Главным преимуществом единого образовательного центра будет концентрация ресурсов, скоординированность и преемственность учебных программ, большая привязка содержания образования к реальным потребностям рынка труда, образовательному трансферу новых достижений отечественной науки и практики в условиях ускоренного импортозамещения.

Для объединения усилий в получении и практической реализации фундаментальных, поисковых, прикладных исследований и НИ-ОКР, а также трансляции полученных знаний и их коммерциализации в АПК для российской экономики и социальной сферы, необходимы формирования, объединяющие научные, образовательные, внедренческие организации и сельскохозяйственных товаропроизводителей и бизнес. Удачным примером здесь являются комплексные научно-технические проекты, реализуемые в рамках Федеральной научнотехнической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы.

С учетом внешних вызовов и необходимости ускоренной профессионализации кадров под задачи продовольственного и технологического суверенитета, создание новых высокотехнологичных рабочих мест, внедрение новых компетенций требуется существенная переориентация отраслевой системы ДПО, особенно в части существенного расширения программ профессиональной переподготовки и профессионального обучения. Это потребует изменения параметров формирования государственного задания, лицензирования новых уровней, развития форм сетевого обучения (для совместного использования МТБ и кадров). По нашему



мнению, назрела необходимость в создании единого координационного центра для аграрных учреждений дополнительного профессионального образования, который мог бы оказывать содействие учредителю в выработке единого подхода к реализации дополнительных государственных профессиональных программ в АПК, максимально отвечающего запросам агробизнеса и государственного сектора АПК в современных условиях

При этом следует пересмотреть программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки профессорско-педагогических кадров, которые должны быть тесно связаны с основными трансформациями в АПК и совершенствованием базовых компетенций экономики импортозамещения, в то же время ориентироваться на перспективы технической и технологической модернизации на основе новейших научных отечественных достижений. Следует обратить внимание на формирование у профессорско-преподавательского состава компетенций, направленных на укрепление духовных потенциалов российского общества, традиционных ценностей в системе мировоззрения, гражданской позиции обучающихся, овладение методологией цивилизационного подхода к осмыслению общественных процессов, общероссийской цивилизационной идентичности.

Список источников

1. Алтухов А.И., Долгушкин Н.К., Папцов А.Г. и др. Продовольственная безопасность России: современные угрозы и вызовы. М.: ООО «Сам Полиграфист», 2021. 304 с.
2. Алтухов А.И., Папцов А.Г., Винничек Л.Б. и др. Развитие сельского хозяйства геостратегических территорий России. М.: ООО «Научный консультант», 2022. 300 с.
3. Бондаренко Л.В., Новиков В.Г., Яковлева О.А. Демографическая и трудовые ресурсы база развития аграрного сектора и сельских территорий России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2021. № 7. С. 67-82.
4. Бобков В.Н., Долгушкин Н.К., Одинцова Е.В. Особенности уровня жизни городских и сельских социально-демографических групп // АПК: экономика, управление. 2022. № 5. С. 70-82.
5. Долгушкин Н.К. Развитие сельских территорий Российской Федерации должно стать важнейшим приоритетом // Представительная власть — XXI век: законодательство, комментарии, проблемы. 2021. № 1-2. С. 1-4.
6. Долгушкин Н.К. Научный кадровый потенциал страны: проблемы и пути их решения // Представительная власть — XXI век: законодательство, комментарии, проблемы. 2020. № 5-6. С. 11-16.
7. Долгушкин Н.К. Кадровый потенциал агропромышленного комплекса: проблемы формирования и пути решения // Экономика сельского хозяйства России. 2017. № 9. С. 37-43.

Информация об авторах:

Долгушкин Николай Кузьмич, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, вице-президент Российской академии наук, v.g.novikov@bk.ru

Новиков Владимир Геннадьевич, член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор, ректор Российской академии кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, v.g.novikov@bk.ru

Information about the authors:

Nikolay K. Dolgushkin, academician of the Russian Academy of Sciences, doctor of economic sciences, professor, vice-president of the Russian Academy of Sciences, v.g.novikov@bk.ru

Vladimir G. Novikov, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, doctor of economic sciences, professor, rector of the Russian Academy of Personnel Support for the Agro-Industrial Complex, v.g.novikov@bk.ru

8. Долгушкин Н.К., Новиков В.Г. Воспроизводство трудового потенциала российского села: проблемность исследования, противоречия и перспективы развития // Агропродовольственная политика России. 2017. № 9. С. 2-10.

9. Медведев А.В., Шайтан Б.И. Инновационное профессиональное образование как инструмент эффективного использования кадрового потенциала сельских территорий // Международный журнал экспериментального образования. 2018. № 3. С. 17-21.

10. Новиков В.Г. Стратегические инструменты научно-технологического обеспечения социального развития сельских территорий и агросферы России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2019. № 12. С. 17-25.

11. Папцов А.Г., Бондаренко Л.В. Продовольственная безопасность в России: развитие продуктового ретейла в городе и на селе // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 4. С. 2-12.

12. Семенова Е.И., Новиков В.Г. Мигранты постсоветского пространства как ресурс российского сельского рынка труда // Нормирование и оплата труда в сельском хозяйстве. 2022. № 1. С. 12-21.

13. Харитонов Н.М., Папцов А.Г., Новиков В.Г. и др. Проблемы и перспективы социально-экономического развития сельских территорий: региональный аспект. М.: ООО «Агентство МИГ Диджитал», 2021. 320 с.

14. Шайтан Б.И., Новиков В.Г. и др. Дополнительное профессиональное образование специалистов АПК и сельских территорий: проблемы, направления диверсификации. М.: РАКО АПК, 2021. 619 с.

References

1. Altukhov, A.I., Dolgushkin, N.K., Paptsov, A.G. i dr. (2021). *Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii: sovremennye ugrozy i vyzovy* [Food security of Russia: modern threats and challenges]. Moscow, LLC "Sam Polygraphist", 304 p.
2. Altukhov, A.I., Paptsov, A.G., Vinnichik, L.B. i dr. (2022). *Razvitie sel'skogo khozyaistva geostrategicheskikh territorii Rossii* [Development of agriculture of geostrategic territories of Russia]. Moscow, LLC "Scientific Consultant", 300 p.
3. Bondarenko, L.V., Novikov, V.G., Yakovleva, O.A. (2021). *Demograficheskaya i trudoresursnaya baza razvitiya agrarnogo sektora i sel'skikh territorii Rossii* [Demographic and labor resource base for the development of the agricultural sector and rural territories of Russia]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 7, pp. 67-82.
4. Bobkov, V.N., Dolgushkin, N.K., Odintsova, E.V. (2022). *Osobennosti urovnya zhizni gorodskikh i sel'skikh sotsial'no-demograficheskikh grupp* [Features of the standard of living of urban and rural socio-demographic groups]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 5, pp. 70-82.
5. Dolgushkin, N.K. (2021). *Razvitie sel'skikh territorii Rossiiskoi Federatsii dolzhno stat' vazhneishim prioritetom* [Development of rural territories of the Russian Federation should become the most important priority]. *Predstavitel'naya vlast' — XXI vek: zakonodatel'stvo, kommentarii, problemy* [Representative power — XXI century: legislation, commentary, problems], no. 1-2, pp. 1-4.

6. Dolgushkin, N.K. (2020). *Nauchnyi kadrovyy potentsial strany: problemy i puti ikh resheniya* [Scientific personnel potential of the country: problems and ways to solve them]. *Predstavitel'naya vlast' — XXI vek: zakonodatel'stvo, kommentarii, problemy* [Representative power — XXI century: legislation, commentary, problems], no. 5-6, pp. 11-16.

7. Dolgushkin, N.K. (2017). *Kadrovyy potentsial agropromyshlennogo kompleksa: problemy formirovaniya i puti resheniya* [Personnel potential of the agro-industrial complex: problems of formation and solutions]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaistva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 9, pp. 37-43.

8. Dolgushkin, N.K., Novikov, V.G. (2017). *Vosproizvodstvo trudovogo potentsiala rossiiskogo sela: problemnost' issledovaniya, protivorechiya i perspektivy razvitiya* [Reproduction of the labor potential of the Russian village: problematic research, contradictions and prospects for development]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* [Agro-food policy in Russia], no. 9, pp. 2-10.

9. Medvedev, A.V., Shaitan, B.I. (2018). *Innovatsionnoe professional'noe obrazovanie kak instrument effektivnogo ispol'zovaniya kadrovogo potentsiala sel'skikh territorii* [Innovative vocational education as a tool for the effective use of the human potential of rural territories]. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* [International journal of experimental education], no. 3, pp. 17-21.

10. Novikov, V.G. (2019). *Strategicheskie instrumenty nauchno-tehnologicheskogo obespecheniya sotsial'nogo razvitiya sel'skikh territorii i agrosfery Rossii* [Strategic instruments of scientific and technological support for the social development of rural territories and the agricultural sphere of Russia]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 12, pp. 17-25.

11. Paptsov, A.G., Bondarenko, L.V. (2022). *Prodovol'stvennaya bezopasnost' v Rossii: razvitie produktovogo reteila v gorode i na sele* [Food security in Russia: the development of grocery retail in the city and in the countryside]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 4, pp. 2-12.

12. Semenova, E.I., Novikov, V.G. (2022). *Migranty post-sovetskogo prostranstva kak resurs rossiiskogo sel'skogo rynka truda* [Migrants of the post-Soviet space as a resource of the Russian rural labor market]. *Normirovanie i oplata truda v sel'skom khozyaistve* [Rationing and remuneration of labor in agriculture], no. 1, pp. 12-21.

13. Kharitonov, N.M., Paptsov, A.G., Novikov, V.G. i dr. (2021). *Problemy i perspektivy sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya sel'skikh territorii: regional'nyi aspekt* [Problems and prospects of socio-economic development of rural territories: a regional aspect]. Moscow, MIG Digital Agency LLC, 320 p.

14. Shaitan, B.I., Novikov, V.G. i dr. (2021). *Dopolnitel'noe professional'noe obrazovanie spetsialistov APK i sel'skikh territorii: problemy, napravleniya diversifikatsii* [Additional professional education of specialists of agro-industrial complex and rural territories: problems, directions of diversification]. Moscow, RAKO agro-industrial complex, 619 p.





Научная статья
УДК 631.15:339.5
doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_16

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИМПОРТОЗАВИСИМОСТЬ АПК РОССИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

А.И. Тихомиров¹, А.А. Фомин²

¹Федеральный исследовательский центр животноводства —
ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Подольск, Россия

²Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены современные особенности развития аграрного сектора экономики страны, установлены ключевые факторы и тенденции технологического развития отрасли. Показана роль иностранных компаний — поставщиков новых технологий и производственных ресурсов в модернизации и интенсификации АПК России. Дано теоретико-методологическое обоснование понятию «технологическое импортозамещение» в сельском хозяйстве и раскрыто его содержание. Установлена технологическая импортозависимость АПК по основным подотраслям по семенному и племенному материалу, оборудованию и техническим средствам, необходимым для производства конкурентоспособной продукции. Наибольшая зависимость от импортных поставок отмечена в свеклосахарном подкомплексе АПК, с семенами технических и овощных культур, где доля семян иностранной селекции сахарной свеклы в общем объеме высеянного материала в 2022 г. достигла 96,6%, подсолнечника — 72,7%, картофеля — 65,2%. В сегменте сельскохозяйственной техники отмечена высокая зависимость от импорта свеклоуборочных комбайнов и оборудования для животноводства, где доля технических средств иностранного производства в 2022 г. превысила 90%. Доля импорта инкубационного яйца исходных форм мясных кур в 2021 г. достигла 98,7% и 100% в индейководстве. Менее напряженная ситуация сложилась в яичном птицеводстве, где удельный вес генетических ресурсов иностранного происхождения составил 75,0%. Сложившаяся ситуация имеет значительные негативные последствия в условиях усиления экономических санкций и ослабления национальной валюты, вынуждает сельхозтоваропроизводителей нести дополнительные издержки. На основании проведенного анализа предложены меры по развитию материально-технической базы АПК и снижению технологической импортозависимости отрасли.

Ключевые слова: технологическое импортозамещение, модернизация, продовольственная безопасность, аграрный сектор, агротехнологии, эффективность

Благодарности: Статья выполнена в соответствии с тематикой государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации АААА-А18-118020590174-2.

Original article

TECHNOLOGICAL IMPORT DEPENDENCE OF THE RUSSIAN AIC: MODERN CHALLENGES AND OPPORTUNITES

A.I. Tikhomirov¹, A.A. Fomin²

¹Federal Research Center for Animal Husbandry
named after Academy Member L.K. Ernst, Podolsk, Russia

²State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. The article discusses the modern features of the development of the country's agricultural sector, set key factors and trends in the technological development of the industry. The role of foreign companies — suppliers of new technologies and production resources in the modernization and intensification of the agro-industrial complex of Russia is shown. The theoretical and methodological substantiation is given to the concept of technological import substitution in agriculture and its content is revealed. Technological import dependence of the agro-industrial complex was established for the main sub-sectors in seed and tribal material, equipment and technical means necessary for the production of competitive products. The greatest dependence on imported supplies was noted in the beet subcomplex of the agro-industrial complex, with seeds of technical and vegetable crops, where the share of foreign seeding seeds of sugar beets in the total volume of sown material in 2022 reached 96.6%, sunflower — 72.7%, potatoes — 65.2%. In the segment of agricultural machinery, a high dependence on the import of beet harvesters and livestock equipment was noted, where the share of foreign production equipment in 2022 exceeded 90%. The share of the import of incubation eggs of the initial forms of meat chickens in 2021 reached 98.7% and 100% in turkey farming. A less intense situation has developed in egg poultry farming, where the share of genetic resources of foreign origin was 75.0%. The current situation has significant negative consequences in the conditions of strengthening economic sanctions and weakening the national currency, forces agricultural producers to bear additional costs. Based on the analysis, they were proposed by the development of the material and technical base of the agricultural sector and a decrease in the technological import dependence of the industry.

Keywords: technological import substitution, modernization, food security, agricultural sector, agricultural technology, efficiency

Acknowledgments: the article was made in accordance with the theme of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation АААА-А18-118020590174-2.

Введение. Повышение конкуренции на международном агропродовольственном рынке и усиление влияния негативных геополитических процессов требуют выработки новых подходов к модернизации отечественного АПК, которые соответствуют современным условиям хозяйствования и особенностям территориально-отраслевого разделения труда в аграрном секторе экономики России [1].

Среди ряда задач, поставленных перед отраслью, на сегодняшний день наиболее остро

встает вопрос о снижении зависимости российских производителей от импорта технологий, оборудования, техники, посевного материала и генетических ресурсов животных для обеспечения устойчивого развития и бесперебойного производства основных продуктов питания в рамках реализации принципов Доктрины продовольственной безопасности.

Материал и методы исследования. Методологическую основу исследования составили труды ведущих отечественных ученых по

данной проблеме. В процессе исследования были использованы специальные методы исследования: экономико-математический, расчетно-конструктивный, монографический и метод экспертных оценок.

Информационно-аналитическую базу исследования составили официальные документы органов управления АПК и материалы отраслевых объединений и изданий.

Результаты исследования. Рассматривая современное состояние аграрного сектора

экономики России, стоит отметить, что развитие интеграционных процессов, международного сотрудничества и вовлечение отечественного агробизнеса в мировую торговлю сопровождалось увеличением на рынке основных средств производства и расходных материалов для АПК от транснациональных корпораций. Данные компании предлагают полный спектр товаров и услуг (от продажи и сервисного обслуживания до оказания консультационной поддержки и обучения персонала), имеют богатый опыт продвижения своей продукции на разных региональных рынках и колоссальные финансовые ресурсы для проведения активной маркетинговой политики.

Наряду с сокращением финансирования проведения НИОКР в системе отраслевых научно-исследовательских институтов и вузов в постреформенный период, снижения номенклатуры, качества и конкурентоспособности производимой продукции предприятиями сельскохозяйственного машиностроения, семеноводства и племенного дела, это привело к увеличению доли иностранных производителей на внутреннем рынке. В настоящее время в отрасли фактически сформировалась новая парадигма производственно-экономических отношений и межхозяйственных связей, основанная на встраивании в глобальные производственные цепочки и использовании передовых разработок от ведущих мировых производителей, которая во многом предопределяет эффективность развития и устойчивость АПК.

Однако усиление санкционного давления и введение новых ограничений в области торгово-экономического сотрудничества, трансфера инноваций и технологий со стороны ряда государств заставляет разработать и реализовать механизмы адаптации аграрного сектора экономики к современным условиям хозяйствования.

Сегодня в научной литературе большое внимание уделяется теоретико-методологическим и практическим условиям реализации программы импортозамещения, изучению факторов промышленного роста и диверсификации экономики. Большое внимание этой проблеме уделено в работах российских экономистов-аграрников, рассмотрены различные методологические подходы решения данной задачи, проведены оценки эффективности реализации в разрезе разных подотраслей.

Для решения данной задачи разработаны ведомственные программы и дорожные карты, регулярно проводятся мониторинг, результаты деятельности обсуждаются на совещаниях и семинарах органами управления АПК.

Вместе с тем взятый руководством страны курс на реализацию программы импортозамещения на продовольственном рынке в основном был сфокусирован на замещении продуктов питания зарубежного производства на российские товары за счет создания новых производственных мощностей, модернизации и интенсификации производства. Как правило, он базировался на использовании преимущественно иностранных высокопроизводительных технологий, оборудования и генетического материала. Такое сотрудничество позволило сформировать современную материально-техническую базу и технологическую основу для интенсификации производства сельскохозяйственной продукции и проведения расширенного воспроизводства отрасли, замещения

импортных продуктов питания на внутреннем продовольственном рынке и достижения ключевых индикаторов Доктрины продовольственной безопасности по большинству показателей.

Вместе с тем в современных условиях хозяйствования, характеризующихся турбулентностью геополитических процессов и усилением санкционного давления, особое значение приобретает более детальное рассмотрение теоретико-методологических особенностей реализации программы импортозамещения и разработка практических рекомендаций по адаптации предприятий аграрного сектора экономики.

В настоящее время среди отраслевого сообщества и в научной литературе понятие импортозамещения трактуется как замещение товаров иностранного производства продукцией отечественных производителей, то есть результативность проводимой политики определяется лишь по месту производства готовой продукции, а не по анализу производственной цепочки и задействованных в ней технологий и ресурсов. При данном подходе не удается достаточно полно оценить уровень зависимости российских производителей от импорта техники, оборудования, средств производства и расходных материалов. Большое затруднение вызывает оценка эффективности глубины переработки сельскохозяйственной продукции и величины произведенной добавленной стоимости, а также отдачи от государственной поддержки отдельных подотраслей АПК.

По нашему мнению, следует разграничить понятие импортозамещения на продуктовое, характеризующее долю готовой продукции отечественного производства на агропродовольственном рынке, и технологическое, определяющее возможность выпуска той или иной продукции на основе собственной ресурсной и материально-технической базы. При таком подходе особый акцент делается на возможность использования российского оборудования, информационно-аналитических систем управления, необходимых расходных материалов и компетенций персонала.

Рассматривая сущность данного процесса, следует отметить, что, в отличие от других

отраслей народного хозяйства, сельскохозяйственное производство представляет собой многокомпонентный технологический процесс, состоящий из множества технологических операций и цепочек, образующихся в процессе взаимодействия живых организмов с различными техническими средствами и производственными ресурсами. При этом качество и эффективность их использования непосредственно влияет на объем производства и конкурентоспособность готовой продукции. Следовательно, технологическое импортозамещение следует рассматривать с позиций физической доступности и экономической целесообразности применения отечественных средств производства, оборудования, технологий и производственных ресурсов для обеспечения ведения расширенного воспроизводства.

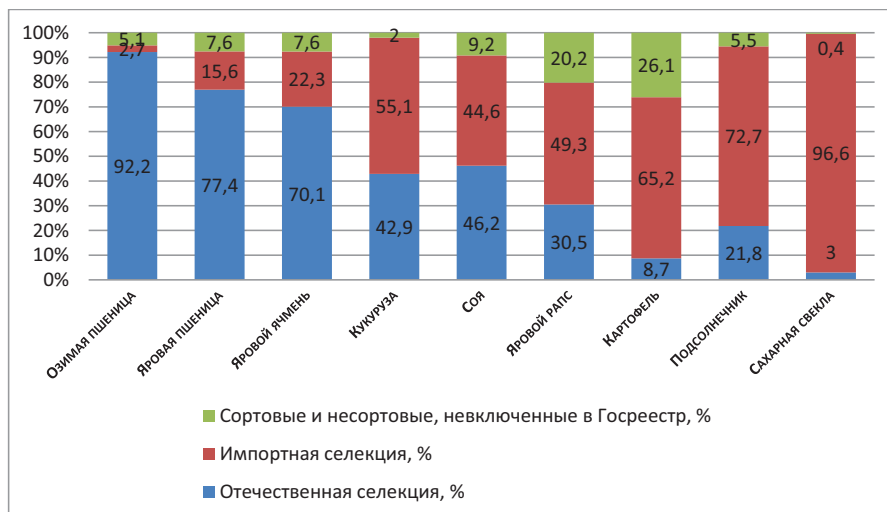
Таким образом, создание устойчивых производственных систем, функционирующих независимо от геополитической и макроэкономической обстановки, должно стать императивом государственной агропродовольственной политики [1].

Проведенный анализ технологического развития АПК России и уровня зависимости производства от иностранного оборудования и расходных материалов показал, что в отдельных подотраслях аграрного сектора экономики сложилась высокая зависимость от импорта посевного материала, машин и оборудования [3, 4, 5].

Наиболее сложная ситуация отмечена в свеклосахарном подкомплексе АПК, с семенами технических и овощных культур. Так, доля импортных семян сахарной свеклы в общем объеме высеянного материала в 2022 г. достигла 96,6%, подсолнечника — 72,7%, картофеля — 65,2% (рис. 1).

Минимальная зависимость по семенному материалу зафиксирована в 2022 г. в зернопродуктовом подкомплексе АПК, где удельный вес семян отечественной селекции озимой пшеницы составил 92,2%, яровой пшеницы — 77,4%, ярового ячменя — 70,1%.

Наряду с высокой долей импортного посевного материала в натуральном выражении, отмечается его преобладание при монетарной оценке внутреннего рынка (рис. 2).



Источник: данные Россельхозцентра [6].

Рисунок 1. Доля семян отечественной и импортной селекции в общем объеме высеянных семян (2022 г.)
Figure 1. The share of seeds of domestic and imported selection in the total volume of sown seeds (2022)

По данным отраслевых аналитиков, российский рынок сортовых семян и гибридов F1 подсолнечника в 2021 г. составляет 64,2 млрд руб., из которых 86,3% приходится на продукцию иностранного производства. Доля импортного посевного материала в стоимостном выражении в свеклосахарном подкомплексе достигла 97,5%, семян рапса — 81,0%.

В сегменте техники и машин для АПК отмечена высокая зависимость от импорта свеклоуборочных комбайнов и оборудования для

животноводства, где доля технических средств иностранного производства превысила 90%. Вместе с тем стоит отметить, что государственная политика, проводимая в последние годы и направленная на развитие отечественного сельскохозяйственного машиностроения, позволила нарастить выпуск собственного технологического оборудования, тракторов и комбайнов, и тем самым существенно сократить зависимость отрасли от импорта (рис. 3).

Наиболее благоприятная ситуация с обеспечением техникой и оборудованием российского производства сложилась в зернопродуктовом подкомплексе АПК. Удельный вес отечественных зерноуборочных комбайнов и зерносушилок в 2021 г. достиг 80%, а зерноочистителей превысил 95%.

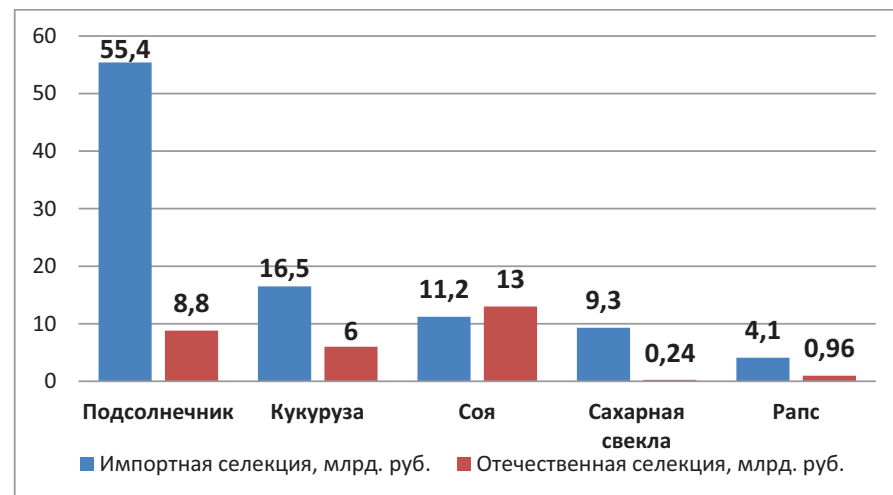
Развитие животноводства и птицеводства также зависит от уровня развития производственной базы, наличия достаточного количества генетических ресурсов (спермопродукции, эмбрионов, инкубационного яйца, племенного и товарного молодняка). Стоит отметить, что за последние годы в подотрасли по ряду направлений сложилась критическая зависимость от импорта данной продукции [8, 9].

Так, по данным Минсельхоза России [10], мясное птицеводство практически полностью ориентировано на работу с иностранной продукцией. Доля импорта инкубационного яйца исходных форм мясных кур в 2021 г. достигла 98,7%, а в индейководстве — 100%. Менее напряженная ситуация сложилась в яичном птицеводстве, где удельный вес генетических ресурсов иностранного происхождения составил 75,0%.

Интенсификация свиноводства и развитие сети селекционно-генетических центров позволила снизить зависимость отрасли от импортных поставок племенных животных. В то же время все еще остается высокой доля иностранных программных продуктов информационно-аналитического обеспечения селекционно-племенной работы в свиноводстве, а также ограничения, связанные с доступом к исходным линиям для проведения «суверенной» селекции.

В молочном скотоводстве отмечено возрастание импорта племенной продукции после введения в 2016 г. льготных ставок по НДС на импортную продукцию. Данная мера оказала негативное влияние на развитие племенного дела в отрасли, снизила конкурентоспособность отечественных производителей генетических ресурсов (табл.).

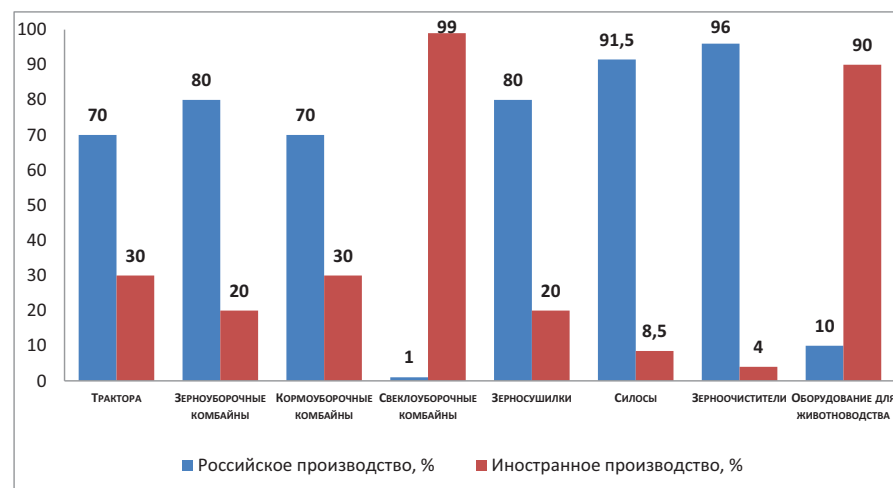
По данным Минсельхоза России, в 2021 г. было импортировано 50,9 тыс. гол. племенного молодняка КРС молочных пород, из которых 93% пришлось на голштинский скот преимущественно датской, немецкой и голландской селекции. Доля импортного племенного молодняка на внутреннем рынке в 2021 г. достигла 35%. Стоит отметить, что пандемия новой коронавирусной инфекции и осложнение логистических цепочек доставки привело к некоторому сокращению объема импорта скота в 2020-2021 гг. Однако данная тенденция носит временный характер, поскольку отечественное молочное скотоводство не может обеспечить собственную репродукцию стада и восполнить потребности отрасли продукции российского производства [11].



Источник: данные «Щелково Агрохим» [6].

Рисунок 2. Монетарная оценка внутреннего рынка семян (2021 г.)

Figure 2. Monetary assessment of the domestic market seeds (2021)



Источник: составлено авторами на основании данных Минсельхоза России и ассоциации «Росспецмаш» [7].

Рисунок 3. Доля импортной и отечественной сельскохозяйственной техники на внутреннем рынке машин и оборудования для АПК (2021 г.)

Figure 3. The share of imported and domestic agricultural machinery in the domestic market of machines and equipment for the agro-industrial complex (2021)

Таблица. Импортозависимость племенного молочного скотоводства
Table. Import dependence of pedigree dairy cattle breeding

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г. к 2018 г., %
Реализация племенного молодняка собственной репродукции, тыс. гол.	94,7	100,9	91,1	94,7	100,0
Импорт племенного молодняка, тыс. гол.	60,0	67,7	33,7	50,9	84,8
Доля импортных племенных ресурсов на внутреннем рынке, %	38,8	40,2	27,0	35,0	-3,8 п.п.
Импорт спермопродукции, млн доз	2,3	3,5	4,5	4,8	в 2,1 раза

Источник: составлено авторами на основании данных Минсельхоза России [10].



Сложившаяся ситуация имеет значительные негативные последствия в условиях усиления экономических санкций и ослабления национальной валюты, вынуждает сельхозтоваропроизводителей нести дополнительные издержки, снижает их доходность и ресурсную базу для проведения технологической модернизации и обновления материально-технической базы.

В этой связи, по нашему мнению, является целесообразным, наряду с отменой льготных ставок по НДС на импортную племенную продукцию, повысить уровень государственной поддержки отечественных предприятий, работающих в сфере селекции, семеноводства и племенного дела, деятельность которых направлена на снижение уровня технологической импортозависимости. Важнейшим направлением данной деятельности становятся научные разработки российских ученых в области селекции, генетики и биотехнологии, и их последующий трансфер в реальное производство, что, в свою очередь, потребует усиления координации, снижения административных барьеров и создания новых хозяйственно-экономических связей между семеноводческими, племенными и товарными предприятиями, представителями органов управления АПК и субъектами агробизнеса.

Заключение. В рамках реализации государственной научно-технической политики развития АПК следует внести коррективы, связанные с приоритетностью выхода готовой продукции, новых селекционных форм и товарных гибридов над показателями полученного финансирования из внебюджетных источников и публикационной активности.

В целях минимизации рисков производителей, переориентированных на использование генетических ресурсов отечественного производства, от возможного сокращения продуктивности на начальном этапе применения данной продукции, на наш взгляд, стоит рассмотреть механизм государственных гарантий как инструмент хеджирования рисков в форме страхования указанных случаев и возмещения части понесенных убытков за счет бюджета.

Данная мера позволит повысить привлекательность и доверие со стороны субъектов агробизнеса к семенному и племенному материалу российского производства, прогнозируемость хозяйственно-экономической деятельности и снизить технологическую импортозависимость АПК.

Список источников

1. Тихомиров А.И. Проблемы технологического импортозамещения животноводства России: теоретико-методологические и практические аспекты реализации // Вестник аграрной науки. 2021. № 6. С. 139-146.

Информация об авторах:

Тихомиров Алексей Иванович, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории экономики и организации животноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8339-7696>, tikhomirov991@gmail.com

Фомин Александр Анатольевич, кандидат экономических наук, профессор кафедры менеджмента и управленческих технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3881-8348>, agrodar@mail.ru

Information about the authors:

Alexey I. Tikhomirov, candidate of economic sciences, senior researcher of the laboratory of economics and livestock organization, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8339-7696>, tikhomirov991@gmail.com

Alexander A. Fomin, candidate of economic sciences, professor of the department of management and management technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3881-8348>, agrodar@mail.ru

2. Методы продвижения на российском рынке отечественных семян высших категорий и племенной продукции: аналитический обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 124 с.

3. Нечаев В.И., Михайлушкин П.В. Совершенствование организационно-экономических и правовых подходов к развитию селекции и семеноводства в Российской Федерации // АПК: экономика, управление. 2021. № 11. С. 63-69.

4. Полухин А.А., Панарина В.И., Шабалкина Н.А. Тенденции развития селекции и семеноводства в России в условиях реализации политики импортозамещения на ресурсных рынках // Вестник аграрной науки. 2020. № 4 (85). С. 118-129.

5. Лукомец А.В. Национальное семеноводство в системе продовольственной безопасности России // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2020. № 3. С. 135-144.

6. Максимова Е. Семена государственной важности. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/38226-semena-gosudarstvennoy-vazhnosti-k-2030-godu-rossiya-dolzha-zakryt-otechestvennoy-produktsiei-75-ot/> (дата обращения: 12.12.2021).

7. Михайлова А., Максимова Е. Импорт на замену. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/38002-import-na-zamenu-rossiyskiy-apk-postaraetsya-sokratit-dolyu-zarubezhnoy-tehniki-i-oborudovaniya/> (дата обращения: 12.12.2021).

8. Алтухов А.И., Серегин С.Н., Сысоев Г.В. Отечественное племенное дело: ограничения и основные приоритеты развития // Переработка молока. 2020. № 1 (243). С. 58-61.

9. Тихомиров А.И. Современное состояние импортозависимости и конкурентоспособности племенного животноводства // Экономика сельского хозяйства России. 2016. № 8. С. 47-53.

10. Развитие нормативно-правовой базы в животноводстве. Генетические ресурсы. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-zhivotnovodstva-i-plemennogo-dela/industry-information/> (дата обращения: 22.12.2021).

11. Чинаров В.И. Формирование внутреннего рынка племенной продукции молочного скотоводства России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 8. С. 18-24.

References

1. Tikhomirov, A.I. (2021.) Problemy tekhnologicheskogo importozameshcheniya zhivotnovodstva Rossii: teoretiko-metodologicheskie i prakticheskie aspekty realizatsii [Problems of technological import substitution of animal husbandry in Russia: theoretical, methodological and practical aspects of implementation]. *Vestnik agrarnoi nauki* [Bulletin of agrarian science], no. 6, pp. 139-146.

2. Rosinformagrotech (2022). *Metody prodvizheniya na rossiiskom rynke otechestvennykh semyan vysshikh kategorii i plemennoi produktsii: analiticheskii obzor* [Methods of promoting domestic seeds of higher categories and tribal products in the Russian market: analytical review]. Moscow, Rosinformagrotech, 124 p.

3. Nechaev, V.I., Mikhailushkin, P.V. (2021). Sovershennost' organizatsionno-ekonomicheskikh i pravovykh podkhodov k razvitiyu seleksii i semenovodstva v Rossiiskoi Federatsii [Improving organizational, economic and legal approaches to the development of selection and seed production in the Russian Federation]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 11, pp. 63-69.

4. Polukhin, A.A., Panarina, V.I., Shabalkina, N.A. (2020). Tendentsii razvitiya seleksii i semenovodstva v Rossii v usloviyakh realizatsii politiki importozameshcheniya na resursnykh rynkakh [Trends in the development of selection and seed production in Russia in the context of the implementation of the policy of import substitution in resource markets]. *Vestnik agrarnoi nauki* [Bulletin of agrarian science], no. 4 (85), pp. 118-129.

5. Lukomets, A.V. (2020). Natsional'noe semenovodstvo v sisteme prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossii [National seed production in the food security system of Russia]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomiki* [Fundamental and applied studies of the cooperative sector of the economy], no. 3, pp. 135-144.

6. Maksimova, E. *Semena gosudarstvennoi vazhnosti* [National seed production in the food security system of Russia]. Available at: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/38226-semena-gosudarstvennoy-vazhnosti-k-2030-godu-rossiya-dolzha-zakryt-otechestvens> (accessed: 12.12.2021).

7. Mikhailova, A., Maksimova, E. *Import na zamenu* [Import for replacement]. Available at: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/38002-import-na-zamenu-rossiyskiy-apk-postaraetsya-sokratit-dolyu-zarubezhnoy-tehniki-i-oborudovaniya/> (accessed: 12.12.2021).

8. Altukhov, A.I., Seregin, S.N., Sysoev, G.V. (2020). Otechestvennoe plemennoe delo: ogranicheniya i osnovnye priority razvitiya [Domestic tribal business: restrictions and basic development priorities]. *Pererabotka moloka* [Milk processing], no. 1 (243), pp. 58-61.

9. Tikhomirov, A.I. (2016). Sovremennoe sostoyanie importozavisimosti i konkurentosposobnosti plemennoho zhivotnovodstva [The current state of import dependence and competitiveness of breeding livestock]. *Ekonomika sel'skogo khozaystva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 8, pp. 47-53.

10. Razvitiye normativno-pravovoi bazy v zhivotnovodstve. Geneticheskie resursy [Development of the regulatory framework in animal husbandry. Genetic resources]. Available at: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-zhivotnovodstva-i-plemennogo-dela/industry-information/> (accessed: 22.12.2021).

11. Chinarov, V.I. (2022). Formirovaniye vnutrennego rynka plemennoi produktsii molochnogo skotovodstva Rossii [Formation of the domestic market for breeding products of dairy cattle breeding of Russia]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 18-24.





Научная статья

УДК 631.147

doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_20

РАЗРАБОТКИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

С.П. Замана, С.Н. Волков, Д.А. Шаповалов

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены ключевые направления и разработки Государственного университета по землеустройству в системе органического земледелия. Определены важнейшие параметры *здоровья почвы* как ключевого элемента обеспечения органических технологий и сохранения плодородия почвенных экосистем. Приведены данные по применению инновационных препаратов, содержащих ассоциативные ризосферные бактерии, арбускулярно-микоризные грибы, грибы-антагонисты фитопатогенов и др. Исследовалось влияние на разных культурах: луке, чесноке, тыкве, дыне, землянике, кукурузе, горохе, томатах, моркови, окре, яровой пшенице, ароматических травах. Показано существенное (до 50%) улучшение качества продукции. Приведены данные опытов по борьбе с вредителями (дынная муха) и результаты применения озоносодержащих масел. Наиболее значимые научные решения защищены патентами РФ.

Ключевые слова: органическое сельское хозяйство, здоровье почвы, экосистема, биопрепараты, озон

Original article

DEVELOPMENTS OF THE STATE UNIVERSITY OF LAND USE PLANNING IN THE FIELD OF ORGANIC AGRICULTURE

S.P. Zamana, S.N. Volkov, D.A. Shapovalov

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. This article discusses the key directions and developments of the State University on Land Use Planning in the system of organic farming. The most important parameters of soil health as a key element in ensuring organic technologies and preserving the fertility of soil ecosystems have been determined. Data on the use of innovative preparations containing associative rhizospheric bacteria, arbuscular-mycorrhizal fungi, fungi-antagonists of phytopathogens, etc. The influence on different crops was studied: onions, garlic, pumpkin, melon, strawberries, corn, peas, tomatoes, carrots, okra, spring wheat, aromatic herbs. A significant (up to 50%) improvement in product quality is shown. The data of experiments on pest control (melon fly) and the results of the use of ozone-containing oils are given. The most significant scientific solutions are protected by patents of the Russian Federation.

Keywords: organic agriculture, soil health, ecosystem, biologics, ozone

Принципы ведения сельского хозяйства должны предусматривать восстановление естественного плодородия почв и здоровья почвенных экосистем, а использование новых инновационных биотехнологий может позволить восстанавливать нарушенный человеком баланс между биосферой и техносферой [1-5].

Поскольку почвенный покров является узлом взаимосвязей в биосфере, то именно почвам, и особенно здоровью почвенных экосистем, должно быть уделено основное внимание в ходе освоения образовательных программ в аграрных университетах. В настоящее время необходимы знания о глобальных функциях почв в биосфере, о почвенных экосистемах, о главенствующей роли биологической составляющей почвенной экосистемы, о необходимости использования почвы в соответствии с законами природы. Именно биологическая составляющая (то есть вся совокупность живых организмов) локальной почвенной экосистемы обеспечивает незаменимые для всего живого продукционные и средообразующие функции почвы.

Большая роль в биогеохимическом круговороте химических элементов принадлежит живым организмам, особенно почвенным микроорганизмам. Они создают плодородие почвы и успешно заняты этим миллионы лет.

Плодородная почва — это сообщество сотен видов живых организмов. В почве корни растений, как муфтой, одеты живым слоем микробных клеток — бактерий и грибов, как полезных, так и вредных.

На сегодняшний день считается некорректным оценивать качество почвы только по критериям ее плодородия с позиций получения максимальной продуктивности и прибыли. Глубоко ошибочно, как это было в России при внедрении интенсивных технологий, полностью игнорировать *биотический блок* почвы.

Альтернативой интенсивному земледелию является органическое земледелие, важность которого в настоящее время возведена на мировой уровень. При ведении органического сельского хозяйства активно разрабатываются и внедряются биологические методы ведения сельского хозяйства, основанные на отказе от химических

средств защиты растений и синтетических минеральных удобрений и применении биологических факторов повышения плодородия почв, подавления болезней, вредителей и сорняков, не оказывающих отрицательного влияния на состояние окружающей природной среды.

В органическом земледелии первостепенная роль принадлежит именно здоровой почве. Только она способна неопределенно долго функционировать в качестве компонента почвенной экосистемы, поддерживать продуктивность растений, качество воды, воздуха и продукции, обеспечивая тем самым здоровье растений, животных и человека.

Здоровье почвы можно определить как функциональную биологическую категорию, отражающую *состояние динамики активности биотического компонента* в органоминеральном комплексе почвы [6].

Одним из направлений научных исследований Государственного университета по землеустройству в течение более 10 лет являлось изучение вопросов, связанных с ведением органического сельского хозяйства, разработкой



методики определения здоровья почвенных экосистем, применением инновационных биопрепаратов для улучшения здоровья почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства с оптимальным содержанием полезных для человека веществ.

Исследования проводятся совместно со специалистами из МГУ им. М.В. Ломоносова. Совместно издано учебное пособие по научно-практическому определению избранных параметров здоровья почвенной экосистемы (почвы).

Ключевыми понятиями, рассматриваемыми в пособии, являются почвенная экосистема, здоровье почвы и микробное сообщество [7].

Для определения активности микробного сообщества используется метод СИД (субстрат индуцированное дыхание), то есть метод измерения дыхательной активности по количеству CO_2 , выделяемого почвенными образцами после внесения в них субстрата (глюкозы), повышающего порог чувствительности метода. Определение концентрации CO_2 проводят с помощью газового анализатора.

Разработки включают протоколы описания, то есть «что и как делать» при практическом определении здоровья почвенной экосистемы на конкретной территории ландшафта. При сохранении и накоплении получаемых результатов с помощью данного метода можно создать «банк» данных о здоровье различных почвенных экосистем. Это позволяет выявлять те участки, где в первую очередь необходимо проводить восстановление микробных сообществ с помощью внесения различных биопрепаратов.

Технологии, основанные на применении эффективных микроорганизмов, являются безвредными, приводят к оздоровлению системы почва — растения и считаются перспективными во многих странах мира.

В Государственном университете по земледелию исследования ведутся под руководством профессора кафедры земледелия и растениеводства д.б.н. Замана С.П., совместно со специалистами ФНЦ овощеводства РАН, ФНЦ «Немчиновка» РАН, Никитским ботаническим садом ННЦ РАН и др. Научной группой с участием также и зарубежных ученых из Италии и Польши проводились исследования биопрепаратов, содержащих ассоциативные ризосферные бактерии, арбускулярно-микоризные грибы, грибы-антагонисты фитопатогенов и др.

Инновационные биопрепараты применялись на разных культурах: луке, чесноке, тыкве, дыне, землянике, кукурузе, горохе, томатах, кофее, окре, яровой пшенице, ароматических травах [9, 10]. Оценивалось их влияние на состояние почвенно-биотического комплекса, на содержание жизненно-важных макро- и микроэлементов, токсичных элементов и нитратов, содержание аминокислот, витаминов, полифенолов, крахмала, антиоксидантной активности и других показателей качества выращиваемой продукции. Эффективность применения биостимуляторов для улучшения качества растениеводческой продукции показана в целом ряде статей [8]. Такого рода исследования имеют большой потенциал внедрения и широкие возможности применения в органическом сельском хозяйстве.

Комплексный биостимулятор Rhizotech MB (Италия), содержащий арбускулярно-микоризные грибы *Glomus intraradices*, грибы *Trichoderma harzianum* и ростостимулирующие бактерии *Bacillus subtilis*, применялся при обогащении

лука и чеснока неорганическими формами селена. Обобщение результатов с тремя вариантами опыта (1 вариант — биопрепарат, 2 вариант — селен и 3 вариант — биопрепарат + селен) показало, что при применении комбинации биопрепарат + Se как в чесноке, так и в луке увеличивалось содержание моносахаридов и содержание Se, увеличивалось содержание аскорбиновой кислоты и флавоноидов в луке и флавоноидов в чесноке, а также значительно возрастало содержание бора, меди, железа, марганца, кремния, цинка, магния в луке.

В плодах тыквы, выращенной с применением биопрепарата, увеличилось накопление

жизненно-важных микроэлементов: меди — до 111%, цинка — до 112%, йода — до 144%, селена — до 185% и некоторых других по отношению к контролю (рис. 1).

В плодах дыни в опытном варианте увеличилось содержание многих эссенциальных микроэлементов: цинка — до 143%, хрома — до 136%, кобальта — до 157%, меди — до 179%, марганца — до 246% (рис. 2).

Под воздействием вносимых микроорганизмов аккумуляция токсичных элементов (свинца, кадмия, ртути и мышьяка) плодами дыни существенно уменьшилась и их содержание было значительно ниже ПДК (рис. 3).

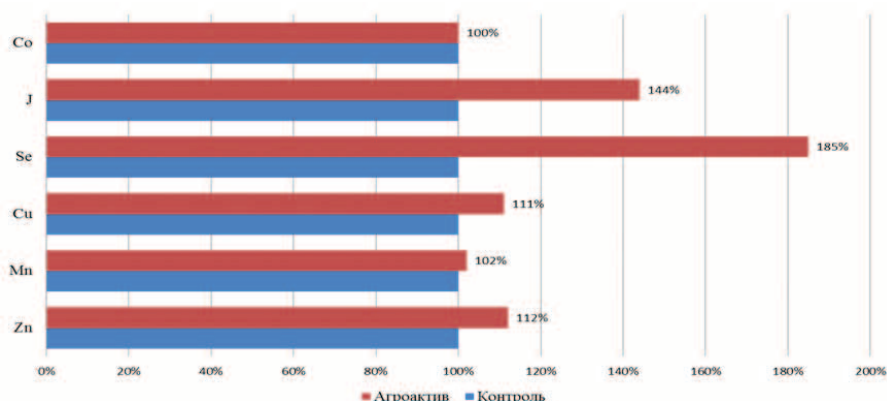


Рисунок 1. Увеличение содержания важнейших эссенциальных микроэлементов в плодах тыквы при применении биопрепаратов, % к контролю

Figure 1. Increase in the amount of essential trace elements in pumpkin fruits when using biological preparations, % of control

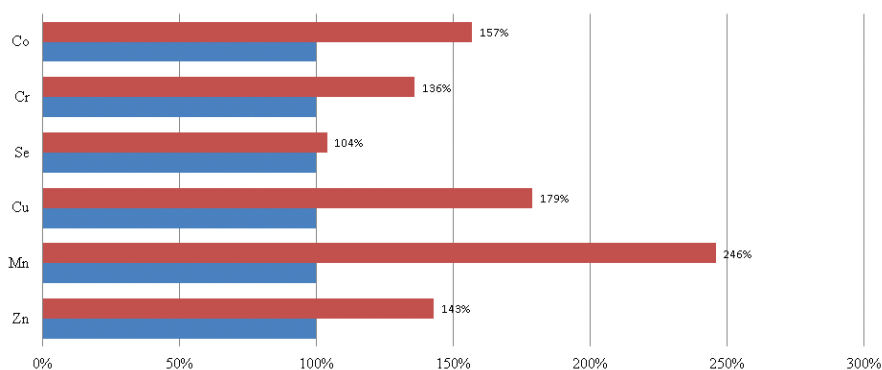


Рисунок 2. Увеличение содержания важнейших эссенциальных микроэлементов в плодах дыни при применении биопрепаратов, % к контролю

Figure 2. Increase in the amount of essential trace elements in melon fruits when using biological preparations, % of control

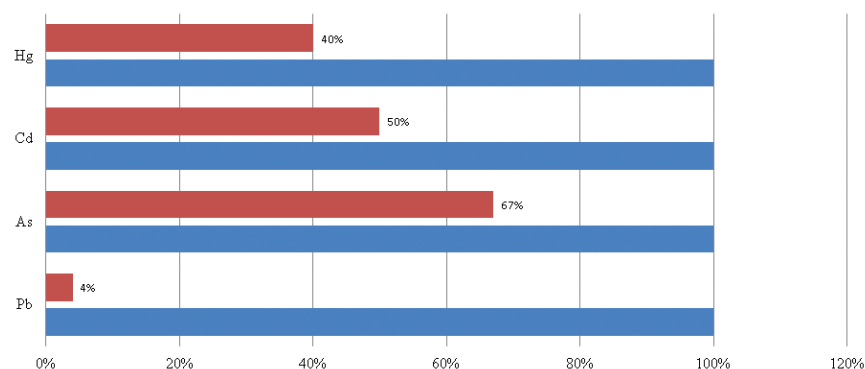


Рисунок 3. Уменьшение содержания токсичных элементов в плодах дыни при применении биопрепаратов, % к контролю

Figure 3. Reduction of the amount of toxic elements in melon fruits when using biological products, % of control





Рисунок 4. Земляника из опытного (слева) и контрольного (справа) вариантов
Figure 4. Strawberries from the experimental (left) and control (right) variants

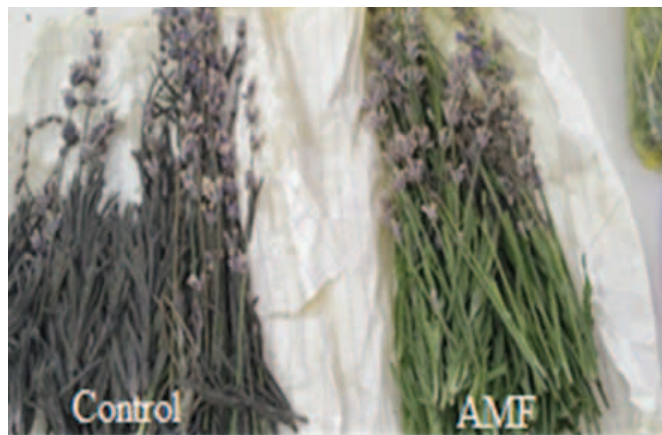


Рисунок 5. Влияние биопрепаратов на лаванду во время хранения (слева — контрольный вариант, справа — опытный вариант)
Figure 5. The effect of biological products on lavender during storage (left — control variant, right — experimental variant)



Рисунок 6. Сохранность моркови при применении биопрепарата (слева — с биопрепаратом, справа — контроль)
Figure 6. Preservation of carrots when using a biological product (on the left — with a biological product, on the right — control)

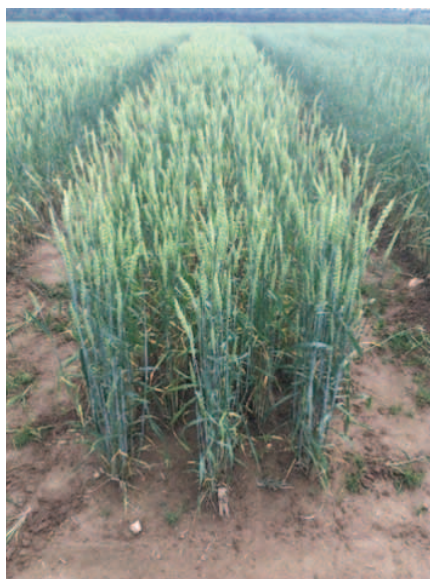


Рисунок 7. Всходы яровой мягкой пшеницы сорта Злата (слева — обработанных эмульсией с озонидами, справа — контрольный образец без предпосевной обработки)
Figure 7. Seedlings of spring soft wheat Zlata variety (left — treated with an emulsion with ozonides, right — control sample without presowing treatment)

Применение биостимулятора улучшило показатели питательной ценности зерна кукурузы: содержание сырой клетчатки увеличилось на 7,7%, сырого протеина — на 6,2%, сырого жира — на 6,5%, сырой золы — на 20%, переваримого протеина — на 5,1%. Увеличилось также в зерне кукурузы содержание важнейших эссенциальных микроэлементов — железа, цинка, марганца, меди, хрома и кобальта.

Биопрепараты способствуют усилению корнеобразования и увеличению количества листьев у земляники садовой (рис. 4).

Применение биопрепаратов обеспечивало повышение в плодах томатов содержания сухого вещества, содержания мощных антиоксидантов — бета-каротина (на 86%) и ликопина (на 76%), сахара (на 15%), общего содержания минералов (на 13%), а также улучшались их вкусовые качества.

Применение биопрепаратов на горохе способствовало увеличению содержания в семенах гороха многих аминокислот — глутаминовой кислоты, триптофана, аргинина, аспарагиновой кислоты, лейцина, лизина, фенилаланина, метионина, гистидина.

Влияние арбускулярно-микоризных грибов оказало благотворное влияние на рост, развитие и содержание эфирных масел у ароматических трав в проводимом эксперименте с полынью, лавандой и иссопом. Было обнаружено, что во время хранения при высокой температуре и влажности качество растений из опытного варианта не ухудшалось (по сравнению с контрольным), они длительное время оставались зелеными. Контрольные растения ароматических трав показали значительное снижение содержания фенольных и аскорбиновой кислот, а также хлорофиллов и антиоксидантной активности на абиотический стресс (рис. 5).

В опыте с морковью, выращенной с применением биопрепаратов, увеличивалось содержание цинка на 79%, меди — на 49%, хрома — на 30%, йода — на 25%, марганца — на 22%, кремния — на 19%, железа — на 14%. Обнаружено значительное различие в сохранности образцов моркови из контрольного и опытного вариантов. Так, морковь из опытного варианта, которая выращивалась на почве, обработанной биопрепаратом, сохранилась к весне полностью, то есть из заложенных 5 корнеплодов все сохранились в хорошем состоянии,



а из 5 штук моркови контрольного варианта осталось всего 1,5 штуки, остальная морковь сгнила (рис. 6).

Важным элементом исследований университета являются работы по использованию озонированных препаратов в сельском хозяйстве [11]. Разработана технология предпосевной обработки зерна с помощью озонированных растительных масел. Установлено, что при выращивании яровой мягкой пшеницы сорта Злата из семян, обработанных перед посевом эмульсией на основе озонированных масел, улучшались показатели структуры урожая (длина колоса, число колосков в колосе, число зерен в колосе, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен), увеличивалось содержание белка и клейковины в зерне, а также значительно уменьшалось поражение листьев пшеницы септориозом (рис. 7). Некоторые из предложенных технологий защищены патентами РФ [12-14].

Таким образом, исследуемые сотрудниками Государственного университета по землеустройству инновационные биопрепараты на основе полезных микроорганизмов и натуральных веществ перспективны с точки зрения создания микробно-растительных систем, поскольку микроорганизмы оказывают влияние на важнейшие процессы, происходящие в растениях: регулируют метаболизм, защищают от стрессов, вредителей, болезней и т.д. и могут широко применяться при ведении органического сельского хозяйства.

Список источников

1. Варламов А.А., Гальченко С.А., Ключин П.В., Шаповалов Д.А. Мониторинг земель: учебное пособие / под ред. А.А. Варламова. М., 2013. Часть 1. 189 с.
2. Шаповалов Д.А., Груздев В.С. Влияние техногенных выбросов на почву и растительность на примере ОАО «Северсталь» // Экология и промышленность России. 2008. № 7. С. 32-35.
3. Белорусцева Е.В., Шаповалов Д.А. Оценка динамики и прогноз развития негативных процессов на землях сельскохозяйственного назначения Калужской области с применением ГИС-технологий // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2009. № 9 (57). С. 34-43.
4. Ведешин Л.А., Шаповалов Д.А., Белорусцева Е.В. Космические информационные технологии для решения сельскохозяйственных задач // Экологические системы и приборы. 2011. № 9. С. 3-10.
5. Рухович Д.И., Шаповалов Д.А. Об особенностях мониторинга почвенно-земельного покрова как информационной основы эффективного землепользования // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2015. № 12 (131). С. 31-49.
6. Замана С.П. Здоровье почвенных экосистем и органическое сельское хозяйство // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2019. № 12 (179). С. 49-53.

Информация об авторах:

Замана Светлана Павловна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры цифрового земледелия и ландшафтного проектирования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7027-364X>, svetlana.zamana@gmail.com
Волков Сергей Николаевич, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой землеустройства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0931-065X>, lab_zem_guz@mail.ru
Шаповалов Дмитрий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapoval_ecology@mail.ru

Information about the authors:

Svetlana P. Zamana, doctor of biological sciences, professor, professor of the department of digital agriculture and landscape design, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7027-364X>, svetlana.zamana@gmail.com
Sergey N. Volkov, Academician of the Russian Academy of Sciences, professor, head of the department of land use planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0931-065X>, lab_zem_guz@mail.ru
Dmitry A. Shapovalov, doctor of technical sciences, professor, head of the department of informatics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapoval_ecology@mail.ru

Ehkolozhicheskie sistemy i pribory [Ecological systems and devices], no. 9, pp. 3-10.

5. Rukhovich, D.I., Shapovalov, D.A. (2015). Ob osobennostyakh monitoringa pochvenno-zemel'nogo pokrova kak informatsionnoi osnovy ehkfektivnogo zemlepol'zovaniya [On the features of monitoring of soil and land cover as an information basis for effective land use]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land management, land monitoring and cadaster], no. 12 (131), pp. 31-49.

6. Zamana, S.P. (2019). Zdorov'e pochvennykh ehkotsistem i organicheskoe sel'skoe khozyaistvo [Health of soil ecosystems and organic agriculture]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land management, land monitoring and cadaster], no. 12 (179), pp. 49-53.

7. Zamana, S.P. (2009). *Ehkolozhiko-biogeokhicheskies printsipy otsenki i korrektsii ehlementnogo sostava sistemy pochva-rasteniya-zhivotnye: monografiya* [Ecological and biogeochemical principles of assessment and correction of the elemental composition of the soil-plants-animals system: monograph]. Moscow, GUZ.

8. Golubkina, N., Seredin, T., Baranova, H., Krivenkov, I., Zamana, S., Poluboyarinov, P., Sokolov, S., Pietrantonio, L., Caruso, G. (2019). Effect of selenium biofortification and beneficial microorganism inoculation on yield, quality and antioxidant properties of shallot bulbs. *Plants*, vol. 8, no. 4, p. 102.

9. Zamana, S.P., Shapovalov, D.A., Kondratyeva, T.D. (2018). The impact of biological products on certain biochemical characteristics of tomato fruits. *International agricultural journal*, vol. 61, no. 4, p. 1.

10. Zamana, S.P., Fedorovskii, T.G., Sokolov, S.A., Utsin, N.V. (2019). Vliyaniye biopreparatov na ehlementnyi sostav i khraneniye morkovi [The effect of biological products on the elemental composition and storage of carrots]. *Moskovskii ehknomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], no. 12, p. 18.

11. Akpanbetov, S.B., Gorin, V.V., Zamana, S.P., Shapovalov, D.A., Fomin, A.A., Davydova, N.V. (2020). Razrabotka tekhnologii obezzarazhivaniya semyan zernovykh kul'tur s pomoshch'yu ozonirovannykh masel [Development of technology for disinfection of grain seeds with ozonated oils]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3, pp. 4-8.

12. Zamana, S.P., Kondrat'eva, T.D., Shapovalov, D.A., Utsin, N.V., Fedorovskii, T.G. *Sposob zashchity dyni ot dynnoi mukhi* [Method of protecting melons from melon flies]. Patent for invention ru 2676161 c1, 12/26/2018. Application No. 2017134100 dated 03.10.2017.

13. Shapovalov, D.A., Ozerova, N.A., Krivosheina, M.G., Ozerov, A.L., Shirokova, V.A., Khutorova, A.O., Ozerova, A.A. *Sposob zashchity zemel' ot rasprostraneniya borshchevika Sosnovskogo* [Method of protecting lands from the spread of Heracleum Sosnowskyi]. Patent for invention 2750754 C2, 02.07.2021. Application no. 2019105816 dated 02/28/2019.

14. Akpanbetov, S.B., Gorin, V.V., Zamana, S.P., Shapovalov, D.A., Lepekhin, P.P., Rodionova, O.M. *Sposob obezzarazhivaniya semyan zernovykh kul'tur s primeneniye ozonirovannykh masel* [Method of disinfection of grain seeds using ozonated oils]. Patent for invention 2752930 C2, 08/11/2021. Application No. 2019145357 dated 31.12.2019.

7. Замана С.П. Эколого-биогеохимические принципы оценки и коррекции элементного состава системы почва-растения-животные: монография. М.: ГУЗ, 2009.

8. Golubkina, N., Seredin, T., Baranova, H., Krivenkov, I., Zamana, S., Poluboyarinov, P., Sokolov, S., Pietrantonio, L., Caruso, G. (2019). Effect of selenium biofortification and beneficial microorganism inoculation on yield, quality and antioxidant properties of shallot bulbs. *Plants*, vol. 8, no. 4, p. 102.

9. Zamana, S.P., Shapovalov, D.A., Kondratyeva, T.D. (2018). The impact of biological products on certain biochemical characteristics of tomato fruits. *International agricultural journal*, vol. 61, no. 4, p. 1.

10. Замана С.П., Федоровский Т.Г., Соколов С.А., Уцин Н.В. Влияние биопрепаратов на элементный состав и хранение моркови // Московский экономический журнал. 2019. № 12. С. 18.

11. Акпанбетов С.Б., Горин В.В., Замана С.П., Шаповалов Д.А., Фомин А.А., Давыдова Н.В. Разработка технологии обеззараживания семян зерновых культур с помощью озонированных масел // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 3. С. 4-8.

12. Замана С.П., Кондратьева Т.Д., Шаповалов Д.А., Уцин Н.В., Федоровский Т.Г. Способ защиты дыни от дынной мухи // Патент на изобретение ru 2676161 c1, 26.12.2018. Заявка № 2017134100 от 03.10.2017.

13. Шаповалов Д.А., Озерова Н.А., Кривошеина М.Г., Озеров А.Л., Широкова В.А., Хуторова А.О., Озерова А.А. Способ защиты земель от распространения борщевика Сосновского // Патент на изобретение 2750754 C2, 02.07.2021. Заявка № 2019105816 от 28.02.2019.

14. Акпанбетов С.Б., Горин В.В., Замана С.П., Шаповалов Д.А., Лепехин П.П., Родионова О.М. Способ обеззараживания семян зерновых культур с применением озонированных масел // Патент на изобретение 2752930 C2, 11.08.2021. Заявка № 2019145357 от 31.12.2019.

References

1. Varlamov, A.A., Gal'chenko, S.A., Klyushin, P.V., Shapovalov, D.A. (2013). *Monitoring zemel': uchebnoe posobie* [Land monitoring: study guide]. Moscow, part 1, 189 p.
2. Shapovalov, D.A., Gruzdev, V.S. (2008). Vliyaniye tekhnogennykh vybrosov na pochvu i rastitel'nost' na primere OAO «Severstal'» [The impact of man-made emissions on soil and vegetation on the example of OAO Severstal']. *Ehkolozhiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia], no. 7, pp. 32-35.
3. Belorustseva, E.V., Shapovalov, D.A. (2009). Otsenka dinamiki i prognoz razvitiya negativnykh protsessov na zemlyakh sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya Kaluzhskoi oblasti s primeneniye GIs-tekhnologii [Assessment of the dynamics and forecast of the development of negative processes on agricultural lands of the Kaluga region using GIs technologies]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land management, land monitoring and cadaster], no. 9 (57), pp. 34-43.
4. Vedeshin, L.A., Shapovalov, D.A., Belorustseva, E.V. (2011). Kosmicheskie informatsionnye tekhnologii dlya resheniya sel'skokhozyaistvennykh zadach [Space information technologies for solving agricultural problems].





ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫМЫВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУГЛИНИСТОЙ И СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВ

Т.В. Папаскири¹, Е.А. Пивень², А.Е. Касьянов³, Д.Е. Кучер², А.А. Шевчук¹

¹Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

²Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

³Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Аннотация. Актуальность исследования определяется проблемой недостаточной изученности процессов вымывания химических веществ и удобрений с извлечением из различных по гранулометрическому составу дерново-подзолистых почв при орошении, внесении удобрений и других факторах природного и антропогенного характера. Целью исследований являлось изучение процессов вымывания химических веществ из почв при воздействиях факторов природного и антропогенного характера. Исследования проводили в лизиметрах с глубиной почвенного профиля 35 и 70 см. Полив почв лизиметров осуществляли при достижении содержания влаги в верхнем 0-30 см слое почв на уровне 0,7 НВ. Состав растительного покрова соответствовал таковому на опытных делянках и включал различные компоненты злаковых и бобовых культур с доминированием ежи сборной. В лизиметрах были представлены дерново-подзолистая суглинистая глубокоогулеванная и дерново-подзолистая супесчаная почвы. Анализ экспериментальных данных показывает, что вынос азота в нитратной форме превалирует над его выносом в аммиачной форме практически при всех условиях опыта, за исключением влажных условий, из дерново-подзолистой супесчаной почвы. Потери калия заметно выше в осенние периоды, особенно если предшествующий вегетационный период отличается недостаточным увлажнением. Во влажные годы (и суглинистые, и супесчаные почвы) кальция вымывается больше летом, чем в осенний и зимне-весенний периоды. Кальций и магний присутствуют в инфильтрате в больших количествах, чем все другие элементы питания, особенно суглинистой почвы.

Ключевые слова: инфильтрация влаги, запасы влаги, фитоценоз, химические вещества, удобрения, вымывание химических веществ

Original article

THE INVESTIGATION OF THE PROCESS OF CHERMICALS LEACHING FROM SODDY-PODZOLIC LOAMY AND SANDY SOILS

T.V. Papaskiri¹, E.A. Piven², A.E. Kasyanov³, D.E. Kucher², A.A. Shevchuk¹

¹State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

²Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

³Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Abstract. The paper is devoted to the investigation of chemicals leaching from the soil as a result of natural and anthropogenic factors. Models of vegetation cover included various components of cereal and leguminous crops, which are frequently dominated by cocksfoot under conditions of different moisture content. The nitrogen outflow in the nitrate form prevails over its outflow in the ammonia form within almost all experimental conditions, except the wet conditions of soddy-podzolic sandy loamy soil. Potassium losses are significantly higher during the autumn periods, especially if the preceding vegetation period is characterized by insufficient moisture. Calcium outflow is higher during the summer than during autumn, winter and spring. Calcium and magnesium are present in the infiltrate in larger quantities than all other elements of nutrition, especially loamy soil.

Keywords: moisture infiltration, moisture reserves, phytocenosis, chemicals, fertilizers, chemicals leaching

Введение. Влага и химические вещества перераспределяются между отдельными почвенными слоями, зоной аэрации и грунтовыми водами, а также между почвой и прилегающим к ней нижним слоем атмосферы. По интенсивности вымывания из пахотных почв основные элементы минерального питания располагаются в следующем порядке $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{N} > \text{K} > \text{P}$ [8].

Главными статьями внутрипочвенного влаго- и солеобмена являются инфильтрация атмосферных осадков в почву и расход на испарение грунтовых вод. За периоды времени проведения исследований было установлено, что в годовом цикле больше всего вымывается кальция — 89-106 кг/га. С капиллярным поднятием грунтовых вод возвращается (% от выноса): калия — 15-14, марганца — 13,6-9,3, цинка — 13,6-7,7, кальция — 7,5-5,2 и магния — 7,1-4,7.

Соотношение объемов подпитывания и инфильтрации в дерново-подзолистой суглинистой почве составляют следующие величины: при УГВ=70 см — 86 и 17 мм, УГВ=95 см — 97 и 45 мм, УГВ=120 см — 28 и 34 мм и при УГВ=145 см — 13 и 51 мм (Шишов и др., 2001).

Основными факторами инфильтрации влаги из почвы являются: физические и химические свойства почв, вид удобрения и его нормы внесения, осадки и орошение, вид растительного покрова и некоторые другие (Муромцев и др., 2000; Семенов и др., 2000, 2002). Имеющиеся научные материалы о роли этих факторов в выносе химических веществ из различных почв проанализированы в работах Кулаковской (1978), Благовещенского (1978), Короткова с соавторами (1984), Семенова и др. (2005) и других ученых. Многие аспекты этой сложной проблемы остаются не исследованными для решения прикладных задач. В частности, например, отмечено, что во влажные годы кальция в суглинистой почве вымывается больше летом, чем в осенний и зимне-весенний периоды. В супесчаной же почве наибольшие потери кальция и магния отмечены в первый год опыта, а в суглинистой — во второй.

Настоящая работа посвящена процессам вымывания химических веществ из различных почв при орошении и внесении бесподстилочного навоза и других факторов природного и антропогенного характера.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в лизиметрах Почвенного института им. В.В. Докучаева РАН (Муромцев, Семенов и др., 2005, 2006) и лизиметрах ВНИИ кормов им В.Р. Вильямса в 2010-2013 гг. (станция Луговая Московской области), лизиметрах-сборниках глубиной почвенного профиля 35 и 70 см, выполненных из нержавеющей стали. Полив почв лизиметров осуществляли при достижении содержания влаги в верхнем 0-30 см слое почв на уровне 0,7 НВ (наименьшей влагоемкости). Модели растительного покрова соответствовали таковому на опытных делянках и включали различные компоненты злаковых и бобовых культур с доминированием ежи сборной. В лизиметрах были использованы дерново-подзолистая суглинистая глубокоогулеванная и дерново-подзолистая супесчаная почвы.

Дерново-подзолистая суглинистая глубокоогулеванная почва на покровном суглинке (слабо выраженный склон опытного участка ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса) характеризуется следующими значениями показателей физического состояния в горизонте (гор.) А1: удельной



массы — 2,56 г/см³, плотности почвы — 1,42 г/см³, общей порозности — 55,4%, наименьшей влагоемкости (НВ) — 30,9%, влажности завядания — 5,83% и максимальной гигроскопичности — 3,93%. В гор. В2 (62-115 см) эти показатели имеют значения соответственно: 2,70 г/см³, 1,68 г/см³, 35,4%, 7,45% и 11,17%. В нижней части гор. В2 (примерно со 100 см) наблюдается легкое оглеение, выраженное железисто-марганцевыми включениями. По мнению Ф.Р. Зайдельмана (1989), это является характерным признаком начинающегося (начальная стадия) заболачивания.

Плотность почвы, порозность, максимальная гигроскопичность, ВЗ и НВ изменяются в почвенной толще от Ад до ВЗ в следующих пределах соответственно: 1,14-1,77 г/см³, 55,4-35,4%, 4,35-7,45%, 6,53-11,17% и 30,9-21,2%.

Дерново-подзолистая супесчаная почва опытного участка ВНИИ кормов в гор. Апах (0-25 см) представляет собой супесь буровато-серого цвета (вторгаются пятна из опесчаненных прослоек). Сложение довольно плотное, структура комковато-ореховатая. Гор. А2 (25-39 см) сложен супесью желтовато-серого цвета, структура пластинчато-ореховатая. Сложение плотное. Супесь подстилается песками: гор. В1 (39-60 см) — песок бурого цвета, плотноватого сложения и гор. В2 (60-100 см) — песок рыжего цвета рыхлого сложения. Основные свойства этой почвы — плотность почвы, МГ, НВ, ВЗ и общая порозность — изменяются в пределах профиля (от гор. Апах до В2) следующим образом: 1,5-1,7 г/см³, 2,38-1,68%, 19,7-7,6%, 5,4-2,4% и 43,2-36,6%.

Результаты исследования и их обсуждения.

Данные таблиц 1 и 2 свидетельствуют о том, что потери нитратного и аммиачного азота во всех вариантах обеих почв даже при внесении больших доз удобрений (240 кг/га в год) происходят в виде аммиачной или нитратной их форм, аналогичные данные получены и другими исследователями (Семенов и др., 2005). При внесении под травостой овсяницы луговой 180 кг/га азотных удобрений объем вынесенного инфильтрацией азота составил лишь 0,3-0,4% от внесенных удобрений.

Вымывание нитратного азота в заметных концентрациях наблюдается лишь во влажные годы из дерново-подзолистой супесчаной почвы и составляет 0,25 г/м² или 2,5 кг/га. Следует также отметить, что вынос азота в нитратной форме превалирует над его выносом в аммиачной форме практически при всех условиях опыта обеих почв за исключением влажных условий из дерново-подзолистой супесчаной почвы.

Потери калия заметно выше в осенние периоды, особенно если предшествующий вегетационный период отличается недостаточным увлажнением, а также и летом, если оно было влажным или избыточно влажным. При этом его потери из супесчаной разновидности заметно выше по сравнению с суглинистой.

При дробном внесении калия 120 кг/га в два приема, наибольшее вымывание его из супеси наблюдается при втором и четвертом отрастаниях растений, то есть спустя 30-60 дней после их подкормки. И все-таки общие размеры потерь калия незначительны. Если при оптимальном орошении (контроль) максимальное вымывание его с 1 га из супесчаной почвы при внесении аммиачной или нитратной формы удобрения составляло соответственно 11,2-7,7 кг, то в средние и во влажные годы потери практически оставались постоянными. По данным некоторых исследователей (Семенов и др., 2005), из почв с высокой сорбционной способностью потерь калия не наблюдается.

Таблица 1. Вымывание химических элементов из лизиметров с дерново-подзолистой супесчаной почвы (0-70 см) при разном увлажнении злакового травостоя и внесении N₂₄₀ на фоне P₉₀K₁₂₀
Table 1. Washing out of chemical elements from lysimeters from soddy-podzolic sandy loamy soil (0-70 cm) with different moistening of cereal herbage and application of N₂₄₀ against the background of P₉₀K₁₂₀

Вариант	Форма азота	Периоды наблюдений	Инфильтрат, л/м ²	Вымывание веществ, г/м ²				
				N-NO ₃	N-NH ₄	K ₂ O	Ca	Mg
Засушливый год	NH ₄	вегетационный	49	0,002	0,01	0,30	14,43	1,40
		осенне-весенний	134	Сл.	Сл.	0,82	23,76	1,50
		годовой цикл	183	0,002	0,01	1,12	38,19	2,90
	NO ₃	вегетационный	44	0,002	Сл.	0,11	6,10	0,43
		осенне-весенний	124	Сл.	Сл.	0,66	16,81	1,76
		годовой цикл	168	0,002	Сл.	0,77	22,91	2,91
Средний по увлажнению год	NH ₄	вегетационный	54	0,003	0,02	0,26	4,82	0,95
		осенне-весенний	142	Сл.	Сл.	0,85	33,76	2,26
		годовой цикл	196	0,003	0,02	1,11	38,58	3,21
	NO ₃	вегетационный	31	0,001	0,03	0,13	1,44	0,36
		осенне-весенний	154	Сл.	Сл.	0,78	9,84	0,88
		годовой цикл	185	0,001	0,03	0,91	11,28	1,24
Влажные условия	NH ₄	вегетационный	158	0,05	0,01	0,65	24,86	2,90
		осенне-весенний	252	Сл.	Сл.	0,52	21,56	3,18
		годовой цикл	410	0,05	0,01	1,17	46,42	6,08
	NO ₃	вегетационный	167	0,25	0,03	0,29	8,99	1,07
		осенне-весенний	278	Сл.	Сл.	0,34	15,11	0,51
		годовой цикл	445	0,25	0,03	0,63	24,10	1,58

Таблица 2. Вымывание элементов питания из лизиметров с дерново-подзолистой суглинистой почвы (0-70 см) при различном увлажнении злакового травостоя и внесении N₂₄₀ в разных формах
Table 2. Washing out of batteries from lysimeters from soddy-podzolic loamy soil (0-70 cm) with different moisture content of grass stand and application of N₂₄₀ in various forms

Увлажнение	Форма азота	Периоды наблюдений	Инфильтрат, л/м²	Вымывание, г/м²				
				NO₃	NH₄	K₂O	Ca	Mg
Полив при 0,7 НВ	NH₄	вегетационный	16	0,01	-	0,01	3,34	1,28
		осень	52	-	-	0,11	8,60	35,92
		зимне-весенний	144	-	-	Сл.	14,48	9,77
		годовой цикл	212	0,01	-	0,12	26,42	46,97
	NO₃	вегетационный	8	Сл.	0,01	Сл.	0,26	0,03
		осень	40	-	-	0,08	1,90	0,93
		зимне-весенний	140	-	-	Сл.	6,27	2,32
		годовой цикл	188	Сл.	0,01	0,08	8,43	3,28
Засушливые условия	NH₄	вегетационный	16	-	-	0,02	6,89	2,86
		осень	44	0,03	-	0,04	11,16	5,60
		зимне-весенний	132	-	-	Сл.	36,22	15,27
		годовой цикл	192	0,03	-	0,06	54,27	23,73
	NO₃	вегетационный	8	Сл.	-	0,01	0,23	0,12
		осень	40	0,04	-	0,05	4,91	1,82
		зимне-весенний	144	-	-	Сл.	14,80	6,25
		годовой цикл	192	0,04	-	0,06	19,94	8,19
Средний год	NH₄	вегетационный	28	0,01	-	0,02	8,00	3,39
		осень	52	0,04	-	0,05	16,85	7,79
		зимне-весенний	200	-	-	Сл.	30,48	14,02
		годовой цикл	280	0,05	-	0,07	55,33	25,20
	NO₃	вегетационный	36	0,01	-	0,01	0,57	0,23
		осень	52	0,06	0,02	0,06	5,85	1,50
		зимне-весенний	180	-	-	Сл.	11,45	4,36
		годовой цикл	268	0,07	0,02	0,07	17,87	6,09
Влажные условия	NH₄	вегетационный	148	0,06	-	0,03	14,36	1,64
		осень	104	-	-	0,10	17,57	8,34
		зимне-весенний	176	-	-	Сл.	18,79	7,41
		годовой цикл	428	0,06	-	0,13	50,72	17,39
	NO₃	вегетационный	120	0,06	0,01	0,04	8,89	2,29
		осень	100	-	-	0,08	6,06	3,04
		зимне-весенний	136	-	-	Сл.	6,23	2,94
		годовой цикл	356	0,06	0,01	0,12	21,18	8,27





Кальций и магний присутствуют в инфильтрате в значительно больших количествах, чем все другие элементы питания ($N+P_2O_5+K_2O$). В зависимости от условий увлажнения отмечается некоторая сезонная зависимость. Во влажные годы кальция вымывалось больше летом, чем в осенний и зимне-весенний периоды. А при оптимальном увлажнении (контроль) и в засушливые вегетационные периоды, наоборот, максимальные потери кальция происходят в период весеннего снеготаяния.

На вымывание кальция и магния влияет форма вносимого азотного удобрения. Так, при использовании аммиачного удобрения потери кальция и магния усиливаются из обеих почв в 2-4 и более раз.

Вымывание кальция и магния во влажные годы идет непрерывно от весны до зимы, и при этом их концентрация самая низкая (в 1,5-3 раза ниже) в сравнении с другими вариантами по увлажнению. В супесчаной почве наибольшие потери кальция и магния отмечены в первый год опыта, в суглинистой — во второй.

Отмеченные выше особенности вымывания за пределы 70 см основных элементов питания отразились на агрохимических показателях почвы. В сравнении с исходным состоянием их содержание уменьшилось в 1,5-2,0 раза, что связано с большим выносом этих элементов инфильтратом и урожаем. Возрастает кислотность пахотного горизонта: если в контроле (без азота) pH равнялось 6,1, то при внесении аммиачной формы удобрения, усиливающей вымывание Ca и Mg (особенно во влажные годы), pH составляло 5,5. При оптимальном увлажнении резких изменений pH не обнаружено.

По периодам года основная доля потерь кальция и магния из суглинистой почвы не пропорциональна сумме осадков, она лучше соответствует ходу инфильтрации и составляет 52% за вегетационный период и 36% за весенний. Из супесчаной почвы 58% общих потерь кальция и магния приходится на вегетационный, 17% — на осенний и 25% — на весенний периоды.

Выводы. Потери нитратного и аммиачного азота во всех вариантах обеих почв даже при внесении больших доз удобрений (240 кг/га в год) осуществляются в виде аммиачной или нитратной их форм.

Вымывание нитратного азота в заметных концентрациях наблюдается лишь во влажные

годы из дерново-подзолистой супесчаной почвы и составляет 0,25 г/м² или 2,5 кг/га. Вынос азота в нитратной форме превалирует над его выносом в аммиачной форме практически при всех условиях опыта обеих почв за исключением влажных условий из дерново-подзолистой супесчаной почвы. Потери калия заметно выше в осенние периоды, особенно если предшествующий вегетационный период отличается недостаточным увлажнением. При этом его потери из супесчаной почвы заметно выше по сравнению с суглинистой.

Кальций и магний присутствуют в инфильтрате значительно в больших количествах, чем все другие элементы питания, особенно суглинистой почвы. Во влажные годы кальция вымывается больше летом, чем в осенний и зимне-весенний периоды. В супесчаной почве наибольшие потери кальция и магния отмечены в первый год опыта, в суглинистой — во второй.

По периодам года основная доля потерь кальция и магния из суглинистой почвы не пропорциональна сумме осадков, она лучше соответствует ходу инфильтрации и составляет 52% за вегетационный период, 12 и 36% — за осенний и весенний периоды соответственно. Из супесчаной почвы 58% общих потерь кальция и магния приходится на вегетационный, 17% — на осенний и 25% — на весенний периоды.

Исследования проводили в лизиметрах Почвенного института им. В.В. Докучаева РАН (2005, 2006 гг., Муромцев Н.А.) и в лизиметрах-сборниках ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (2010-2013 гг., станция Луговая Московской области, Семенов Н.А.) с глубиной почвенного профиля 35 и 70 см. Полив почв лизиметров осуществляли при достижении содержания влаги в верхнем 0-30 см слое почв на уровне 0,7 НВ (наименьшей влагоемкости). Состав растительного покрова соответствовал таковому на опытных делянках и включал различные компоненты злаковых и бобовых культур с доминированием ежи сборной. В лизиметрах были представлены дерново-подзолистая суглинистая глубокоогуленная и дерново-подзолистая супесчаная почвы.

Список источников

1. Благоевский Г.В. Производство и использование кормов на комплексах Нечерноземья. М.: Россельхозиздат, 1978. 188 с.
2. Зайдельман Ф.Р. Гидрологический режим почв Нечерноземной зоны. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 328 с.

3. Коротков Б.И., Гречишников Н.Н. Ресурсосберегающие технологии создания и улучшения сенокосов и пастбищ: обзорная информация. М., 1990. 60 с.

4. Кулаковская Т.Н., Агит В.Ю. Влияние известкования и минеральных удобрений на вымывание элементов питания из почвы // Химия в сельском хозяйстве. 1978. № 9. С. 53-55.

5. Муромцев Н.А., Большаков В.А., Орлова Л.П. Режим влаги и химических веществ в пойме реки Москвы // Аграрная наука. 2000. № 7. С. 7-9.

6. Семенов Н.А., Муромцев Н.А. Особенности пищевого режима сеяных лугов фитоценозов на дерново-подзолистых почвах при орошении // Современные проблемы почвоведения / РАСХН. М., 2006. С. 347-356.

7. Семенов Н.А., Муромцев Н.А., Сабитов Г.А., Коротков Б.И. Лизиметрические исследования в луговодстве. М.: Аверс Пресс, 2005. 498 с.

8. Шишов Л.Л., Муромцев Н.А., Большаков В.А., Орлова Л.П. Исследование режима влаги и химических веществ в агроландшафтах южной тайги. М., 2001. 230 с.

References

1. Blagoveshchenskii, G.V. (1978). *Proizvodstvo i ispol'zovanie kormov na kompleksakh Nечernozem'ya* [Production and use of feed on complexes of the non-Chernozem region]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 188 p.
2. Zaidel'man, F.R. (1985). *Gidrologicheskii rezhim pochv Nечernozemnoi zony* [Hydrological regime of soils of the non-Chernozem zone]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 328 p.
3. Korotkov, B.I., Grechishnikov, N.N. (1990). *Resursosberegayushchie tekhnologii sozdaniya i uluchsheniya senokosov i pastbishch: obzornaya informatsiya* [Resource-saving technologies for creating and improving hayfields and pastures: review of information]. Moscow, 60 p.
4. Kulakovskaya, T.N., Agits, V.Yu. (1978). *Vliyaniye izvestkovaniya i mineral'nykh udobrenii na vymyvanie ehlementov pitaniya iz pochvy* [Influence of liming and mineral fertilizers on leaching of nutrition elements from the soil]. *Khimiya v sel'skom khozyaistve* [Chemistry in agriculture], no. 9, pp. 53-55.
5. Muromtsev, N.A., Bol'shakov, V.A., Orlova, L.P. (2000). *Rezhim vlazi i khimicheskikh veshchestv v poime reki Moskvy* [Regime of moisture and chemical substances in the flood-plain of the Moscow river]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 7, pp. 7-9.
6. Semenov, N.A., Muromtsev, N.A. (2006). *Osobennosti pishchevogo rezhima seyanykh lugov fitotsenozov na derno-vo-podzolistykh pochvakh pri oroshenii* [Features of the food regime of seed meadows of phytocenoses on sod-podzolic soils during irrigation]. *Sovremennyye problemy pochvovedeniya* [Modern problems of soil science]. Moscow, pp. 347-356.
7. Semenov, N.A., Muromtsev, N.A., Sabitov, G.A., Korotkov, B.I. (2005). *Lizimetricheskyye issledovaniya v lugovodstve* [Lysimetric research in meadow farming]. Moscow, Avers Press, 498 p.
8. Shishov, L.L., Muromtsev, N.A., Bol'shakov, V.A., Orlova, L.P. (2001). *Issledovanie rezhima vlazi i khimicheskikh veshchestv v agrolandshaftakh yuzhnoi taigi* [Research and regime of moisture and chemical substances in agricultural landscapes of the southern taiga]. Moscow, 230 p.

Информация об авторах:

Папаскири Тимур Валикович, доктор экономических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, врио ректора, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t_papaskiri@mail.ru

Пивень Елена Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент, Российский университет дружбы народов, stanislavpiven@mail.ru

Касьянов Александр Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6912-9078>, kasian@rgau-msha.ru

Кучер Дмитрий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, директор Департамента рационального природопользования, директор Научного центра исследований, комплексного проектирования и развития городского и сельского хозяйства, Российский университет дружбы народов, kucher-de@rudn.ru

Шевчук Артем Александрович, директор Центра цифровой трансформации, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4938-0193>, shevart@zemlguz.ru

Information about the authors:

Timur V. Papaskiri, doctor of economic sciences, candidate of agricultural sciences, professor, acting rector, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t_papaskiri@mail.ru

Elena A. Piven, candidate of medical sciences, associate professor, Peoples' Friendship University of Russia, stanislavpiven@mail.ru

Alexander E. Kasyanov, doctor of technical sciences, professor, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6912-9078>, kasian@rgau-msha.ru

Dmitry E. Kucher, candidate of technical sciences, associate professor, director of the Department of rational nature management, director of the Scientific center for research, integrated design and development of urban and agriculture, Peoples' Friendship University of Russia, kucher-de@rudn.ru

Artem A. Shevchuk, director of the Center for digital transformation, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4938-0193>, shevart@zemlguz.ru



Научная статья
УДК 627.8.04
doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_27

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА НИЖНЕЙ КУБАНИ

В.А. Волосухин, М.А. Бандурин, И.А. Приходько, Д.А. Александров

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия

Аннотация. Главной рекой Северного Кавказа бесспорно является река Кубань, которая практически полностью обеспечивает потребность в воде 4 региона России: Карачаево-Черкессию, Ставропольский край, Краснодарский край и Республику Адыгею. Протяженность р. Кубань составляет почти 900 км, из которых 660 км протекает по Краснодарскому краю. С 1930-х годов в Краснодарском крае и Республике Адыгея начинают создавать водохозяйственный комплекс, во главе которого строится Краснодарское водохранилище. Водохозяйственный комплекс Нижней Кубани включает 3 основных системы: Азовскую оросительную систему, площадью 7,1 тыс. га, строительство которой завершилось в 1979 г.; Темрюкскую правобережную оросительную систему, площадью 6,3 тыс. га, строительство которой завершилось в 1970 г.; Темрюкскую левобережную оросительную систему, площадью 6,2 тыс. га, строительство которой завершилось в 1969 г. За более чем 50-летний период эксплуатации и использования водных ресурсов для целей гидроэнергетики, водоснабжения, орошения, промышленности, рыбного хозяйства, жилищно-коммунального и сельского хозяйства в водохозяйственном комплексе Нижней Кубани образовался ряд проблем, связанных с изменением режима стока реки, что в конечном итоге привело к серьезным гидрологическим проблемам. В связи с вышеизложенным и беря во внимание высокий уровень сейсмичности Краснодарского края возникает необходимость мониторинга инженерной защиты от паводков с учетом возрастающих нагрузок на них. В связи с этим в статье выполнено имитационное моделирование при сбросе из Краснодарского водохранилища проектного расхода $Q=1500 \text{ м}^3/\text{с}$ в условиях неработающего Шапсугского водохранилища. Установлены уровни кривой свободной поверхности р. Кубань и Протока. Получены отметки превышения уровня воды над гребнем дамбы (берега) по р. Кубань и Протока. По результатам имитационного моделирования выявлены неблагоприятные явления на участках рек и даны рекомендации для повышения эффективности работы водохозяйственного комплекса Нижней Кубани.

Ключевые слова: имитационное моделирование, кривая свободной поверхности, режим стока реки, мониторинг, водохозяйственный комплекс

Благодарности: исследование выполнено при поддержке РФФИ и Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № 22-17-20001.

Original article

WAYS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THE WATER MANAGEMENT COMPLEX OF THE LOWER KUBAN

V.A. Volosukhin, M.A. Bandurin, I.A. Prihodko, D.A. Alexandrov

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. The main river of the North Caucasus is undoubtedly the Kuban River, which almost completely meets the water needs of four regions of Russia: Karachay-Cherkessia, Stavropol and Krasnodar territories and the Republic of Adygea. The length of the river The Kuban is almost 900 km long, of which 660 km flows through the Krasnodar territory. Since the 30s of the last century, in the Krasnodar territory and the Republic of Adygea, they began to create a water management complex, at the head of which the Krasnodar reservoir is being built. The water management complex of the Lower Kuban includes three main systems: the Azov irrigation system, with an area of 7.1 thousand hectares, the construction of which was completed in 1979, the Temryuk right-bank irrigation system, with an area of 6.3 thousand hectares, the construction of which was completed in 1970, the Temryuk left-bank irrigation system, with an area of 6.2 thousand hectares, the construction of which was completed in 1969. For more than 50 years of operation and use of water resources for the purposes of hydropower, water supply, irrigation, industry, fisheries, housing and communal and agriculture in the water management complex of the Lower Kuban, a number of problems have arisen associated with a change in the flow regime of the river, which ultimately led to serious hydrological problems. In connection with the foregoing and taking into account the high level of seismicity in the Krasnodar territory, it becomes necessary to monitor engineering protection against floods, taking into account the increasing loads on them. In this regard, the article simulated the discharge of the design flow $Q=1500 \text{ m}^3/\text{s}$ from the Krasnodar reservoir under the conditions of the idle Shapsug reservoir. The levels of the curve of the free surface of the river are established Kuban and Protoka. Marks of excess of the water level above the crest of the dam (shore) along the r. Kuban and Protoka. Based on the results of simulation modeling, unfavorable phenomena were identified in the sections of the rivers and recommendations were given to improve the efficiency of the water management complex of the Lower Kuban.

Keywords: simulation modeling, free surface curve, river flow regime, monitoring, water management complex

Acknowledgments: the research was carried out with the financial support of the Russian Foundation and the Kuban Science Foundation for Basic Research within the framework of the scientific project No. 22-17-20001.

Введение. В настоящей работе под Нижней Кубанью подразумевается р. Кубань (с дельтовым рукавом Протока) между створом плотины Краснодарского водохранилища и Темрюкским заливом Азовского моря [1].

Ландшафт современной дельты р. Кубань располагается по обоим бортам одноименной реки, простираясь в северном направлении до Кирпильского лимана. На западе и востоке он граничит с ландшафтом Азовской аккумулятивной аллювиально-морской слабонаклонной равниной (устье р. Протока) и ландшафтом Азово-Кубанской возвышенности аккумулятивно-

эрозионной пологоволнистой равнины, а на юге его условной границей являются р. Адагум и Сухой Аушедз, Варнавинское, Крюковское и Шапсугское водохранилища. Характерной сельскохозяйственной особенностью ландшафта является развитие на его площади рисосеяния: практически вся территория — сплошные рисовые чеки, ограниченные оросительными каналами [2, 3].

Пойма р. Кубань имеет два уступа: низкий — 0,7-0,8 м и высокий — 1,5-3,0 м. Эти уступы хорошо прослеживаются на всем протяжении от г. Краснодар до станции Марьянская, ниже

которой они переходят в пространство заболоченных плавней дельты р. Кубань [4, 5].

Низкая пойма обычно развита на выпуклых сторонах излучин реки в виде отмелей или намытых островков. Вторая и третья надпойменные террасы имеют сравнительно малое распространение в пределах исследованной площади. На второй террасе расположен г. Краснодар, станции Елизаветинская и Марьянская [6].

Территория Нижней Кубани и прилегающая акватория Азовского моря характеризуются умеренно-континентальным, мягким климатом, с короткой зимой и продолжительным жарким летом [7].



Распределение среднего годового количества осадков в бассейне Нижней Кубани увеличивается с запада на восток от 416-459 мм (г. Темрюк) до 587-623 мм (г. Краснодар).

Нынешняя дельта Кубани не похожа на ту, которая существовала во времена Страбона (64-24 гг. до н.э.) и Геродота (484-425 гг. до н.э.), упоминающих эти места в своих работах (рис. 1).

В XIX столетии половина стока Кубани шла через Бугазский рукав в Кизилташский лиман и далее в Черное море; в то время р. Кубань впадала в два моря — Азовское и Черное. В настоящее время р. Кубань принадлежит бассейну Азовского моря [8]. Питание смешанное: на долю дождевого приходится 38% годового стока, грунтового — 36%, ледниково-снегового — 26%.

Материал и методика исследований. Первые наблюдения за уровнем воды р. Кубань были организованы в 1881 г. у г. Краснодар и продолжались около года. Регулярные наблюдения за уровнем воды начаты в 1903 г. у г. Краснодар

и продолжают до настоящего времени. Период 1903-1948 гг. считается периодом естественного режима реки. В период 1949-1966 гг. вводятся в эксплуатацию Невиномысский канал, Тишкское и Шапсугское водохранилища; с 1967 по 1972 гг. — ввод в эксплуатацию Большого Ставропольского канала и Федоровского гидроузла, Варнавинского и Крюковского водохранилищ. С 1975 г. и по настоящее время — период регулирования стока Краснодарским водохранилищем [9, 10].

В пределах дельты на территории бывших Приазовских плавней построены рисовые оросительные системы: ПАОС, Темрюкская правобережная, Азовская и Черноерковская. Федоровский гидроузел (1967 г.) обеспечивает командование горизонтов в магистральные каналы Кубанской, Федоровской, Марьяно-Чембургольской и Понуро-Калининской систем. Общая площадь мелиоративных систем — около 80 тыс. га [11, 12].



Рисунок 1. Исторические схемы развития дельты р. Кубань: 1 — около 2000 лет назад; 2 — около 1000 лет назад; 3 — на 1775 г.; 4 — современный вид
Figure 1. Historical patterns of development of the delta of the river Kuban: 1 — about 2000 years ago; 2 — about 1000 years ago; 3 — for 1775; 4 — modern look



Рисунок 2. Космоснимок наиболее значимых гидротехнических сооружений Нижней Кубани
Figure 2. Satellite image of the most significant hydraulic structures in the Lower Kuban

Таблица 1. Уровни кривой свободной поверхности р. Кубань
Table 1. Levels of the curve of the free surface of the river Kuban

Наименование сооружений на р. Кубань	№ створа	Расстояние от створа Краснодарского гидроузла, км	Участок на расчетной схеме по р. Кубань	Расчетные расходы по участкам, м ³ /с	Уровни воды в створах, м
КГУ	1	0	I-II	1500	21.69
	2	1.5			21.56
	8	10.3			20.90
	11	15.3			20.49
	12	22.3			19.92
	15	29			19.50
	18	31.1			19.41
	19	40			18.80
	20	45.5			18.42
	23	49.3			18.28
Шапсугское водохранилище	26	51.4	II-III	1860	18.15
	28	55.6			17.84
	29	59.2			17.56
	31	70.8			16.50
	33	74.4			16.04
	36	88.8			14.28
	39	92.4			13.77
	41	93.5			13.57
	47	93.7			13.21
	49	93.9			13.50
ФГУ	51	96.7	III-IV	1860	13.36
		106.43			12.80
	61	116.16			11.98
	63	122.15			11.38
	65	124.35			11.16
		126.15			11.13
		126.4			11.07
	66	126.82			11.08
		127.02	IV-V	1042	11.02
		129.4			11.03
Водо-забор ПАОС	68	130.15	V-VI	1042	11.04
	70	134.85			10.81
	73	139.45			10.36
	77	145.65			9.98
		151.35			9.88
	82	155.1			9.77
Водо-забор ККОС	85	160.95	VI-VII	1042	9.41
	87	166.05			9.11
	88	168.75			8.96
	95	181.75			8.34
		190.3			7.81
	103	194.75			7.76
	104	196.35			7.74
	113	211.35	VII-VIII	1382	6.51
	114	212.65			6.43
	115	214.65			6.19
	119	220.75			5.57
	121	225.25			5.28
	124	230.15			4.81
	127	234.45			3.95
Варнавинский сбросной канал	131	242.05			1.56
	устье	24			-0.32



Рисунок 3. Схема расположения ГТС на Нижней Кубани
Figure 3. Layout of the GTS in the Lower Kuban



Рисунок 4. Схема наблюдательной сети за водопользователями поверхностных водных ресурсов Нижней Кубани
Figure 4. Scheme of the observation network for water users of surface water resources in the Lower Kuban

Таблица 2. Уровни кривой свободной поверхности р. Протока
Table 2. Levels of the curve of the free surface of the river Protoka

№ створа	Расстояние от створа, ниже Тиховского гидроузла, км	Участок на расчетной схеме по р. Протока	Расчетные расходы по участкам, м³/с	Уровни воды в створах, м
1	0	IV-IX	818	10.13
3	3.6			9.90
4	6.4			9.71
5	8.3			9.62
8	12.7			9.35
9	14.6			9.29
10	16.1			9.21
11	17.5			9.15
14	23.7			8.90
16	28			8.78
17	29.6	IX-X	818	8.68
19	32.9			8.47
20	34.3			8.41
22	38.5			8.06
25	43.3			7.72
27	47.6			7.47
28	49.5			7.34
31	54.8			6.98
34	59.8			6.76
37	64.7	X-XI	818	6.56
38	66.6			6.50
39	68.4			6.45
40	69.5			6.40
42	73.1			6.20
43	74.8			6.10
45	78.6			5.86
47	82.7			5.60
48	84.9			5.48
49	87			5.36
50	88.7			5.27
52	91.9			5.13
53	93.5			5.05
54	95.6			4.81
55	97.9			4.65
56	99.9			4.55
58	103.4			4.39
59	105.5			4.26
60	107.5			4.15
61	109.5			3.96
64	115.8			3.26
65	118.2			2.99
66	119.5			2.88
67	121.2			2.68
68	123.1			2.50
69	125.2			2.25
70	126.9			2.02
71	128.9			1.66
72	129.9			1.34
устье	132.3			-0.32



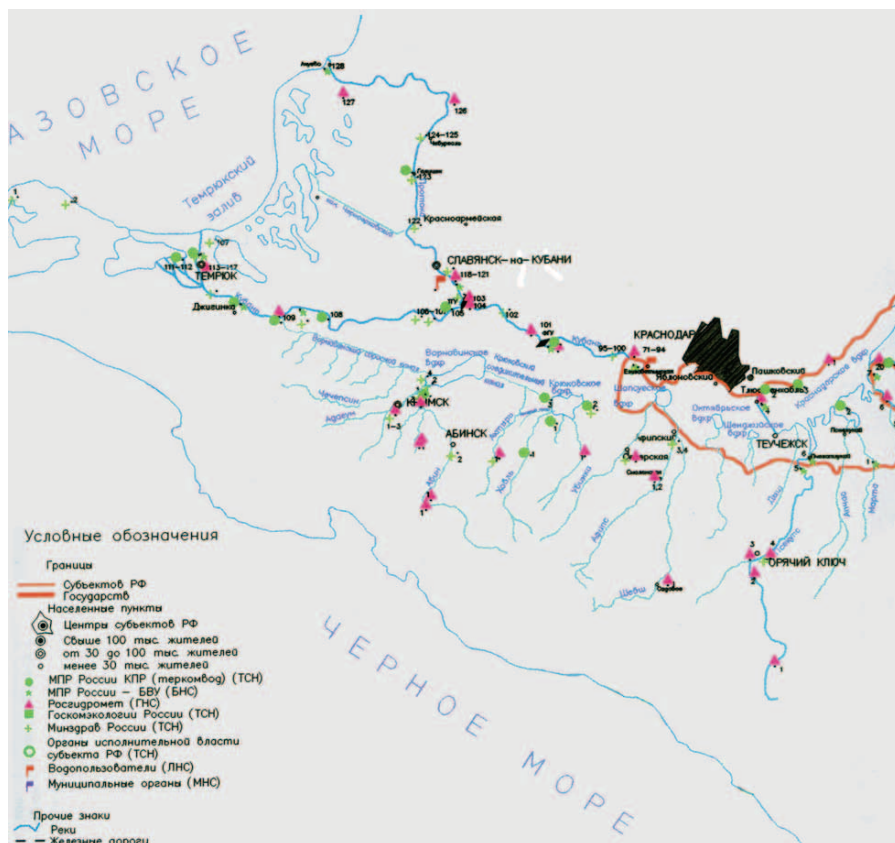


Рисунок 5. Схема действующей наблюдательной сети за состоянием поверхностных водных объектов Нижней Кубани

Figure 5. Scheme of the current observation network for the state of surface water bodies in the Lower Kuban

Для перераспределения стока между р. Кубань и рукавом Протока предназначен недавно построенный Тиховский гидроузел.

Основные гидротехнические сооружения, а также наблюдательные сети за состоянием поверхностных водных ресурсов Нижней Кубани показаны на рисунках 2-5 [13, 14].

Эффективность инженерной защиты от паводков во многом зависит от технического состояния противопаводковой системы Нижней Кубани. Имитационное математическое моделирование позволяет определить те участки системы, которые требуют первоочередного вложения средств [15, 16].

Результаты и их обсуждение. Имитационное моделирование при сбросе из Краснодарского водохранилища проектного расхода $Q=1500 \text{ м}^3/\text{с}$ в условиях неработающего Шапсугского водохранилища показали [17, 18] уровни кривой свободной поверхности для р. Кубань и Протока (табл. 1, 2).

Превышение уровня воды над гребнем дамбы (берега) для р. Кубань и Протока показаны в таблицах 3, 4.

Превышение уровня воды над гребнем дамбы (берега) по р. Кубань и Протока в условиях неработающего Шапсугского водохранилища в графическом виде показаны на рисунках 6 и 7 [19, 20].

Выводы. Вывод из эксплуатации в 2002 г. Шапсугского водохранилища (1952 г.) существенно снизил надежность противопаводковой системы Нижней Кубани.

Результаты имитационного моделирования показывают, что в условиях неработающего Шапсугского водохранилища недопустимы летние расходы через Краснодарский гидроузел $1500 \text{ м}^3/\text{с}$ с водозабором $230 \text{ м}^3/\text{с}$ в створе Федо-

ровского гидроузла. На устьевую часть р. Кубань существенное влияние оказывают сбросы паводковых вод левобережных рек, которые трансформируются в Крюковском и Варнавинском водохранилищах и поступают по Варнавинскому сбросу, что требует перераспределения паводковых расходов р. Кубань в створе Тиховского гидроузла с увеличением подачи в р. Протока.

Из результатов имитационного моделирования следует, что в условиях неработающего Шапсугского водохранилища заторные явления наиболее опасны для двух расчетных участков — от Шапсугского водохранилища до Федоровского гидроузла и от Федоровского гидроузла до Тиховского гидроузла.

Наиболее опасными являются зимние паводки Закубанских рек, регулируемые Шапсугским водохранилищем. Необходима его срочная реконструкция с увеличенной противопаводочной емкостью. При наличии заторов в зимне-весенний период уровень воды на 10-80 см выше, чем у паводков тех же значений без влияния заторов.

Расчеты на ветровой нагон со стороны Азовского моря показывают, что он существенно влияет как на уровни, так и на расходы в р. Кубань и Протока. Чем меньше расходы по р. Кубань, тем больше влияние ветрового нагона.

Критериальные значения диагностических показателей дамб обвалования Нижней Кубани количественно различны до, в период и после прохождения паводка. Устойчивость верхового и низового откосов дамб обвалования существенно снижается с учетом роста сейсмичности (с 6 до 8 баллов). Результаты имитационного моделирования длительно эксплуатирующихся дамб обвалования р. Кубань и Протока, а также дамб Варнавинского, Крюковского, Шапсугского

Таблица 3. Превышение уровня воды над гребнем дамбы (берега) по р. Кубань

Table 3. The excess of the water level above the crest of the dam (bank) along the river Kuban

№ створа	Минимальная отметка дамбы (берега), м	Превышение уровня воды над гребнем дамбы (берега), м
1	24.84	-3.15
2	24.28	-2.72
8	23.82	-2.92
11	21.87	-1.38
12	19.47	0.45
15	20.93	-1.43
18	20.43	-1.02
19	19.74	-0.94
20	19.94	-1.52
23	18.93	-0.65
26	18.58	-0.43
28	17.92	-0.08
29	15.13	2.43
31	16.7	-0.2
33	16.97	-0.93
36	15.23	-0.95
39	14.13	-0.36
41	15	-1.43
47	15.5	-2.29
49	15	-1.5
51	14.32	-0.96
61	12.38	-0.4
63	11.39	-0.01
65	12.02	-0.86
	11	0.13
	11	0.07
66	15	-3.98
	11	0.03
68	11.36	-0.32
70	10.61	0.2
73	10.28	0.08
77	8.66	1.32
	9	0.88
82	8.46	1.31
85	8	1.41
87	7.92	1.19
88	7.33	1.63
103	5.58	2.18
104	5.6	2.14
113	3.61	2.9
114	3.69	2.74
115	3.71	2.48
119	3.15	2.42
121	2.66	2.62
124	2.37	2.44
127	6.8	-2.85
131	0.21	1.35
устье	0.21	-0.53

водохранилищ, дамб обвалования р. Псекупс свидетельствуют, что в достаточно большом количестве створов в период прохождения паводка их устойчивость не обеспечена. Положение усугубляется тем, что вдоль дамб обвалования в целом ряде случаев не работают дренажи.

На основании имитационного математического моделирования и экспериментальных исследований в натурных условиях установлены эмпирические зависимости профилиформирующих параметров гибких дамб для монтажного случая, отвечающие условиям устойчивой работы сооружения на сдвиг и опрокидывание от внешних воздействий.



Таблица 4. Превышение уровня воды над гребнем дамбы (берега) по р. Протока
Table 4. The excess of water level above the crest of the dam (bank) along the river Protoka

№ створа	Минимальная отметка дамбы (берега), м	Превышение уровня воды над гребнем дамбы (берега), м
1	10.86	-0.73
3	10.88	-0.98
4	10.53	-0.82
5	10.19	-0.57
8	10.25	-0.9
9	9.82	-0.53
10	10.09	-0.88
11	9.79	-0.64
14	9.55	-0.65
16	9.39	-0.61
17	9.17	-0.49
19	8.84	-0.37
20	9.01	-0.6
22	8.13	-0.07
25	7.78	-0.06
27	7.61	-0.14
28	7.38	-0.04
31	7.38	-0.4
34	6.57	0.19
37	6.42	0.14
38	6.2	0.3
39	6.47	-0.02
40	5.74	0.66
42	5.77	0.43
43	5.57	0.53
45	5.3	0.56
47	4.62	0.98
48	4.86	0.62
49	4.57	0.79
50	4.82	0.45
52	4.04	1.09
53	4.4	0.65
54	3.05	1.76
55	2.7	1.95
56	2.58	1.97
58	2.19	2.2
59	2.94	1.32
60	3.28	0.87
61	1.89	2.07
64	1.36	1.9
65	1.2	1.79
66	1.01	1.87
67	0.99	1.69
68	0.82	1.68
69	0.64	1.61
70	0.39	1.63
71	0.15	1.51
72	0.54	0.8
устье	0.54	-0.86

Достоверность сделанных выводов и обоснованность рекомендаций обусловлены использованием современных лабораторных и натурных методик исследования дамб с использованием метрологически аттестованного оборудования, методов математического моделирования со статистической оценкой полученных результатов, сравнением полученных результатов численного эксперимента с натурными данными и сопоставлением полученных данных с результатами других авторов.

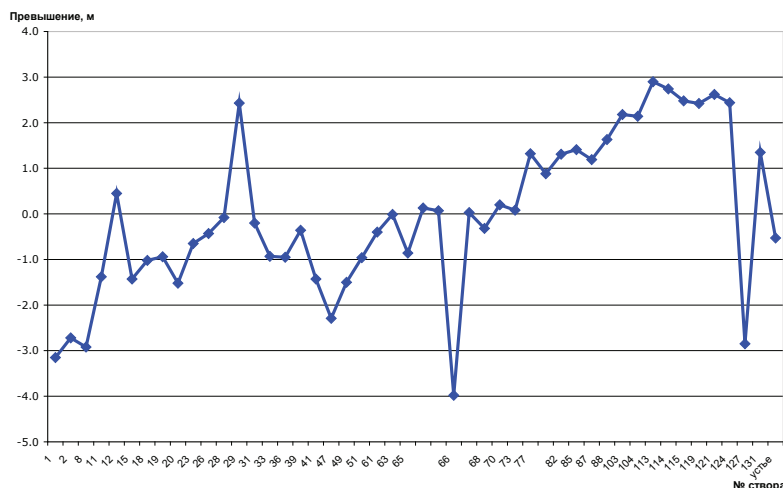


Рисунок 6. Превышение уровня воды над гребнем дамбы (берега) по р. Кубань в условиях неработающего Шапсугского водохранилища
Figure 6. Exceeding the water level above the crest of the dam (bank) along the river Kuban in the conditions of a non-working Shapsug reservoir

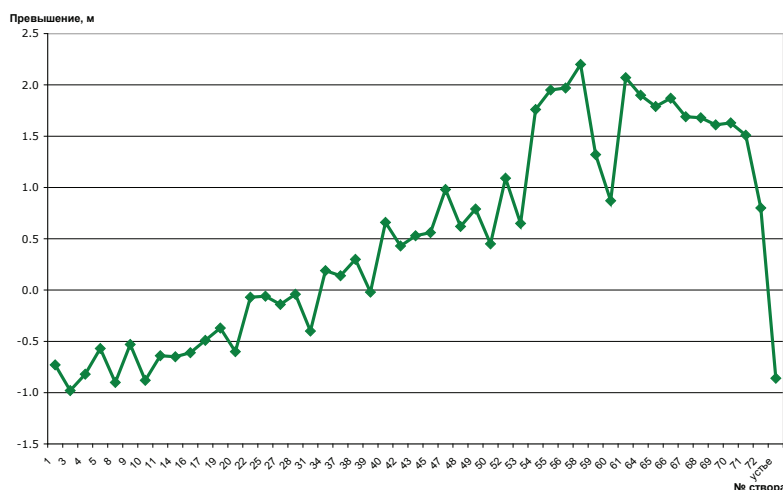


Рисунок 7. Превышение уровня воды над гребнем дамбы (берега) по р. Протока в условиях неработающего Шапсугского водохранилища
Figure 7. Exceeding the water level above the crest of the dam (bank) along the river Protoka in the conditions of a non-working Shapsug reservoir

Список источников

- Дубенок Н.Н., Бенин Д.М., Мочунова Н.А. Роль Института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова в становлении и развитии мелиорации страны // Природообустройство. 2020. № 5. С. 6-17.
- Кузнецов Е.В., Хаджи А.Е., Приходько И.А. Способ подготовки почвы к посеву риса в паровом поле рисового севооборота // Патент № 2457650 С1 Российская Федерация, МПК А01В 79/02, А01G 16/00. № 2010153809/13: заявл. 27.12.2010; опубл. 10.08.2012; заявитель Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». 6 с.
- Юрченко И.Ф. Информационные технологии и организация информационных ресурсов управления агроэкосистемами: прошлое, настоящее, будущее // Modern Science. 2019. № 12-2. С. 13-16.
- Safronova, T.I., Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A., Sergeyev, A.E. (2020). Optimization problem in mathematical modeling of technological processes of economic activity on rice irrigation systems. E3S Web of Conferences: 8, Rostov-on-Don, August 19-30, 2020. Rostov-on-Don, p. 05014. doi: 10.1051/e3sconf/202021005014
- Чеботарев М.И., Приходько И.А. Способ мелиорации почвы рисовой оросительной системы к посеву риса // Патент № 2482663 С2 Российская Федерация, МПК А01G 16/00.: № 2011123829/13: заявл. 10.06.2011; опубл. 27.05.2013; заявитель Федерального государственного об-

разовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». 6 с.

- Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A., Safronova, T.I., Chebanova, E.F. (2020). Water regime formation of river basins in the delta zone on the example of the Azov region. E3S Web of Conferences: 13, Rostov-on-Don, February 26-28, 2020. Rostov-on-Don, p. 12010. doi: 10.1051/e3sconf/202017512010

- Юрченко И.Ф. Технологии прецизионного управления мелиоративно-водохозяйственного комплекса: сборник научных трудов. М., 2020. С. 222-233.

- Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A., Verbitsky, A.Y. (2019). Justification of rice watering methods and crop cultures. Journal of Agriculture and Environment, no. 1 (9), p. 15. doi: 10.23649/jae.2019.1.9.15

- Кружilin И.П., Ганиев М.А., Кузнецова Н.В., Родин К.А. Водопотребление риса и удельные затраты на формирование урожая зерна при разных способах полива // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 108-117.

- Кружilin И.П., Ганиев М.А., Родин К.А., Кузнецова Н.В. Меньше водозатратная и экологически предпочтительная технология орошения риса периодическими поливами // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 2 (54). С. 49-55.





11. Bandurin, M.A., Volosukhin, V.A., Vanzha, V.V. (2018). Technology for water economy monitoring of technical state of closed drainage on irrigation systems. *Materials Science Forum*, vol. 931, pp. 214-218.
12. Юрченко И.Ф. Планово-предупредительные мероприятия повышения надежности мелиоративных объектов // Природообустройство. 2017. № 1. С. 73-79.
13. Volosukhin, V.A., Bandurin, M.A., Vanzha, V.V., Mikheev, A.V., Volosukhin, Y.V. (2018). Numerical analysis of static strength for different damages of hydraulic structures when changing stressed and strained state. *Journal of Physics: Conference Series: International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 — Enterprise Information Systems*. Tomsk, Institute of Physics Publishing, p. 042061.
14. Солoduнов А.А., Бандурин М.А. Вопросы безопасной эксплуатации внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник тезисов по материалам Всероссийской (национальной) конференции / отв. за выпуск А.Г. Кошаев. 2019. С. 492-493.
15. Волосухин В.А., Бандурин М.А. Необходимость многофакторной диагностики Донской шлюзованной системы в условиях роста дефицита водных ресурсов и безопасности сооружений // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2017. Т. 9. № 2. С. 346-354.
16. Дьяченко В.Б., Бандурин М.А. Мониторинг длительно эксплуатируемых мелиоративных систем с помощью неразрушающих методов диагностики // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2009. № 21. С. 169-171.
17. Карпенко Н.П., Юрченко И.Ф. Теоретическое обоснование структуры классификатора критериев безопасности ГТС мелиоративного водохозяйственного комплекса // Природообустройство. 2015. № 1. С. 12-15.
18. Bandurin, M.A., Rudenko, A.A., Bandurina, I.P., Prihodko, I.A. (2022). Reducing the anthropogenic impact of natural risks on small rivers in the south of Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. "International Science and Technology Conference "Earth Science", ISTC EarthScience 2022 — Chapter 3*, p. 042037.
19. Bandurin, M.A., Yurchenko, I.F., Bandurina, I.P. (2019). Computer technology to assess the capacity reserve of the irrigation facilities of the agro-industrial complex. *2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019*, p. 8933970.
20. Safronova, T.I., Degtyareva, O.G., Vladimirov, S.A., Prihodko, I.A. (2018). Price characteristics of the project to construct the precipitation runoff system regulation. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 9, no. 6, pp. 1845-1852.
2. Kuznetsov, E.V., Khadzidzi, A.E., Prihodko, I.A. (2012). *Sposob podgotovki pochvy k posedu risa v parovom pole risovogo sevooborota* [Method of soil preparation for sowing rice in a fallow field of rice crop rotation]. Applicant and patentee Kuban GAU. No. 2010153809/13; app. 12/27/2010; publ. 10.08.2012, 6 p.
3. Yurchenko, I.F. (2019). Informatsionnye tekhnologii i organizatsiya informatsionnykh resursov upravleniya agroekosistemami: proshloe, nastoyashchee, budushchee [Information technology and organization of information resources for agroecosystem management: past, present, future]. *Modern Science*, no. 12-2, pp. 13-16.
4. Safronova, T.I., Vladimirov, S.A., Prihodko, I.A., Sergeyev, A.E. (2020). *Optimization problem in mathematical modeling of technological processes of economic activity on rice irrigation systems*. E3S Web of Conferences: 8, Rostov-on-Don, August 19-30, 2 020. Rostov-on-Don, p. 05014. doi: 10.1051/e3sconf/202021005014
5. Chebotarev, M.I., Prihodko, I.A. (2013). *Sposob melioratsii pochvy risovoi orositel'noi sistemy k posedu risa* [The method of soil reclamation of the rice irrigation system for sowing rice]. Applicant and patentee Kuban GAU. No. 2011123829/13; app. 06/10/2011; publ. 05.27.2013, 6 p.
6. Vladimirov, S.A., Prihodko, I.A., Safronova, T.I., Chebanova, E.F. (2020). *Water regime formation of river basins in the delta zone on the example of the Azov region*. E3S Web of Conferences: 13, Rostov-on-Don, February 26-28, 2020. Rostov-on-Don, p. 12010. doi: 10.1051/e3sconf/202017512010
7. Yurchenko, I.F. (2020). Tekhnologii pretsizionnogo upravleniya meliorativnym rezhimom agroekosistem [Technologies for precision management of the reclamation regime of agroecosystems]. V *sbornike: Nauchno-metodicheskoe obespechenie razvitiya meliorativno-vodokhozyaystvennogo kompleksa: sbornik nauchnykh trudov* [In the collection: Scientific and methodological support for the development of a reclamation and water management complex. Collection of scientific papers]. Moscow, pp. 222-233.
8. Vladimirov, S.A., Prihodko, I.A., Verbitsky, A.Y. (2019). Justification of rice watering methods and crop cultures. *Journal of Agriculture and Environment*, no. 1 (9), p. 15. doi: 10.23649/jae.2019.1.9.15
9. Kruzhilin, I.P., Ganiev, M.A., Kuznetsova, N.V., Rodin, K.A. (2018). *Vodopotrebleniye risa i udel'nye zatraty na formirovaniye urozhaya zerna pri raznykh sposobakh poliva* [Rice water consumption and unit costs for grain yield formation with different irrigation methods]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: Science and higher vocational education], no. 1 (49), pp. 108-117.
10. Kruzhilin, I.P., Ganiev, M.A., Rodin, K.A., Kuznetsova, N.V. (2019). *Menee vodozatrata i ekologicheskiy predpochtitel'naya tekhnologiya orosheniya risa periodicheskimi polivami* [Less water-intensive and environmentally preferable technology for irrigating rice with periodic irrigation]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: Science and higher vocational education], no. 2 (54), pp. 49-55.
11. Bandurin, M.A., Volosukhin, V.A., Vanzha, V.V. (2018). Technology for water economy monitoring of technical state of closed drainage on irrigation systems. *Materials Science Forum*, vol. 931, pp. 214-218.
12. Yurchenko, I.F. (2017). Planovo-predupreditel'nye meropriyatiya povysheniya nadezhnosti meliorativnykh ob'ektov [Scheduled preventive measures to improve the reliability of land reclamation facilities]. *Prirodobuystroystvo* [Environmental engineering], no. 1, pp. 73-79.
13. Volosukhin, V.A., Bandurin, M.A., Vanzha, V.V., Mikheev, A.V., Volosukhin, Y.V. (2018). Numerical analysis of static strength for different damages of hydraulic structures when changing stressed and strained state. *Journal of Physics: Conference Series: International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 — Enterprise Information Systems*. Tomsk, Institute of Physics Publishing, p. 042061.
14. Solodunov, A.A., Bandurin, M.A. (2019). Voprosy bezopasnoi ekspluatatsii vnutrikhozyaystvennoi seti risovykh orositel'nykh sistem [Issues of safe operation of the on-farm network of rice irrigation systems]. *Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sbornik tezisov po materialam Vserossiiskoi (natsional'noi) konferentsii* [Scientific support of the agro-industrial complex. Collection of abstracts based on the materials of the All-Russian (national) conference], pp. 492-493.
15. Volosukhin, V.A., Bandurin, M.A. (2017). Neobkhodimost' mnogofaktornoi diagnostiki Donskoi shlyuzovannoi sistemy v usloviyakh rosta defitsita vodnykh resursov i bezopasnosti sooruzhenii [The need for multifactorial diagnostics of the Donskoy sluice system in the conditions of growing water resources deficit and the safety of facilities]. *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S.O. Makarova*, vol. 9, no. 2, pp. 346-354.
16. D'yachenko, V.B., Bandurin, M.A. (2009). Monitoring dlitel'noy ekspluatatsii meliorativnykh sistem s pomoshch'yu nerazrushayushchikh metodov diagnostiki [Monitoring of long-term operated reclamation systems using non-destructive diagnostic methods]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 21, pp. 169-171.
17. Karpenko, N.P., Yurchenko, I.F. (2015). Teoreticheskoe obosnovaniye struktury klassifikatora kriteriev bezopasnosti GTS meliorativnogo vodokhozyaystvennogo kompleksa [Theoretical substantiation of the structure of the classifier of safety criteria for hydraulic structures of the reclamation water management complex]. *Prirodobuystroystvo* [Environmental engineering], no. 1, pp. 12-15.
18. Bandurin, M.A., Rudenko, A.A., Bandurina, I.P., Prihodko, I.A. (2022). Reducing the anthropogenic impact of natural risks on small rivers in the south of Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. "International Science and Technology Conference "Earth Science", ISTC EarthScience 2022 — Chapter 3*, p. 042037.
19. Bandurin, M.A., Yurchenko, I.F., Bandurina, I.P. (2019). Computer technology to assess the capacity reserve of the irrigation facilities of the agro-industrial complex. *2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019*, p. 8933970.
20. Safronova, T.I., Degtyareva, O.G., Vladimirov, S.A., Prihodko, I.A. (2018). Price characteristics of the project to construct the precipitation runoff system regulation. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 9, no. 6, pp. 1845-1852.

References

1. Dubenok, N.N., Benin, D.M., Mochunova, N.A. (2020). Rol' Instituta melioratsii, vodnogo khozyaistva i stroitel'stva imeni A.N. Kostyakova v stanovlenii i razviti melioratsii strany [The role of the Institute of Land Reclamation and Water Resources and Construction named after A.N. Kostyakova in the formation and development of land reclamation of the country]. *Prirodobuystroystvo* [Environmental engineering], no. 5, pp. 6-17.

Информация об авторах:

- Волосухин Виктор Алексеевич**, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор кафедры сопротивления материалов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9029-7802>, director@ibgts.ru
- Бандурин Михаил Александрович**, доктор технических наук, доцент, Заслуженный изобретатель Российской Федерации, декан факультета гидромелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, chepura@mail.ru
- Приходько Игорь Александрович**, кандидат технических наук, доцент, исполняющий обязанности заведующего кафедрой строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prihodkoigor2012@yandex.ru
- Александров Даниил Александрович**, обучающийся 2 курса бакалавриата факультета гидромелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0937-7109>, dankaman@yandex.ru

Information about the authors:

- Viktor A. Volosukhin**, doctor of technical sciences, professor, Honored worker of science of the Russian Federation, Honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, professor of the department of strength of materials, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9029-7802>, director@ibgts.ru
- Mikhail A. Bandurin**, doctor of technical sciences, associate professor, Honored inventor of the Russian Federation, dean of the faculty of hydromelioration, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, chepura@mail.ru
- Igor A. Prihodko**, candidate of technical sciences, associate professor, acting head of the department of construction and operation of water facilities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prihodkoigor2012@yandex.ru
- Daniil A. Alexandrov**, 2th year undergraduate student of the faculty of hydromelioration, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0937-7109>, dankaman@yandex.ru



Научная статья
УДК 338.43
doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_33

РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Волкова, Н.О. Смолянинова

Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Благовещенск, Россия

Аннотация. В статье на основе собранных статистических данных технологического развития растениеводства в разрезе муниципальных образований Амурской области (урожайность, посевные площади и валовый сбор) проведена рейтинговая оценка технологической эффективности с использованием методического подхода расчета Индекса технологической эффективности за исследуемый период с 2010 по 2021 гг. В результате проведенного исследования каждому муниципальному образованию Амурской области в разрезе основных агроклиматических зон был присвоен рейтинг, рассчитанный в статистике и в динамике по основным сельскохозяйственным культурам, возделываемым в Амурской области. Полученные данные позволили выделить основные районы-лидеры по технологической эффективности производства продукции растениеводства в разрезе основных агроклиматических зон региона (южной, центральной, северной). Отмечено, что систематическое определение технологической эффективности производства продукции растениеводства позволяет выявлять муниципальные образования с имеющимся резервом повышения эффективности. Универсальность подхода по определению технологической эффективности позволяет применять его в разрезе различных территорий и применительно ко всем сельскохозяйственным культурам. При правильном и своевременном расчете технологической эффективности возможно принимать управленческие решения не только на долгосрочный период, но быстро реагировать на изменения внешней среды.

Ключевые слова: эффективность, производство, растениеводство, индексный метод, рейтинговая оценка, потенциал роста

Original article

RATING ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF CROP PRODUCTION IN THE AMUR REGION

E.A. Volkova, N.O. Smolyaninova

Federal Research Center «All-Russian Scientific Research Institute of Soybean»,
Blagoveshchensk, Russia

Abstract. In the article, based on the collected statistical data on the technological development of crop production in the context of municipalities of the Amur region (yield, acreage and gross harvest), a rating assessment of technological efficiency was carried out using a methodological approach to calculating the Technological Efficiency Index for the period under study from 2010 to 2021. As a result of the study, each municipality of the Amur region in the context of the main agro-climatic zones was assigned a rating calculated in statistics and dynamics in the Amur region. The data obtained made it possible to identify the main regions-leaders in technological efficiency of crop production in the context of the main agro-climatic zones of the region (southern, central, northern). It is noted that the systematic determination of the technological efficiency of crop production makes it possible to identify municipalities with an existing reserve of efficiency improvement. The universality of the approach to determining technological efficiency allows it to be applied in the context of various territories and in relation to all agricultural crops. With the correct and timely calculation of technological efficiency, it is possible to make management decisions not only for the long term, but also to respond quickly to changes in the external environment.

Keywords: efficiency, production, crop production, index method, rating assessment, growth potential

Введение. Для оценки эффективности отрасли растениеводства в целом используется показатель валовой продукции в текущих и сопоставимых ценах. Кроме того, основным показателем технологической эффективности в растениеводстве является урожайность культуры. Валовая продукция в сопоставимых ценах с единицы площади используется для определения технологической эффективности, а в фактических ценах — для определения экономической эффективности производства.

Сопоставление общих затрат на отрасль растениеводства с выходом валовой продукции является основным показателем оценки системы земледелия в конкретном регионе.

При оценке эффективности выращивания отдельных сельскохозяйственных культур учитывается качество продукции, которое оказывает влияние на цену реализации продукции.

В растениеводстве важным фактором повышения эффективности производства является выбор агротехники, максимально адаптированной к местным условиям и способной обеспечить полную реализацию генетических возможностей растений. К ее элементам относятся,

прежде всего, высокое качество посевного материала и выбор эффективного сорта, разработка системы удобрений, защиты растений от вредителей и болезней, а также соблюдение определенного режима ухода за посевами [3].

Технологическая эффективность характеризует использование ресурсов производства и оказания услуг и применяется для оценки собственно процесса производства, переработки, транспортировки и хранения сельскохозяйственной продукции и продуктов питания.

Уровень технологической эффективности отражает степень освоения системы земледелия и определяется путем сравнения фактических данных с соответствующими нормативными показателями, в качестве которых используется уровень производства продукции, соответствующий рациональному уровню интенсивности для средних погодных условий.

Для оценки эффективности производства сельскохозяйственной продукции в разрезе муниципальных образований Амурской области использован механизм рейтинговой оценки Индекса технологической эффективности путем деления урожайности определенной сельско-

хозяйственной культуры в определенном муниципальном районе по отношению к среднему показателю урожайности этой культуры в определенной агроклиматической зоне [1, 9].

Цель исследования — выявление технологического уровня развития производства продукции растениеводства в разрезе агроклиматических зон Амурской области.

Материалы и методы. В работе использован комплекс методов экономических исследований: наблюдения и сбора фактов, аналитический, статистический. Основные исследования базируются на диалектическом методе и рассматриваются в развитии и неразрывной связи между причинами этих событий и их следствиями. Анализ современного состояния производства продукции растениеводства проводился на основании официальных статистических показателей. Эмпирической базой исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики.

Ход исследования. Согласно природно-климатическим условиям в Амурской области выделяются пять агроклиматических зон. Растениеводством занимаются в трех — южной,



центральной и северной [2]. В структуре валовых сборов основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в Амурской области, основная доля объема производства приходится на хозяйства, расположенные в южной агроклиматической зоне.

Первое место в структуре валовых сборов сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий в Амурской области принадлежит сое, далее идут зерновые, картофель и овощи (табл. 1).

В южной агроклиматической зоне сосредоточено практически 60% от общего объема валовых сборов сои. В целом за последние 12 лет произошло наращивание общего объема валовых сборов сои в 2,1 раза, что позволило достичь к 2021 г. объем производства в размере 1138,6 тыс. т.

Валовые сборы зерновых в 2021 г. увеличились относительно 2010 г. в 3,2 раза и составили 426,0 тыс. т. Согласно структуре за исследуемый

период более 60% от общего объема валовых сборов зерновых были произведены в хозяйствах южной агроклиматической зоны.

Относительно валовых сборов пшеницы наблюдается аналогичная тенденция. По состоянию на 2021 г., 120,6 из 201,3 тыс. т произведенной пшеницы приходится на хозяйства, расположенные в южной агроклиматической зоне, что составляет 60% от общего регионального объема производства.

На долю южной агроклиматической зоны приходится 70% объема производства ячменя. За последнее десятилетие валовые сборы ячменя в Амурской области увеличились в 3 раза — с 29,1 тыс. т (2010 г.) до 89,1 тыс. т (2021 г.).

Объем валового сбора овощей в южной зоне в 2021 г. составил 55%.

Производство овса и картофеля распределено равномерно в южной и центральной агроклиматических зонах в объеме 45 и 40% соответственно.

Центральная агроклиматическая зона занимает лидирующую позицию в производстве гречихи — около 50%. Однако отмечается, что за анализируемый период (2010 по 2021 гг.) производство данной культуры в области сократилось с 4,6 до 1,8 тыс. т.

Увеличение посевных площадей в Амурской области в хозяйствах всех категорий наблюдалось с 2014 по 2018 гг. (табл. 2). Для региона на текущий период наиболее выгодной, востребованной и ликвидной культурой является соя. Именно поэтому значительная часть плодородных земель отдана под выращивание данной культуры.

Урожайность основных культур, возделываемых в Амурской области с 2010 по 2021 гг., имеет тенденцию роста (табл. 3).

Средняя урожайность сои по региону увеличилась с 10,4 ц/га в 2010 г. до 14,8 ц/га в 2021 г., зерновых культур — с 6,4 до 22,1 ц/га. Максимальная урожайность отмечена в южной агроклиматической зоне — 23,2 ц/га в 2021 г., рост относительно 2010 г. составил 3 раза.

Для определения уровня эффективности технологий производства продукции растениеводства в муниципальных образованиях Амурской области проведена рейтинговая оценка технологической эффективности в разрезе агроклиматических зон по следующим показателям:

- статической технологической эффективности производства продукции растениеводства по индексу технологической эффективности с учетом сложившихся технологических особенностей Амурской области по состоянию на 2021 г. ($ИТЭ^{CTO}$);
- динамической технологической эффективности производства продукции растениеводства по индексу технологической эффективности с учетом темпа роста за анализируемый период ($ИТЭ^{TP}$).

Рейтинговая оценка технологической эффективности производства продукции растениеводства проведена путем определения рейтинга каждому муниципальному образованию в агроклиматической зоне в соответствии с рассчитанными показателями индекса технологической эффективности.

Результаты и обсуждение. Результаты рейтинговой оценки по статическому индексу технологической эффективности с учетом сложившихся технологических особенностей Амурской области по состоянию на 2021 г. представлены в таблице 4.

Согласно рейтинговой оценке, в южной агроклиматической зоне Константиновский, Тамбовский и Михайловский муниципальные районы являются лидерами для сои — их индекс варьируется от 1,21 до 1,04. В центральной агроклиматической зоне основными лидерами для этой культуры являются Октябрьский, Бурейский и Ромненский муниципальные районы. В северной — Мазановский, Шимановский и Зейский муниципальные образования.

Результаты рейтинговой оценки динамической технологической эффективности производства продукции растениеводства по индексу технологической эффективности с учетом темпа роста за анализируемый период в разрезе агроклиматических зон представлены в таблице 5.

Согласно расчетным данным рейтинговой оценки, по динамическому индексу ($ИТЭ^{TP}$) выявлены следующие основные лидеры в южной агроклиматической зоне — Архаринский, Михайловский и Ивановский муниципальные районы. В центральной агроклиматической

Таблица 1. Динамика изменения валовых сборов сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий в Амурской области

Table 1. Dynamics of changes in gross crop yields in farms of all categories in the Amur region

Наименование	2010 г.		2015 г.		2020 г.		2021 г.		2021 г./ 2010 г., %
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	
Зерновые	130,5	100	352,6	100	418,2	100,0	426,0	100,0	326,5
в том числе:									
южная зона	103,7	79,5	221,1	62,7	259,3	62,0	264,8	62,2	255,3
центральная зона	23,7	18,1	126,2	35,8	150,5	36,0	156,4	36,7	660,9
северная зона	3,1	2,4	5,3	1,496	8,5	2,0	4,8	1,1	155,5
Пшеница	76,7	100	199,7	100	222,0	100,0	201,3	100,0	262,4
в том числе:									
южная зона	64,6	84,1	137,8	69,0	138,5	62,4	120,6	59,9	186,9
центральная зона	11,5	15,0	61,5	30,8	82,6	37,2	80,1	39,8	694,6
северная зона	0,6	0,8	0,4	0,2	0,9	0,4	0,6	0,3	91,3
Ячмень	29,1	100	39,6	100	83,8	100,0	89,1	100,0	306,2
в том числе:									
южная зона	25,3	86,8	29,3	73,8	65,5	78,1	71,0	79,7	281,2
центральная зона	3,6	12,4	9,6	24,3	17,6	21,1	17,3	19,4	478,6
северная зона	0,2	0,7	0,7	1,9	0,7	0,9	0,8	0,9	354,3
Овес	16,3	100	30,8	100	45,8	100,0	39,7	100,0	243,7
в том числе:									
южная зона	9,0	55,0	10,5	34,0	25,7	56,1	17,7	44,6	197,9
центральная зона	6,0	36,7	17,7	57,3	14,3	31,2	19,2	48,4	321,2
северная зона	1,4	8,3	2,7	8,7	5,8	12,7	2,8	6,9	203,8
Гречиха	4,6	100	7,1	100	0,9	100,0	1,8	100,0	39,1
в том числе:									
южная зона	1,0	22,0	1,9	26,9	0,2	22,7	0,6	31,6	56,3
центральная зона	3,2	68,8	4,4	61,6	0,4	45,8	1,0	57,5	32,7
северная зона	0,4	9,3	0,8	11,5	0,3	31,5	0,2	10,8	45,8
Соя	531,8	100	1009,9	100	978,8	100,0	1138,6	100,0	214,1
в том числе:									
южная зона	399,7	75,2	528,8	52,4	557,6	57,0	662,7	58,2	165,8
центральная зона	131,4	24,7	454,2	45,0	395,2	40,4	457,5	40,2	348,3
северная зона	0,7	0,1	26,9	2,7	25,9	2,7	18,4	1,6	2679,7
Картофель	303,6	100	201,3	100	148,9	100,0	145,7	100,0	48,0
в том числе:									
южная зона	123,7	40,7	91,5	45,5	69,5	46,7	65,9	45,3	53,3
центральная зона	124,2	40,9	74,7	37,1	55,8	37,5	56,3	38,6	45,3
северная зона	55,7	18,3	35,1	17,4	23,6	15,8	23,5	16,1	42,1
Овощи	56,8	100	51,1	100	39,7	100,0	34,6	100,0	60,9
в том числе:									
южная зона	26,5	46,7	27,3	53,4	22,5	56,6	19,2	55,5	72,3
центральная зона	25,6	45,2	18,6	36,4	12,7	32,1	11,4	32,9	44,4
северная зона	4,6	8,1	5,2	10,2	4,5	11,3	4,0	11,6	86,9

Источник: [5-8].



Таблица 2. Динамика изменения посевных площадей в Амурской области
Table 2. Dynamics of changes in acreage in the Amur region

Наименование	2010 г.		2015 г.		2020 г.		2021 г.		2021 г. / 2010 г., %
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	
Зерновые	204,0	100	180,7	100	220,1	100,0	192,7	100,0	94,4
в том числе:									
южная зона	137,9	67,6	111,5	61,7	126,6	57,5	114,4	59,4	83,0
центральная зона	59,6	29,2	63,6	35,2	83,4	37,9	72,8	37,8	122,1
северная зона	6,5	3,2	5,6	3,1	10,1	4,6	5,5	2,9	84,8
Пшеница	107,9	100	102,0	100	123,7	100,0	100,8	100,0	93,4
в том числе:									
южная зона	81,4	75,4	69,5	68,1	72,0	58,2	60,0	59,5	73,7
центральная зона	24,9	23,1	31,9	31,3	50,7	41,0	40,3	40,0	161,8
северная зона	1,6	1,5	0,6	0,6	1,0	0,8	0,5	0,5	29,8
Ячмень	44,2	100	26,6	100	44,8	100,0	41,7	100,0	94,2
в том числе:									
южная зона	35,8	80,9	19,7	74,0	31,0	69,1	31,0	74,3	86,6
центральная зона	8,1	18,3	6,3	23,7	12,8	28,5	10,2	24,4	125,5
северная зона	0,4	0,8	0,6	2,3	1,1	2,4	0,5	1,3	145,8
Овес	37,2	100	20,3	100	31,7	100,0	27,9	100,0	74,8
в том числе:									
южная зона	17,1	45,9	6,8	33,4	14,6	46,1	12,1	43,3	70,6
центральная зона	16,9	45,5	10,9	53,7	10,9	34,5	12,7	45,6	75,0
северная зона	3,2	8,6	2,6	12,9	6,2	19,4	3,1	11,1	96,8
Гречиха	11,3	100	12,1	100	4,4	100,0	3,6	100,0	32,2
в том числе:									
южная зона	1,4	12,7	3,5	29,4	1,4	32,7	1,2	33,4	84,3
центральная зона	8,9	78,7	7,2	59,8	1,8	40,5	1,7	46,0	18,8
северная зона	1,0	8,6	1,3	10,8	1,2	26,7	0,8	20,6	77,1
Соя	510,0	100	890,5	100	844,5	100,0	769,3	100,0	150,8
в том числе:									
южная зона	313,7	61,5	462,4	51,9	448,3	53,1	420,9	54,7	134,2
центральная зона	195,0	38,2	397,7	44,7	366,8	43,4	327,1	42,5	167,8
северная зона	1,3	0,3	30,5	3,4	29,4	3,5	21,4	2,8	1593,3
Картофель	20,9	100	15,2	100	12,0	100,0	10,9	100,0	52,3
в том числе:									
южная зона	8,2	39,0	7,2	47,1	5,8	48,6	5,3	48,2	64,6
центральная зона	8,5	40,9	5,4	35,8	4,3	35,7	3,9	36,0	46,0
северная зона	4,2	20,1	2,6	17,1	1,9	15,6	1,7	15,8	41,2
Овощи	4,4	100	3,0	100	2,5	100,0	2,1	100,0	48,1
в том числе:									
южная зона	2,1	47,5	1,6	53,2	1,3	53,0	1,1	52,9	53,5
центральная зона	1,9	42,7	1,1	36,9	0,9	35,4	0,7	34,8	39,2
северная зона	0,4	9,8	0,3	9,9	0,3	11,6	0,3	12,3	60,1

Источник: [5-8].

зоне — Свободненский, Серышевский и Ромненский. Для северной агроклиматической зоны в начале рейтинга расположились следующие районы — Зейский, Мазановский и Магдагачинский.

Итоговый комплексный рейтинг технологической эффективности производства продукции растениеводства в Амурской области определен по суммарному показателю индексов $\Sigma_{\text{ИТЭ}}^{\text{СТО}}$ и $\Sigma_{\text{ИТЭ}}^{\text{ТР}}$. Результаты комплексной оценки с расчетом суммарного индекса $\Sigma_{\text{ИТЭ}}$ представлены в таблице 6.

По комплексному показателю технологической эффективности в южной агроклиматической зоне можно выделить следующих лидеров — Михайловский, Архаринский и Ивановский муниципальные районы. Для центральной агроклиматической зоны вошли с первого по третье место следующие районы — Бурейский, Свободненский и Серышевский. Для северной агроклиматической зоны лидирующие позиции занимают — Зейский, Мазановский, Магдагачинский муниципальные районы.

В соответствии с полученными обобщенными индексами в таблице 7 определены комплексные рейтинги муниципальных образований, отображающих уровень технологической эффективности производства продукции растениеводства.

Согласно обобщенному статистическому показателю $\Sigma_{\text{ИТЭ}}^{\text{СТО}}$ в каждой агроклиматической зоне выявлены основные районы-лидеры:

Южная агроклиматическая зона — Константиновский, Благовещенский и Ивановский районы.

Центральная агроклиматическая зона — Октябрьский, Ромненский и Бурейский районы. Северная агроклиматическая зона — Зейский, Мазановский и Магдагачинский районы.

Результаты расчетов по обобщенному динамическому индексу $\Sigma_{\text{ИТЭ}}^{\text{ТР}}$ выглядят следующим образом:

Южная агроклиматическая зона — Архаринский, Михайловский и Ивановский районы.

Центральная агроклиматическая зона — Свободненский, Ромненский и Серышевский районы.

Таблица 3. Динамика изменения урожайности основных сельскохозяйственных культур, возделываемых на территории Амурской области, ц/га убранной площади
Table 3. Dynamics of changes in the yield of the main agricultural crops cultivated on the territory of the Amur region, hundredweight per 1 ha of harvested area

Наименование	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г. / 2010 г., %
Зерновые	6,4	19,5	19,0	22,1	345,7
в том числе:					
южная зона	7,5	19,8	20,5	23,2	307,8
центральная зона	4,0	19,8	18,0	21,5	541,4
северная зона	4,8	9,4	8,5	8,8	183,4
Пшеница	7,1	19,6	18,0	20,0	280,9
в том числе:					
южная зона	7,9	19,8	19,3	20,1	253,4
центральная зона	4,6	19,3	16,3	19,9	429,4
северная зона	3,9	7,0	9,1	11,9	307,0
Ячмень	6,6	14,9	18,7	21,4	325,0
в том числе:					
южная зона	7,1	14,9	21,1	22,9	324,6
центральная зона	4,5	15,3	13,8	17,0	381,4
северная зона	5,9	12,2	6,8	14,2	243,0
Овес	4,4	15,2	14,5	14,2	325,6
в том числе:					
южная зона	5,2	15,5	17,6	14,7	280,3
центральная зона	3,5	16,2	13,1	15,1	428,4
северная зона	4,2	10,3	9,4	8,9	210,5
Гречиха	4,1	5,9	2,1	4,9	121,6
в том числе:					
южная зона	7,0	5,4	1,4	4,7	66,8
центральная зона	3,5	6,1	2,3	6,2	173,9
северная зона	4,4	6,3	2,4	2,6	59,5
Соя	10,4	11,3	11,6	14,8	141,9
в том числе:					
южная зона	12,7	11,4	12,4	15,7	123,6
центральная зона	6,7	11,4	10,8	14,0	207,6
северная зона	5,1	8,8	8,8	8,6	168,2
Картофель	145,3	132,6	124,4	133,3	91,7
в том числе:					
южная зона	151,7	127,9	119,4	125,2	82,6
центральная зона	145,4	137,6	130,6	143,2	98,4
северная зона	132,8	135,1	126,0	135,7	102,2
Овощи	128,4	167,8	156,5	162,6	126,7
в том числе:					
южная зона	126,3	168,6	167,4	170,7	135,2
центральная зона	135,8	165,3	141,8	153,7	113,1
северная зона	105,9	173,1	152,1	153,1	144,6

Источник: [5-8].





Таблица 4. Статический индекс технологической эффективности с учетом сложившихся технологических особенностей Амурской области по состоянию на 2021 г. (ИТЭ^{сто})
Table 4. Static index of technological efficiency taking into account the existing technological features of the Amur region as of 2021

Муниципальное образование	Соя		Зерновые		Пшеница		Ячмень		Овес		Гречиха		Картофель		Овощи	
	ИТЭ ^{сто}	рейтинг	ИТЭ ^{сто}	рейтинг	ИТЭ ^{сто}	рейтинг	ИТЭ ^{сто}	рейтинг	ИТЭ ^{сто}	рейтинг	ИТЭ ^{сто}	рейтинг	ИТЭ ^{сто}	рейтинг	ИТЭ ^{сто}	рейтинг
Южная зона																
Благовещенский	0,96	5	1,0	5	0,90	5	0,46	5	0,98	6	1,78	2	0,79	7	1,19	1
Ивановский	1,0	4	1,24	1	0,99	3	1,06	2	1,46	3	0	3	1,11	4	0,93	3
Константиновский	1,21	1	1,17	2	1,14	1	1,19	1	1,49	2	0	4	1,15	2	0,98	2
Архаринский	0,87	6	0,97	6	0,90	6	0	6	1,22	4	1,91	1	1,07	6	0,91	5
Михайловский	1,04	3	1,12	3	1,02	2	0,98	3	1,10	5	0	5	1,14	3	0,92	4
Тамбовский	1,17	2	1,01	4	0,92	4	0,94	4	1,57	1	0	6	1,18	1	0,90	6
г. Благовещенск	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	1,11	5	0,87	7
Центральная зона																
Белогорский	0,97	4	1,09	2	1,02	3	0,98	3	0,91	7	0	6	0,98	11	0,96	9
Бурейский	1,04	3	1,02	4	1,05	2	0	7	1,64	1	1,09	3	0,99	9	1,09	1
Завитинский	0,84	8	0,84	8	0,93	4	0,71	6	1,15	3	0	7	1,01	2	1,06	2
Октябрьский	1,21	1	1,04	3	1,12	1	1,17	2	1,20	2	1,33	2	1,02	1	1,05	3
Ромненский	0,97	5	1,48	1	0,93	5	0,95	5	1,07	5	1,48	1	1,0	6	1,03	5
Свободненский	0,91	7	0,82	9	0,91	6	1,39	1	0,92	6	0,86	4	0,99	10	1,04	4
Серышевский	0,96	6	0,88	6	0,81	7	0,96	4	1,10	4	0,84	5	1,0	7	0,97	8
г. Белогорск	1,14	2	0	10	0	8	0	8	0	8	0	8	1,01	3	0,90	11
г. Свободный	0	9	0,93	5	0	9	0	9	0	9	0	9	1,01	4	1,02	6
г. Райчихинск	0	10	0	11	0	10	0	10	0	10	0	10	1,01	5	0,96	10
р.п. Прогресс	0	11	0,88	7	0	11	0	11	0	11	0	11	1,0	8	1,0	7
Северная зона																
Зейский	1,0	3	1,92	1	2,09	1	0,28	3	2,25	1	5,77	1	1,02	6	1,02	4
Мазановский	1,45	1	1,32	2	0,98	2	1,08	1	1,24	2	2,31	2	1,03	5	1,06	1
Магдагачинский	0,93	4	0,54	4	0	3	0,75	2	0,98	4	0	3	1,04	2	1,0	5
Сковородинский	0	5	0	5	0	4	0	4	0	5	0	4	1,04	3	0,99	6
Тындинский	0	6	0	6	0	5	0	5	0	6	0	5	0,76	9	0,98	7
Шимановский	1,21	2	1,03	3	0	6	0	6	1,07	3	0	6	0,97	7	0,95	9
Селемджинский	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0,81	8	1,05	2
г. Зeya	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	1,04	4	0,97	8
г. Тyнда	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0,75	10	0,86	10
г. Шимановск	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	1,05	1	1,05	3

Таблица 5. Динамический индекс технологической эффективности с учетом темпа роста за 2010-2021 гг. (ИТЭ^{тр})
Table 5. Dynamic index of technological efficiency taking into account the growth rate for 2010-2021

Муниципальное образование	Соя		Зерновые		Пшеница		Ячмень		Овес		Гречиха		Картофель		Овощи	
	ИТЭ ^{тр}	рейтинг	ИТЭ ^{тр}	рейтинг	ИТЭ ^{тр}	рейтинг	ИТЭ ^{тр}	рейтинг	ИТЭ ^{тр}	рейтинг	ИТЭ ^{тр}	рейтинг	ИТЭ ^{тр}	рейтинг	ИТЭ ^{тр}	рейтинг
Южная зона																
Благовещенский	0,83	6	0,66	6	0,65	6	0,33	5	0,68	6	1,55	2	0,74	7	0,85	4
Ивановский	0,87	5	0,87	4	0,83	4	0,63	4	1,37	1	0	3	1,03	6	1,20	1
Константиновский	1,19	3	0,92	3	0,97	2	0,90	2	0,72	5	0	4	1,12	3	0,84	5
Архаринский	1,37	1	1,18	1	1,48	1	0	6	1,05	2	1,66	1	1,27	2	0,82	6
Михайловский	1,20	2	1,17	2	0,93	3	1,28	1	0,92	4	0	5	1,41	1	0,95	2
Тамбовский	0,89	4	0,77	5	0,67	5	0,84	3	1,04	3	0	6	1,08	5	0,78	7
г. Благовещенск	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	1,10	4	0,86	3
Центральная зона																
Белогорский	0,70	5	0,63	4	0,65	4	0,47	5	0,61	3	0	6	0,96	8	0,86	10
Бурейский	0,76	3	0,43	6	0,75	2	0	7	0,56	4	0,96	4	1,08	2	1,05	3
Завитинский	0,52	8	0,41	8	0,71	3	0,30	6	0,40	6	0	7	0,85	11	1,21	2
Октябрьский	0,54	7	0,42	7	0,47	6	0,64	2	0,31	7	1,07	3	0,93	9	1,01	6
Ромненский	0,74	4	0,84	2	0,47	7	0,62	3	0,79	1	1,34	1	1,04	5	1,22	1
Свободненский	0,64	6	0,66	3	0,94	1	1,68	1	0,52	5	0,68	5	1,02	6	1,04	5
Серышевский	0,82	2	0,61	5	0,60	5	0,56	4	0,71	2	1,15	2	1,17	1	0,93	8
г. Белогорск	0,89	1	0	9	0	8	0	8	0	8	0	8	0,88	10	0,79	11
г. Свободный	0	9	2,69	1	0	9	0	9	0	9	0	9	0,99	7	0,91	9
г. Райчихинск	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	1,05	3	0,98	7
р.п. Прогресс	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	1,05	4	1,05	4


 Таблица 5. (Окончание)
Table 5. (The end)

Муниципальное образование	Соя		Зерновые		Пшеница		Ячмень		Овес		Гречиха		Картофель		Овощи	
	ИТЭ ^{ТР}	рейтинг	ИТЭ ^{ТР}	рейтинг	ИТЭ ^{ТР}	рейтинг	ИТЭ ^{ТР}	рейтинг	ИТЭ ^{ТР}	рейтинг	ИТЭ ^{ТР}	рейтинг	ИТЭ ^{ТР}	рейтинг	ИТЭ ^{ТР}	рейтинг
Северная зона																
Зейский	0,85	4	1,29	2	1,15	2	0,25	3	1,30	2	3,23	1	1,17	2	0,95	7
Мазановский	0,93	3	1,76	1	1,82	1	1,85	1	2,37	1	2,10	2	0,95	5	1,02	5
Магдагачинский	1,64	1	0,36	4	0	3	0,73	2	0,59	4	0	3	0,92	8	0,86	9
Сковородинский	0	5	0	5	0	4	0	4	0	5	0	4	1,18	1	1,24	2
Тындинский	0	6	0	6	0	5	0	5	0	6	0	5	0,89	9	1,20	3
Шимановский	1,37	2	0,61	3	0	6	0	6	1,30	3	0	6	0,94	6	0,84	10
Селемджинский	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0,97	4	1,25	1
г. Зeya	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	1,06	3	0,99	6
г. Тyнда	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0,88	10	1,03	4
г. Шимановск	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0,93	7	0,91	8

 Таблица 6. Комплексная рейтинговая оценка технологической эффективности производства продукции растениеводства
Table 6. Comprehensive rating assessment of technological efficiency of crop production

Муниципальное образование	Соя		Зерновые		Пшеница		Ячмень		Овес		Гречиха		Картофель		Овощи	
	ΣИ ^{ТР}	рейтинг	ΣИ ^{ТР}	рейтинг	ΣИ ^{ТР}	рейтинг	ΣИ ^{ТР}	рейтинг	ΣИ ^{ТР}	рейтинг	ΣИ ^{ТР}	рейтинг	ΣИ ^{ТР}	рейтинг	ΣИ ^{ТР}	рейтинг
Южная зона																
Благовещенский	0,89	6	0,83	6	0,77	6	0,39	5	0,83	6	1,66	2	0,76	7	1,02	2
Ивановский	0,94	5	1,05	3	0,91	4	0,84	4	1,42	1	0	3	1,07	6	1,07	1
Константиновский	1,20	1	1,04	4	1,05	2	1,04	2	1,11	4	0	4	1,14	3	0,91	4
Архаринский	1,12	2	1,08	2	1,19	1	0	6	1,13	3	1,78	1	1,17	2	0,87	5
Михайловский	1,12	3	1,14	1	0,98	3	1,13	1	1,01	5	0	5	1,27	1	0,93	3
Тамбовский	1,03	4	0,89	5	0,79	5	0,89	3	1,31	2	0	6	1,13	4	0,84	7
г. Благовещенск	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	1,11	5	0,87	6
Центральная зона																
Белогорский	0,83	6	0,86	3	0,84	3	0,72	5	0,76	5	0	6	0,97	9	0,91	10
Бурейский	0,90	2	0,72	7	0,90	2	0	7	1,10	1	1,03	3	1,04	2	1,07	3
Завитинский	0,68	8	0,63	8	0,82	4	0,50	6	0,77	4	0	7	0,93	11	1,14	1
Октябрьский	0,88	4	0,73	6	0,79	5	0,90	2	0,75	6	1,20	2	0,98	8	1,03	5
Ромненский	0,85	5	1,16	2	0,70	6	0,78	3	0,93	2	1,41	1	1,02	4	1,13	2
Свободненский	0,78	7	0,74	4	0,92	1	1,54	1	0,72	7	0,77	5	1,01	6	1,04	4
Серышевский	0,89	3	0,74	5	0,70	7	0,76	4	0,91	3	1,0	4	1,09	1	0,95	9
г. Белогорск	1,02	1	0	10	0	8	0	8	0	8	0	8	0,94	10	0,85	11
г. Свободный	0	9	1,81	1	0	9	0	9	0	9	0	9	1,00	7	0,96	8
г. Райчихинск	0	10	0	11	0	10	0	10	0	10	0	10	1,03	3	0,97	7
р.п. Прогресс	0	11	0,44	9	0	11	0	11	0	11	0	11	1,02	5	1,03	6
Северная зона																
Зейский	0,93	4	1,60	1	1,62	1	0,26	3	1,77	2	4,50	1	1,09	2	0,98	5
Мазановский	1,19	3	1,54	2	1,40	2	1,46	1	1,80	1	2,21	2	0,99	4	1,04	4
Магдагачинский	1,28	2	0,45	4	0	3	0,74	2	0,78	4	0	3	0,98	6	0,93	9
Сковородинский	0	5	0	5	0	4	0	4	0	5	0	4	1,11	1	1,12	2
Тындинский	0	6	0	6	0	5	0	5	0	6	0	5	0,83	9	1,09	3
Шимановский	1,29	1	0,82	3	0	6	0	6	1,18	3	0	6	0,95	7	0,89	10
Селемджинский	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0,89	8	1,15	1
г. Зeya	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	1,05	3	0,98	6
г. Тyнда	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0,82	10	0,95	8
г. Шимановск	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0,99	5	0,98	7

Северная агроклиматическая зона — Мазановский, Зейский и Магдагачинский районы.

При этом следует отметить, что анализ обобщенного комплексного индекса технологической эффективности ИТЭ распределил рейтинги среди муниципальных районов по-другому:

Южная агроклиматическая зона — Архаринский, Михайловский и Константиновский районы.

Центральная агроклиматическая зона — Ромненский, Свободненский и Октябрьский районы.

Северная агроклиматическая зона — Зейский, Мазановский и Магдагачинский районы.

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения предложенного подхода рейтинговой оценки эффективности технологий производства сельскохозяйственной продукции с использованием

индекса технологической эффективности производства продукции растениеводства с целью выявления сложившегося уровня технологической эффективности и потенциала роста производства. Данная методика расчета индексов технологической эффективности имеет универсальную форму, которая подходит для рейтинговой оценки в разрезе различных регионов, а также применительно к различным сельскохозяйственным культурам.





Таблица 7. Обобщенные индексы технологической эффективности производства продукции растениеводства
Table 7. Generalized indices of technological efficiency of crop production

Муниципальное образование	Σ _с ИТЭ ^{СТО}		Σ _д ИТЭ ^{ТР}		ИТЭ ^к	
	показатель	рейтинг	показатель	рейтинг	показатель	рейтинг
Южная зона						
Благовещенский	1,01	2	0,78	5	0,90	5
Ивановский	0,98	3	0,85	3	0,91	4
Константиновский	1,04	1	0,83	5	0,94	3
Архаринский	0,98	4	1,10	1	1,04	1
Михайловский	0,92	6	0,98	2	0,95	2
Тамбовский	0,96	5	0,76	6	0,86	6
г. Благовещенск	0,25	7	0,25	7	0,25	7
Центральная зона						
Белогорский	0,86	6	0,61	6	0,74	6
Бурейский	0,99	3	0,70	4	0,84	5
Завитинский	0,82	7	0,55	8	0,68	7
Октябрьский	1,14	1	0,67	5	0,91	3
Ромненский	1,11	2	0,88	2	1,0	1
Свободненский	0,98	4	0,90	1	0,94	2
Серышевский	0,94	5	0,82	3	0,88	4
г. Белогорск	0,38	8	0,32	9	0,35	9
г. Свободный	0,37	9	0,57	7	0,47	8
г. Райчихинск	0,25	11	0,25	11	0,25	11
г.п. Прогресс	0,36	10	0,26	10	0,31	10
Северная зона						
Зейский	1,92	1	1,27	2	1,60	1
Мазановский	1,31	2	1,60	1	1,45	2
Магдагачинский	0,65	3	0,64	3	0,65	3
Сковородинский	0,25	6	0,30	5	0,28	5
Тындинский	0,22	9	0,26	7	0,24	9
Шимановский	0,65	4	0,63	4	0,64	4
Селемджинский	0,23	8	0,28	6	0,25	6
г. Зея	0,25	7	0,26	8	0,25	7
г. Тында	0,20	10	0,24	9	0,22	10
г. Шимановск	0,26	5	0,23	10	0,25	8

Систематическое определение технологической эффективности производства продукции растениеводства позволяет выявлять муниципальные образования с имеющимся резервом повышения эффективности. Универсальность подхода по определению технологической эффективности позволяет применять его в разрезе различных территорий и применительно ко всем сельскохозяйственным культурам. При правильном и своевременном расчете технологической эффективности возможно принимать управленческие решения не только на долгосрочный период, но быстро реагировать на изменения внешней среды.

Список источников

1. Волкова Е.А., Чурилова К.С., Овчинникова О.Ф. Анализ технологической эффективности производства продукции растениеводства в условиях Дальнего Востока России // Московский экономический журнал. 2020. № 6.

Информация об авторах:

Волкова Елена Александровна, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник группы экономических исследований в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7631-2543>, vea@vniisoi.ru

Смолянинова Наталья Олеговна, младший научный сотрудник группы экономических исследований в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4019-7771>, sno@vniisoi.ru

Information about the authors:

Elena A. Volkova, candidate of economic sciences, associate professor, senior researcher of the group of economic research in the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7631-2543>, vea@vniisoi.ru

Natalya O. Smolyaninova, junior researcher of the group of economic research in the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4019-7771>, sno@vniisoi.ru

7. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств Амурской области за 2020 год: сборник / Амурстат. Благовещенск, 2021. 174 с.

8. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств Амурской области за 2021 год: сборник / Амурстат. Благовещенск, 2022. 174 с.

9. Волкова Е.А. Рейтинговая оценка технологической эффективности производства продукции растениеводства // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 4. С. 4-7.

References

1. Volkova, E.A., Churilova, K.S., Ovchinnikova, O.F. (2020). Analiz tekhnologicheskoi effektivnosti proizvodstva produktii rasteniyevodstva v usloviyakh Dal'nego Vostoka Rossii [Analysis of technological efficiency of crop production in the conditions of the Russian Far East]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], no. 6. Available at: <https://qje.su/selskohozyajstvennye-nauki/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-6-2020/>

2. Tikhonchuk, P.V. (ed.) (2016). *Sistema zemledeliya Amurskoi oblasti: proizvodstvenno-prakticheskii spravochnik* [The system of agriculture of the Amur region: a production and practical reference book]. Blagoveshchensk, Far Eastern State University. Available at: https://agro.amurobl.ru/pages/amurskomu-agrariyu-informatsionnuyu-podderzhku_1/sistema-zemledeliya-amurskoy-oblasti-proekt/

3. Effektivnost' sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva (metodicheskie rekomendatsii): kollektivnaya monografiya (2005). [Efficiency of agricultural production (methodological recommendations): collective monograph]. Moscow, 156 p.

4. Predvaritel'nye itogi raboty otrasli rasteniyevodstva za 2021 god i podgotovka k provedeniyu sezonnykh polevykh rabot v 2022 godu [Preliminary results of the crop production industry for 2021 and preparation for seasonal field work in 2022]. Available at: https://www.nsss-russia.ru/wp-content/uploads/2022/01/6.-Turkov-O.A.-Minselhoz_Amurskaya-obl.pdf

5. Amurstat (2020). *Sel'skoe khozyaistvo, okhota i lesovodstvo v Amurskoi oblasti: sbornik* [Agriculture, hunting and forestry in the Amur region: collection]. Blagoveshchensk, 163 p.

6. Amurstat (2016). *Sel'skoe khozyaistvo Amurskoi oblasti: sbornik* [Agriculture of the Amur region: collection]. Blagoveshchensk, 145 p.

7. Amurstat (2021). *Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhainost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur po kategoriym khozyaistv Amurskoi oblasti za 2020 god: sbornik* [Acreage, gross harvests and crop yields by categories of farms of the Amur region for 2020: collection]. Blagoveshchensk, 174 p.

8. Amurstat (2022). *Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhainost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur po kategoriym khozyaistv Amurskoi oblasti za 2021 god: sbornik* [Acreage, gross harvests and crop yields by categories of farms of the Amur region for 2021: collection]. Blagoveshchensk, 174 p.

9. Volkova, E.A. (2021). Reitingovaya otsenka tekhnologicheskoi effektivnosti proizvodstva produktii rasteniyevodstva [Rating assessment of technological efficiency of crop production]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Vestnik of the Russian agricultural sciences], no. 4, pp. 4-7.



Научная статья
УДК 631.4
doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_39

ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПОЧВЫ

Германова С.Е., Петухов Н.В., Самброс Н.Б.,
Пивень Е.А., Зинченко А.В.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Аннотация. Сильно возросшее влияние человека на биосферу за последние десятилетия значительно ускорило негативные трансформации земель сельскохозяйственного назначения. Серьезные экологические последствия нанесли последние организационно-экономические преобразования сельского хозяйства. Преимущественно, негативным воздействиям подвергаются земли агроэкосистемного характера, в том числе и сельскохозяйственные. Наиболее значимыми проблемами при агроэкологической оценке является выявление интенсивных и экстенсивных нарушений почвенных структур, а также оценка степени и скорости влияния почвенных нарушений с точки зрения морфогенетики, показателей конвертируемости преобразований антропогенного характера. Авторы оценивают характер и степень антропогенного воздействия на почвы, предназначенные для сельскохозяйственной деятельности, а также рекомендации по устранению негативных воздействий, препятствующих их полноценному функционированию. Научная новизна исследования состоит в том, что определены мероприятия и рекомендации для обеспечения и поддержания качественного состояния почв сельскохозяйственного назначения. Цель: выявить факторы рациональной эксплуатации сельскохозяйственных угодий человеком, которые будут содействовать их конвертируемости. Задачи: выявить значимость сельскохозяйственных угодий; выявить факторы, воздействующие на состояние сельскохозяйственных почв; оценить положение сельскохозяйственных угодий; исследовать степень рациональной эксплуатации и беззатратности почвенно-плодородных ресурсов. Методы исследования. Исследование свойств антропогенно нарушенных почв методом мониторинга. Результаты исследования. Анализ почвенных проб на нарушенных участках выявил, что на участках с нарушенным почвенным профилем при проведении рекультивационных работ была нарушена технология укладки снятых почвенных горизонтов, что подтверждается проведенным обследованием и агрохимическим анализом отобранных почвенных проб с этих участков. Расчеты сроков восстановления антропогенно нарушенной почвы по запасам гумуса показывают, что гипотетическое время, необходимое для восстановления нарушенных почв в слое 0-50 см на исследуемых земельных участках, составляет от 35 до 65 лет.

Ключевые слова: антропогенные факторы, человек, сельское хозяйство, почвы, плодородие, загрязнение

Благодарности: Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН.

Original article

THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON AGRICULTURAL SOILS

S.E. Germanova, N.V. Petukhov, N.B. Sambros, E.A. Piven, A.V. Zinchenko

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia

Abstract. The greatly increased human influence on the biosphere over the past decades has significantly accelerated the negative transformation of agricultural land. Serious environmental consequences have been caused by the latest organizational and economic transformations of agriculture. Mostly, agro-ecosystem lands, including agricultural lands, are subjected to negative impacts. The most significant problems in agroecological assessment are the identification of intensive and extensive disturbances in soil structures, as well as the assessment of the degree and speed of the influence of soil disturbances in terms of morphogenetics, indicators of the convertibility of anthropogenic transformations. The authors evaluate the nature and degree of anthropogenic impact on soils intended for agricultural activities, as well as recommendations for eliminating negative impacts that impede their full functioning. The scientific novelty of the study lies in the fact that measures and recommendations have been identified to ensure and maintain the qualitative state of soils for agricultural purposes. Targets and goals. The goal is to identify the factors of rational exploitation of agricultural land by man, which will contribute to their convertibility. Tasks: reveal the importance of agricultural land; identify the factors affecting the state of agricultural soils; assess the situation of agricultural land; investigate the degree of rational exploitation and non-loss of soil-fertile resources. Research methods. Study of the properties of anthropogenically disturbed soils by monitoring. Research results. The analysis of soil samples in the disturbed areas revealed that in areas with a disturbed soil profile, during reclamation work, the technology of laying the removed soil horizons was violated, which is confirmed by the survey and agrochemical analysis of the selected soil samples from these areas. Calculations of the terms of restoration of anthropogenically disturbed soil based on humus reserves show that the hypothetical time required for the restoration of disturbed soils in a layer of 0-50 cm on the studied land plots is from 35 to 65 years.

Keywords: anthropogenic factors, man, agriculture, soil, fertility, pollution

Acknowledgments: The publication was carried out with the support of the Strategic Academic Leadership Program of the RUDN.

Под почвой следует понимать наиболее значимую составляющую окружающей нас природной среды. Ключевой потенциал составляет коэффициент плодородия, независимо от вида ее экологического предназначения. Человек, получая с полевых территорий главный, а также второстепенный урожай, зачастую при этом вмешивается в биовещественный цикл, а также явно снижает уровень самовосстановления почв, как и степень ее плодородности. Даже малейшие снижение гумусовых масс нарушает

полноценное функционирование почв, что, влечет за собой такие явления как эрозия, загрязнение и т.д.

Основоположником научного почвоведения, определившим его предмет и основные методы исследования, был выдающийся русский ученый Василий Васильевич Докучаев (1846-1903). До Докучаева почвоведение рассматривалось как часть агрономии или как часть геологии. В.В. Докучаев определил почву как особое природное тело, подобное минералам,

растениям и животным. К этим факторам в современный период добавляют антропогенный фактор. Определение В.В. Докучаева можно выразить известной формулой Е.В. Гильгарда:

$$П = f (Г, Р, К, О, Ч) t,$$

где: П — почва; f — функция; Г, Р, К, О, Ч — факторы почвообразования. Г — почвообразующая горная порода, Р — рельеф, К — климат, О — живое органическое вещество, Ч — антропогенный фактор, t — время.



Все факторы почвообразования, кроме антропогенного, являются строго и в равной мере необходимыми для почвообразования. Антропогенный фактор не является необходимым для возникновения и развития почвы, однако, его влияние на почвенный покров по степени воздействия в настоящее время не уступает другим факторам.

Цель и объект исследования — выявить факторы рациональной эксплуатации сельскохозяйственных угодий человеком, которые будут содействовать их конвертируемости на нарушенных почвах в результате проведенных в 2020 г. в Кузнецком районе Пензенской области в районе технических работ на нефтепроводе «Дружба-2».

Методология проведения исследования. Исследование свойств антропогенно нарушенных почв осуществлялось методом мониторинга.

Экспериментальную базу исследования составили почвы в результате проведенных в 2020 г. в Кузнецком районе Пензенской области в районе технических работ на нефтепроводе «Дружба-2».

Ход исследования.

Проведен анализ литературных источников по проблемам антропогенных факторов, влияющих на сельскохозяйственные почвы.

В.В. Докучаев считал все факторы равнозначными и незаменимыми. Оценивая роль факторов в процессах формирования почв, он писал: «Все эти агенты почвообразователи суть совершенно равнозначные величины и принимают равноправное участие в образовании почв» («К учению о зонах природы», 1899). Однако, наблюдая значительную вариабельность в характере почвенного покрова в различных регионах страны и его зависимость от совокупности конкретных природных условий, В.В. Докучаев допускал возможность в тех или иных условиях направляющего действия на процесс почвообразования одного какого-либо из факторов. Полемизируя с климатологом А.И. Воейковым, он писал: «... и прежде и теперь я утверждаю, что в одном случае мог играть наиболее выдающуюся роль один фактор, в другом — другой, в одном явлении из жизни и особенностей почв рельефно высказывается один почвообразователь, в другом другой, но несомненно они все действовали и участвовали в образовании почв» (1896).

Н.М. Сибирцев (1860-1900) был наиболее близким учеником и соратником В. В. Докучаева. Он конкретизировал определение почвы, В. В. Докучаевым, продолжил разработку вопросов, связанных с классификацией почв, а проводя работу по оценке почв в Псковской губернии, заложил основы учения о подзолообразовательном процессе. Период развития почвоведения, связанный с именами В. В. Докучаева, П.А. Костичева и Н.М. Сибирцева, вошел в историю почвоведения как ее докучаевский этап.

Воздействия техногенного характера на почвы, структуру агроландшафтов, а также в целом на агроэкологию в значительной степени повлекли отклонения, подрывающие их стабильное развитие и функционирование. В частности, отмечается дестабилизация экологического положения и специфических характеристик, что в совокупности породило масштабную деградацию земельных угодий.

Исследуя данный вопрос, П.А. Костычев [2] продемонстрировал хронологическую характеристику, а именно, удобренные почвы при оставлении следов пашни, почвенные слои могут различаться с целинными лишь спустя четверть столетия. Он составил первый учебник «Почвоведение», изданный в 1886 г. В центре его внимания находились плодородие почв, способы его сохранения и повышения, роль гумуса в плодородии. Мощность почвы, по Костычеву, зависит от рода выращиваемых растений. П.А. Костычев впервые показал роль структуры в плодородии черноземов. Изучая причины падения урожая на старопахотных черноземах и повышения их после залежи, он показал, что падение урожая связано не с истощением запасов питательных веществ, а с утратой почвой структуры и с ухудшением ее водно-воздушного режима. Он разработал научно обоснованную теорию образования структуры и показал роль в образовании структуры многолетней травянистой растительности.

В изучение химии почв большой вклад внес академик К.К. Гедройц (1872-1932), разработавший учение о поглотительной способности почв и давший тем самым теоретическую основу для химической мелиорации почв (внесения удобрений, известкования кислых и гипсования щелочных почв). Им же был предложен ряд оригинальных методов химического исследования почв, написана фундаментальная книга «Химический анализ почв», которая и в настоящее время является настольной книгой в каждой почвенной и агрохимической лаборатории.

В число разновидностей деградации почв технологического характера входит разрушение земель посредством механического вмешательства в почвенную среду. Тем не менее, подобные разновидности разрушений формируются на основании разработок полезных ископаемых открытого типа, а также разного рода строительных и геологоразведочных мероприятий. Нарушенные почвы включают в себя всю совокупность земель, у которых извлечен либо перекрыт гумусовый слой, а также исключительные в применении без конвертируемости плодородия, иначе говоря, земли, лишенные своей естественной целостности.

Собственно, само определение деградации почв предложили М.И. Герасимова, Н.А. Караева, а также и В.О. Таргульян: «Деградация почв — изменения в почвенной системе, или в составе и строении твердой фазы почв, или регуляторной функции почв, имеющие результатом отклонение от экологической нормы и ухудшение параметров, важных для функционирования биоты и человека» [3].

Нефтепроводная деятельность на определенное время изолирует земельные угодья, предназначение которых носит сельскохозяйственный характер. Затем, исходные земли поддаются технико-биологическим рекультивационным мероприятиям, ориентированным на конвертируемость естественно-экологического потенциала в целях ведения сельскохозяйственной деятельности. По общим правилам, проведение рекультивационных работ сопровождается нарушениями технологии, что влечет за собой сокращение интенсивности земельных и почвенных ресурсов. По итогам,

исходные участки на протяжении десятилетий характеризуются пониженной эффективностью сельскохозяйственных культур, а также их качеством.

Под почвенной эрозией необходимо понимать разорение, смещение внешних слоев почв ветряным либо же водным способом. Земли, разбитые эрозией, именуются эродированными. Сюда же причисляются и эрозии промышленного характера, в первую очередь это касается сельскохозяйственных угодий, а также разработки карьерных месторождений, боевые эрозии в виде воронок, окопов, траншей, пастушья эрозия путем выпаса скота, а также оросительного характера, то есть разорение почвенных слоев при сооружении канальных и поливных приспособлений [4].

Также происходит засоление почв. Местности с невысоким уровнем влажности затрудняют насыщение влагой почвенных слоев. В таких моментах давно применяется оросительное влияние искусственного характера. На всей планете, площадь обрызгиваемых почв равна свыше 300 млн. гектаров. Ключевыми факторами антропогенного засоления почвенных слоев представлены как свободным поливом, так и ирригация без дренажей.

Впоследствии объем грунтовых вод заметно падает, что приводит к пространным солевым образованиям и к высокоминерализованному увлажнению почв. Человек засаливает ежегодно более 400 тысяч гектаров плодородных почв. В таких случаях вводится промышленное снабжение в виде дренажей, которые ориентированы на изоляцию грунтовых гидрофитных потоков на глубине более 2 метров.

Чтобы сохранить почвы от солей, также применяют гипсование, путем смешивания минералов и кальция, которые по итогу вливаются в семенные области долговременной флоры. Что касается неблагоприятных обстоятельств в последствии орошения, они регулируются водно-солевыми соединениями. Хозяйственная деятельность человека сопровождается разрушением почвы [5].

Что касается загрязнения почвенных слоев, так это то что, во-первых, они легко поддаются загрязнению, во-вторых, значительные концентрации химикатов-токсиканов практически уничтожают почвенную фауну. Возможность очищения почвы без иного вмешательства исключается, появляются различные вредные организмы, которые в силах нанести ущерб как людям, так флоре и фауне. К примеру, предельно загрязненные почвы зачастую служат ареалом для тифа и паратифных болезнетворных микроорганизмов, срок жизни которых увеличивается до полутора лет, по сравнению с нормальными почвами, где они не проживают и двух дней [7].

Ключевыми загрязнителями почвенных слоев выступают: пестициды (ядохимикаты), минеральные удобрения, нефть и нефтепродукты, газодымовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, отходы производства [8].

На сегодняшний день суггестивность ядохимикатов относительно показателей здоровья цивилизации однозначно с радиоактивными веществами. Доказано, что помимо роста урожайности, возрастает популяция всяческих вредителей, а также падает качество пищи и продуктов, снижается естественная плодородность.



Таблица 1. Разновидности эрозий
Table 1. Types of erosion

Разновидность эрозии	Последствия
Ветровая эрозия (дефляция)	Выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц ветром
Промышленная эрозия	Сельскохозяйственные угодья, карьерные месторождения, военные эрозии в виде воронок, окопов, траншей, пастушья эрозия посредством выпаса скота, а также ирригационного характера, то есть разорение почвенных слоев при сооружении канальных и поливных приспособлений.
Военная эрозия	Воронки, окопы, канавы, траншеи
Пастбищная эрозия	Вытаптывание грунта
Ирригационная эрозия	Разорение почв при сооружении каналов и поливов
Почвенная эрозия	Разорение, смещение наружных слоев почв ветряным либо же водным способом
Пыльные бури	Безвозвратно уносят самый плодородный верхний слой почв
Овражная эрозия	Уничтожаются ценные сельскохозяйственные земли, способствуют интенсивному смыву почвенного покрова, заиливают малые реки и водохранилища, создают густо расчлененный рельеф

Самыми опасными пестицидами являются дихлордифенил, трихлорметилметан, гексахлорбензол, гексахлоран, которые могут сохраниться в составе почв на протяжении десятилетий, даже ничтожные дозировки в следствии аккумуляции могут нанести вред организмам, тем самым снижая иммунитет, в то время как при высоких дозах вполне вероятны свойства мутагенного и канцерогенного характера. Попав в человеческий организм, наряду с учащенным формированием злокачественных новообразований, они также могут воздействовать на генетический код, тем самым передавая вышеперечисленное потомственным путем. Собственно, поэтому использование самого вредоносного из них — ДДТ, в России под строгим запретом [9].

По мнению В.Г. Минеева, А.И. Обухова [10], формирование в химической структуре почв конкретных показателей концентрации в них металлов, зависит от следующих причин: а) — совокупность концентрации отдельных тяжелых металлов в почвах определенного агроценоза; б) относительное содержание в почвах агроценоза форм химических соединений, необходимых для питания почв, которые включают в себя определенные тяжелые металлы; в) физиологическая значимость любого из тяжелых металлов, а также степень распределения их по растению.

Из этого следует, что совокупный вред от применения пестицидов, загрязняющих почвенные слои, неизмеримо превосходит рациональность от их эксплуатации. Влияние разрушительно как для человека, так и животных, и растений.

Самым же опасным моментом для сельскохозяйственных угодий является водная эрозия, которая охватывает более 30% материков, а также ветровая, на чей счет доводится более 35%. Ее воздействие нередко подавляет целостность почвенных покровов и как минимум подрывает функционал. Приметно снижается коэффициент природной продуктивности растительных культур, вместе с этим недостаточный уровень плодородия влечет за собой исключительно ущерб и деградацию. Разновидности эрозий представлены в таблице 1.

Далее следует указать на засоление почв. В ходе своей хозяйственной деятельности, люди вполне могут увеличивать засоление

почв естественным путем. Подобный факт именуется как повторное засоление, а также высоко используется в засушливых регионах при неритмичном поливе обрызгиваемых территорий.

По всей планете земли подвергаются повторному процессу засоления в 35-ти %-ном количестве. Согласно данным Российской академии наук, общая совокупная площадь земельных ресурсов, поддавшихся засолению на территории Российской Федерации равна 40 млн. га. Сюда причисляются почвы, пострадавшие в ходе осолодолового, солончакового, глубоководного, солончакового воздействия, а также солоди и солонцы. Ареалами данного фактора является юго-восток европейской части России, преимущественно в центре и на юге Поволжья, северо-восток Предкавказья, южная часть Западной и Восточной Сибири, также сюда входит территория Якутия.

На территории России наиболее засоленными районами являются Поволжье и Западная часть Сибири, где площади составляют 11,6 и 10,2 млн га. В Республике Алтай, в центральных степных районах, совокупная площадь почв, поддавшихся засолению приблизительно равна 2 млн. га. Большая часть из них адаптирована под использование кормовых и полевых севооборотов, а также в роли пастбищ и сенокосных районов. Единственная причина — низкий показатель природной производительности, показатель которой варьируется от 2 до 6 ц/га [11].

Также почвы заболачиваются, явно это выражено в неудобренных территориях Российской Федерации, к примеру, в Западносибирской низменности, в районах пожизненных льдов. Заболачивание разрушает агрономическую специфику почвенных ресурсов, а также сокращает показатели продуктивности лесов [12].

Используя средства натурального содержания, следует помнить об увеличении в агроэкосистеме численности возделываемых экологически стойких видов растений в неблагоприятных почвенно-климатических условиях. Преимущественно это заметно в севооборотах. Впечатляющей ролью обладает дебаркация лесополосных огороживаний полезащитного, приовражного типа, как и использование дифференцированных севооборотов посредством посевов полосной разновидности,

как и поверхностная подготовка почв, безопасная для живнвья, а также использование биотехнологий для нейтрализации сорняков и иных представителей дикорастущей растительности.

Структура экологизации земледелия многогранна, заключающая в себе 6 групп факторов, среди которых: общественные потребности, минимизация загрязнения окружающей среды, хозяйственная деятельность человека, уровень интенсификации и производства, природные условия, агроэкологические требования сельскохозяйственных культур.

Результаты исследования и их обсуждение.

Полевой эксперимент проведен на территории Кузнецкого района Пензенской области в районе технических работ на нефтепроводе «Дружба-2».

Результаты исследования, проведенного автором, представлены в таблице 2.

Эксперимент показал, что уровень развития земледельных технологий приспособлен к любому из приведенных в таблице 2 факторов, путем вычисления агротехнических и биологических условий для сельскохозяйственных угодий, а также обеспечении оптимальной среды. Инновация содержится в том, что вместо классического способа картографирования почв, необходимо внедрять почвенно-картографическое оснащение с проекцией сложения определенного агропочвенного слоя, который в последствии будет используем в аграрных целях.

Таблица 2. Схема полевого эксперимента
Table 2. Scheme of the field experiment

Факторы	Варианты опыта по типам строения почвенного профиля
Ветровая эрозия (дефляция)	A1B1
Промышленная эрозия	A1B2
Военная эрозия	A1B3
Пастбищная эрозия	A1B4
Ирригационная эрозия	A1B5
Почвенная эрозия	A1B6
Пыльные бури	A2B1
Овражная эрозия	A2B2





При классификации земель ключевым фактором является коэффициент пригодности относительно сельскохозяйственных культур в массовом выражении. Любой группе присущи категории, характер и технология устранения либо ослабления ограничительных факторов ввиду возделывания культурных угодий, либо же схожих по агроэкологическим условиям. Также настоящий процесс классифицирования земель базируется на нейтрализации либо ослаблении деградации, загрязнения и иного рода явлений, подрывающих целостность и значение почв сельскохозяйственного предназначения.

Проведенное исследование показало, что при анализе почвенных проб на нарушенных участках в них выявлено снижение содержания гумуса, щелочногидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия. Такие изменения произошли из-за перемешивания верхнего плодородного гумусового горизонта с нижележащими глинисто-карбонатными слоями. На участках с нарушенным почвенным профилем при проведении рекультивационных работ была нарушена технология укладки снятых почвенных горизонтов, что подтверждается проведенным обследованием и агрохимическим анализом отобранных почвенных проб с этих участков. Расчеты сроков восстановления антропогенно нарушенной почвы по запасам гумуса показывают, что гипотетическое время, необходимое для восстановления нарушенных почв в слое 0-50 см на исследуемых земельных участках, составляет от 35 до 65 лет.

Область применения результатов. Результаты исследования могут применяться для рациональной эксплуатации сельскохозяйственных угодий человеком, которые будут содействовать их конвертируемости на нарушенных почвах.

Выводы. Любое вмешательство человека в природное лоно, а также природно-почвенное пространство воспринимается как с благоприятной стороны, так и с отрицательным уклоном, при этом стоит оценивать эффект от

данных воздействий, predeterminedный объемом предпосылок. Например, исполнение реабилитационных мер в сопротивление эрозийным последствиям основывается на совершенствовании характеристик плодородности, полноценное обеспечение влагой гарантирует благосостояние и действенность почвенных угодий в виде высоких показателей урожайности. Однако, поливные операции нужно реализовывать на соразмерных началах, иначе образуются болота, засаливаются почвы, а также прогневает флора. Во избежание первостепенных опасностей, следует подготовить системы агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур и земель, реализовать агроэкологическое дробление угодий, а также установить вариации земель и разработать технологию почвенно-ландшафтных мониторингов.

Список источников

1. Макасовский В.Л. Географическая культура: учебное пособие для студентов вузов. М.: ВЛАДОС. 1998. 416 с.
2. Костычев П.А. Почвоведение. М.: Юрайт, 2019. 315 с.
3. Герасимова М.И., Караваева Н.А., Таргульян В.О. Деградация почв: методология и возможности картографирования // Почвоведение. 2000. № 3. С. 358-366.
4. Белобров В.П. и др. География почв с основами почвоведения. М.: Academia, 2016. 384 с.
5. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения. — М.: Владос, 2015. 453 с.
6. Дюшюфур Ф. Основы почвоведения. Эволюция почв. М.: Медиа, 2017. 513 с.
7. Doddagoudra S., Kulkarni R. & Gubbi M. (2017). An Introduction to Agricultural Anthropology, 5(1): 144-147.
8. Brodt S., Six J., Feenstra G., Ingels C. & Campbell, D (2011). Sustainable Agriculture, Nature Education Knowledge, 3 (10):1.
9. Sarker M.N. I. (2016). Causes and possible solutions of seasonal food insecurity (Monga) perceived by char dwellers in Bangladesh. International Journal of Ecology and Development Research, 1(1): 002-009.

10. Долбиллин А.В. Земледелие с основами почвоведения и агрохимии. М.: Бибком, 2017. 646 с.
11. Минеев В.Г. Обухов А.И. Агрохимия и биосфера. М.: Колос, 1984. С. 52-55.
12. Коснырева М., Золотая Л. Геофизические методы в почвоведении. М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2011. 132 с.
13. Добровольский, Г.В. Лекции по истории и методологии почвоведения. М.: РГТУ, 2010. 232 с.

References

1. Maksakovskii V.L. (1998). *Geograficheskaya kultura*. Uchebnoe posobie dlya studentov vuzov. Moscow: VLADOS, 416p.
2. Kostychev P.A. (2019). *Pochvovedenie*. Moscow: Yurait, 315 p.
3. Gerasimova M.I., Karavaeva N.A., Targulyan V.O. (2000). *Degradatsiya pochv: metodologiya i vozmozhnosti kartografirovaniya*. *Pochvovedenie*, no. 3, pp. 358-366.
4. Belobrov V.P. (2016). *Geografiya pochv s osnovami pochvovedeniya* Moscow: Academia, 2016. 384 p.
5. Dobrovolskii V.V. (2015). *Geografiya pochv s osnovami pochvovedeniya*. Moscow: Vlados, 453 p.
6. Dyushofur F.(2017). *Osnovy pochvovedeniya. Ehvolutsiya pochv*. Moscow: Media, 513 p.
7. Doddagoudra S., Kulkarni R. & Gubbi M. (2017). An Introduction to Agricultural Anthropology, 5(1), pp.144-147.
8. Brodt S., Six J., Feenstra G., Ingels C. & Campbell, D (2011). Sustainable Agriculture, Nature Education Knowledge, 3 (10):1.
9. Sarker M.N. I. (2016). Causes and possible solutions of seasonal food insecurity (Monga) perceived by char dwellers in Bangladesh. International Journal of Ecology and Development Research, 1(1), pp. 002-009.
10. Dolbilin A.V. (2017). *Zemledelie s osnovami pochvovedeniya i agrokhimii*. Moscow: Bibkom, 646 p.
11. Mineev V.G. , Obukhov A.I. (1984). *Agrokhimiya i biosfera*. Moscow: Kolos, pp. 52-55.
12. Kosnyreva M., Zolotaya, L. (2011). *Geofizicheskie metody v pochvovedenii*. Moscow: LAP Lambert Academic Publishing, 132 p.
13. Dobrovolskii G.V.(2018). *Lektsii po istorii i metodologii pochvovedeniya*. Moscow: RGGU, 232 p.

Информация об авторах:

Германова Светлана Евгеньевна, старший преподаватель департамента Техносферной безопасности Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2601-6740>, germanova-se@rudn.ru

Петухов Николай Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент департамента техносферной безопасности Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1521-2797>, petukhov-nv@rudn.ru

Самброс Наталия Борисовна, старший преподаватель департамента техносферной безопасности Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6704-6834>, sambros-nb@rudn.ru

Пивень Елена Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры общественного здоровья, здравоохранения и гигиены Медицинского института Российского университета дружбы народов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4688-0926>, piven-ea@rudn.ru

Зинченко Александра Валерьевна, ассистент департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7865-4985>, zinchenko-av@rudn.ru

Information about the authors:

Svetlana E. Germanova, senior lecturer of department of technosphere security of the Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2601-6740>, germanova-se@rudn.ru

Nikolay V. Petukhov, candidate of agriculture science, associate professor of the department of technosphere security of the Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1521-2797>, petukhov-nv@rudn.ru

Nataliya B.Sambros, senior lecturer of department of technosphere security of the Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6704-6834>, sambros-nb@rudn.ru

Elena A. Piven, candidate of medical sciences, associate professor, associate professor of the department of public health of the Healthcare and Hygiene Institute of Medicine, Peoples' Friendship University of Russia, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4688-0926>, piven-ea@rudn.ru

Alexandra V. Zinchenko, assistant of the department of landscape design and sustainability of Ecosystems of the Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7865-4985>, zinchenko-av@rudn.ru



Научная статья
УДК 636.082.21; 636.082.22
doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_43

ГЕНЕАЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МУЖСКИХ ЛИНИЙ В КАБАРДИНСКОЙ ПОРОДЕ ЛОШАДЕЙ И ИХ СОЧЕТАЕМОСТЬ ПРИ КРОССАХ МЕЖДУ СОБОЙ

Х.К. Амшоков^{1,2}, М.Х. Жекамухов¹, А.М. Зайцев²,
З.Х. Амшокова¹, А.Д. Хаудов¹

¹Институт сельского хозяйства — филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»,
Нальчик, Кабардино-Балкария, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства,
п. Дивово, Рязанская область, Россия

Аннотация. Разделение породы на разнокачественные группы, создание и поддержание структуры породы является основной целью разведения по линиям, что обеспечивает не только сохранение желаемых свойств животных данной породы, но и их дальнейшее совершенствование. Сохранение в породе достаточного количества относительно самостоятельных линий способствует развитию большей пластичности. В концепцию линейного разведения входят также межлинейные скрещивания наиболее удачно сочетающихся линий и работа с маточными семействами, при котором создаются большие возможности для гомогенного и гетерогенного отбора. При широком использовании межлинейных кроссов хорошо подобранных линий не следует забывать о содержании и улучшении основных линий, одновременно не исключая создание условий выращивания и использования животных, которые способствовали бы формированию и совершенствованию особей выбранного типа. В этой статье представлена генеалогическая структура чистопородных жеребцов кабардинской породы, представлена 13 линиями, где наибольшее представительство в племенном поголовье имеют линии жеребцов Атласа, Фиолета, Лахрана, Зураба, и Дара. Среди представительниц этих линий много эталонных и ценных для породы маток и жеребцов, отличающихся хорошей плодовитостью и качеством потомства. При правильном и широком использовании данных жеребцов с системной ротацией, эти линии имеют большие шансы к развитию и распространению.

Ключевые слова: кабардинская порода лошадей, селекционная работа, генеалогическая структура, мужские линии

Original article

GENEALOGICAL STRUCTURE OF PATERNAL LINES IN THE KABARDIAN HORSES AND THEIR COMPATIBILITY IN CROSSES WITH EACH OTHER

Kh.K. Amshokov^{1,2}, M.Kh. Zhekamukhov¹, A.M. Zaitsev²,
Z.Kh. Amshokova¹, A.D. Khaudov¹

¹Institute of Agriculture — branch of Federal state budgetary scientific
institution «Federal Research Center «Kabardino-Balkar Scientific Centre
of the Russian Academy of Sciences», Nalchik, Kabardino-Balkaria, Russia

²All-Russian Research Institute of Horse Breeding, Russia, Ryazan region,
Divovo village, Russia

Abstract. The division of the breed into different-quality groups, the creation and maintenance of the structure of the breed is the main goal of breeding along the lines, which ensures not only the preservation of the desired properties of animals of this breed, but also their further improvement. The preservation of a sufficient number of relatively independent lines in the breed contributes to the development of greater plasticity. The concept of linear breeding also includes interlinear crosses of the most successfully combined lines and work with uterine families, which creates great opportunities for homogeneous and heterogeneous selection. With the widespread use of interlinear crosses of well-chosen lines, one should not forget about the maintenance and improvement of the main lines, while at the same time not excluding the creation of conditions for the cultivation and use of animals that would contribute to the formation and improvement of individuals of the selected type. This article presents the genealogical structure of purebred stallions of the Kabardian breed, represented by 13 lines, where the lines of Atlas, Fiolet, Lakhra, Zurab, and Dar stallions have the greatest representation in the breeding stock. Among the representatives of these lines there are many queens and stallions valuable for the breed, distinguished by good fertility and the quality of offspring. With proper and widespread use of these stallions with system rotation, these lines have a great chance of development and spread.

Keywords: kabardian horses, genealogical structure, breeding, paternal lines

Вся история человеческого общества связана с широким использованием лошадей и во многом определена им. «Спина лошади — основа Государства» — сказал один из китайских мудрецов две тысячи лет тому назад. И это утверждение вполне подтвердила история жизни самых разных народов.

Коневодство в России всегда было особой отраслью животноводства. Лошадь была

показателем державности страны и возможностью выживания на ее территории целых народов в самых трудных периодах истории. Было время, когда от развития этой отрасли, качества конского поголовья, умения, навыков и традиций общения с конем часто зависела судьба государств. И сегодня коневодство — многогранная и важная отрасль животноводства, требующая особого внимания для дальнейшего развития.

Это диктует необходимость совершенствования хозяйственно-полезных качеств пород, с учетом меняющихся условий их использования и роли в развитии цивилизаций. Поэтому проблема совершенствования отечественных пород лошадей остается одной из главнейших задач племенного коневодства.

Высокий уровень требований к совершенствованию, одной из лучших горских пород

лошадей в России и мире — кабардинской, требует тщательной детализации приемов и методов селекции, гарантирующей его выполнение. В условиях дальнейшего совершенствования породы отбор по типичности проводится с целью формирования специфического заводского типа кабардинской породы лошадей, хорошо приспособленного к суровым условиям содержания, отличающегося хорошим экстерьером и высокой плодовитостью [1].

При отборе в племенное использование главным критерием оценки должно являться оценка по работоспособности, высокой общей выносливости и приспособительным качествам. [2] Интенсивность отбора должно сохраняться на уровне 15% кобыл из ставки, при которой в хозяйствах можно обеспечиваться показатели превосходства отбираемой группы над сверстниками — сюда войдут все самые развитые, типичные и эталонные кобылы. При этом необходимо выдерживать селекционный дифференциал по работоспособности и выносливости. В этом случае интенсивность отбора среди маточного поголовья будет выше [3,4].

Особое место в племенном разведении кабардинских лошадей занимает генеалогический подбор. Чистопородное разведение связано с проблемой родственного спаривания, поэтому основной целью генеалогических подборов является поддержание высокой гетерозиготности племенного конепоголовья. Это достигается тем, что родственное спаривание проводится, ограничено, а коэффициент инбридинга не должен превышать 3,12% или III-IV по Шапоружу. Это оптимальная граница инбридинга — уровень 5 свободных поколений по Остингену.

Исследованиями установлено, что ни один жеребец-производитель, полученный с использованием тесного (I — II; II — III) инбридинга, даже если он был выдающимся скакуном, не оставил следа в породе. В то же время за все существование учета не было ни одного производителя с отдаленным инбридингом, который был бы «пустышкой» при испытаниях или в хозяйстве [5].

Учитывая значение для повышения селекционного эффекта «двигателей прогресса» породы — жеребцов, нужно иметь в виду и «стамину» породы — ее маточный состав и влияние инбридинга на плодовитость кобыл (так как инбридинг — депрессия и в своем крайнем проявлении — это бесплодие или гормональное перерождение) [6].

Перспектива длительного совершенствования породы имеет свою положительную сторону в отношении расширения и укрепления наследственной устойчивости уже приобретенных полезных признаков. Проявляющаяся при этом закономерность улучшения признаков выдвигает необходимость поиска наиболее эффективных приемов разведения.

В племенной работе с кабардинской породой исключительное значение для всестороннего развития и совершенствования имеет постоянное обогащение её генеалогической структуры. Особую важность при этом имеет внутрilineйная консолидация лошадей и отчётливая межlineйная их дифференциация. В перспективе селекционно-племенная работа с кабардинской породой должна быть направлена на дальнейшую типизацию производящего состава и выращивание лошадей верхового типа, с сохранением стандартов породы и ценных хозяйственно-полезных признаков. При этом основное внимание должно быть направлено не только на расширение массива породы, но и на её качественное развитие.

Определяющим фактором для совершенствования породы в табунном коневодстве является наличие в достаточном количестве жеребцов-производителей высокого качества — класса элита. Качество производителей определяется с учётом результатов бонитировки, особое внимание, обращая при этом на желательный тип, происхождение и экстерьер. Оценку потомства и воспроизводительных качеств необходимо проводить ежегодно. Для развития и совершенствования качеств лошадей, наряду с полноценной и плановой племенной работой, необходимо организовать

и правильно построенную технологию табунного содержания и выращивания племенного молодняка.

По результатам исследований видно, что подавляющая часть поголовья производящего состава находится в молодом и среднем репродуктивном возрасте, это результат выбраковки из состава малоценных, нетипичных и старых лошадей и введением в состав молодых кобыл и жеребцов, полученных при культурно-табунном методе содержания и улучшенной технологии выращивания [7].

Линейное распределение лошадей кабардинской породы зарубежной селекции практически аналогично Российской. В первую очередь это связано с тем, что в племенной работе у них тесные связи с российскими коннозаводчиками и все племенное поголовье кабардинских лошадей за рубежом, записываются в Российскую Государственную племенную книгу.

Генеалогическая структура чистопородных лошадей кабардинской породы, записанных в VI, VII, VIII томах и Дополнениях к VI и VII тому Государственной племенной книги представлены 13 линиями. Наибольшее представительство, ценность, значение и перспективы развития для породы в настоящее время имеют линии жеребцов Фиолета, Лахрана, Атласа, Дара, Зурба и Арбича 25. Среди представителей этих линий выше процент эталонных и ценных для породы маток, и жеребцов, среди которых выделяются выдающиеся по работоспособности особи. Эти линии хорошо сочетаются при кроссах между собой и с другими генеалогическими комплексами. Наряду с этим, нужно отметить факт возрождения очень ценных линий Асланбека, Учинари, Али Кадыма и Зайчика. Среди представителей этих линий много лошадей нарядного верхового типа с правильным пропорциональным сложением, повышенными приспособительными качествами и высокой выносливостью. Остальные линии представлены незначительно и не имеют достаточных перспектив к развитию.

Таблица. Линейное распределение лошадей кабардинской породы, записанных в VI том, Дополнение к VI тому, VII том, Дополнение к VII тому и VIII том Государственных племенных книг с учетом зарубежной селекции

Table. Linear distribution of Kabardian horses recorded in Volume VI, Supplement to Volume VI, Volume VII, Supplement to Volume VII and Volume VIII of the State studbooks, taking into account foreign breeding

Линии	Жеребцы			Кобылы			Всего		
	гол.	%	за рубежом	гол.	%	за рубежом	гол.	%	за рубежом
			гол.			гол.			гол.
7 Атласа 73	41	10,2	3	413	11,3	26	454	11,2	29
434 Фиолета	73	18,1	4	624	17,1	24	697	17,2	28
0235 Дара 70	65	16,1	3	516	14,1	22	581	14,3	25
192 Лахрана 11	45	11,2	4	418	11,5	27	463	11,4	31
28 Зурба 75	42	10,4	5	455	12,5	28	497	12,3	33
Арбича 25	52	12,9	3	396	10,9	14	448	11,1	17
Асланбека	19	4,8	3	77	2,1	17	96	2,4	20
Учинари	11	2,7	1	52	1,4	8	63	1,6	9
67 Али Кадыма 9	10	2,5	1	7	0,2	4	17	0,4	5
Зайчика	7	1,7	-	67	1,8	7	74	1,8	7
Борея	-	-	-	31	0,8	-	31	0,8	-
1658 Историка	13	3,2	-	236	6,5	-	249	6,1	-
Лок-Сена	5	1,2	-	21	0,6	-	26	0,6	-
Нелинейные	20	5,0	-	336	9,2	2	356	8,8	2
Итого:	403	100,0	27	3649	100,0	179	4052	100,0	206



Основные линии кабардинской породы лошадей

Линия Фиолета

Среди представителей этой линии много эталонных и ценных лошадей в производящем составе породы. Для её представителей характерны выраженный верховой тип сложения, сухая, крепкая конституция, хорошие способности при испытании на выносливость. Линия получает своё развитие через потомков выдающегося по работоспособности и качеству потомства жеребца Фарона 45, который оказал большое влияние на совершенствование кабардинской породы лошадей. При испытаниях он участвовал в 15 скачках, из которых выиграл 14, в том числе Большой 2-х летний и Дерби.

Сыновья Фарона 45 — родные братья Фархад 4 и Фаридон 53, а также Фиорд 14, внуки Фазан 19, Газават 3 и Финал отличились крепким здоровьем, породностью, высокой работоспособностью и качеством потомства, они внесли большой вклад в развитие и совершенствование породы. Линия Фиолета представлена 73 жеребцами кабардинской породы. Среди них выделяются:

- 799 Карагез 07 — неоднократный победитель и призер чемпионатов и Кубка России на 160 км, участник чемпионата мира в Германии, от выдающегося жеребца Фидара — сына 597 Фархада 4 и Дризки от Дженала 29 (линии Дара);
- 1074 Геримес 2009г., от 737 Абрека 01 и 5554 Галины 18 (линии Фиолета, инбридинг в степени 3х3 на известного жеребца 556 Газават3), участник многодневного конного перехода на 1270 км во Франции. Французская ассоциация любителей кабардинской породы лошадей оставила его для использования жеребцом-производителем.

При работе с линией Фиолета. Рекомендуют использовать внутрилинейное разведение, при котором получены хорошие результаты. Имеется также положительный опыт получения классных лошадей при кроссах с линиями Атласа, Дара, Асланбека и Лахрана.

Линия Лахрана

Линия развивается через сыновей 192 Лахрана 11 — 523 Лука и 520 Лазутчика. В настоящее время линия Лахрана широко представлена в породе, в количестве 45 жеребцов, через выдающегося гн. Лерика, 1968г. — основного продолжателя линии. Среди них выделяются такие производители, как 767 Горец 01, 940 Лескен 44, 938 Ландыш 29 и др., приплод от которых отличается ярко выраженной типичностью, стойкостью при испытаниях и высокими адаптивными качествами к неблагоприятным условиям содержания.

При работе с линией Лахрана следует применять внутрилинейное разведение с допуском инбридинга в умеренных степенях. В настоящее время линия Лахрана в породе развивается динамично и хорошо сочетается в кроссах с линиями Фиолета, Дара, Атласа, неплохие результаты получены и с линиями Учинари и Асланбека.

Линия Дара

Линия начала свое развитие в МКЗ № 34, а затем получила широкое распространение в породе. В коневодческих хозяйствах сосредоточены ценные женские семейства и гнезда представительниц этой линии, которые отличаются крепкой конституцией, хорошей колодкой,

высокой выносливостью и приспособительными качествами. Линия Дара представлена 65 жеребцами, которые в большинстве относятся к основному и желательному верховому типу, отличаются очень высокой выносливостью, среди них выделяются победитель 1000 км пробега в 2020г. гн. Инал 12 от 911 Домбея 7 и Изауры 21 (линии Асланбека), призер этих испытаний вор. Шагди 17 от 907 Довода 30 и Флоры 15 (линии Фиолета), а также 757 Беркут 01, вор., 1999г. от Дуплета 32 — сына Дженала 29, победитель кубка России на 160 км и приза Президента на 120 км, призер чемпионата России на 160 км. Жеребец выдающейся работоспособности, в настоящее время находится в КЧР, Хабезский район, шато «Биберд».

При кроссе с линиями Фиолета, Атласа и Асланбека получены хорошие результаты. Преобладающая масть гнедая, вороная и караковая.

Линия Зураба

28 Зураб 75, гнедой жеребец, родился в 1923 году в Малкинском конном заводе № 34, где продуцировал до 1939 года. Лучшие сыновья Зураба 167 Залуку 76 и 166 Залог 116, через которых в основном линия получила свое развитие в породе. 166 Залог 116 находился в Кабардинском конном заводе № 110 до 1949 года. Затем он был передан конному заводу им. Сталина, где особенно широко использовался. При работе с этой линией наряду с внутрилинейным разведением, рекомендуется применять кроссы с представителями линии Фиолета, Дара, Атласа и Асланбека, при которых уже получено много высококлассных лошадей. Среди них 1076 Залог гн., 2009г. от 916 Задора 37 и Даниелы 4 (линии Фиолета), участник международного конного перехода на 1270 км. г. Урупель (Басский край) — Нормандия (Мон Сен Мишель), используется производителем во Франции, очень популярен. Линия Зураба представлена 42 жеребцами кабардинской породы.

Линия Арбича 25

Представители этой линии отличаются породностью, сухостью и крепостью конституции. Арбича 25, гн., 1966 г., выдающийся жеребец по качеству приплода, рождён в МКЗ № 34, КБР, который на ВДНХ СССР в 1972 г. получил диплом 1-степени. Линия развивается через его сыновей, внуков и правнуков.

Значительный след в породе оставили сыновья Арбича 25 — Абрек 52, гн., 1982г. и Башлык 6. Лучшими представителями этой линии являются 1016 Инал, вор., 2004 г. и вор. Казбич 13.

1016 Инал, вор., 2004 г. от Адыгейца и 6191 Даны (линии Зураба) Выдающийся жеребец — победитель Кубка Европы среди элитных лошадей досуга в 2011 г. в г. Леоне (Франция). Участник многодневного конного перехода на 1270 км во Франции в 2014. Все время выступает под седлом Джули Деберт (Франция), которой он и принадлежит. Используется жеребцом-производителем во Франции, очень популярен.

Вор. ж. Казбич 13 от 736 Абрека 01 и Карины 7 (линии Дара) — призер 1000 км пробега в 2020г.

Линия хорошо сочетается при кроссах с линиями Зураба, Дара и Фиолета. Линия Арбича 25 представлена 52 жеребцами кабардинской породы.

Линия Учинари

Родоначальник линии, элитный жеребец основного типа Учинари, кар. 1930 г. получен в Кулларском конзаводе № 73 (Грузия), где он

оставил многочисленное ценное потомство. В 1946 г. он был переведен в Кабардинский конзавод № 110, где использовался на хороших матках, что послужило залогом получения от него ценных лошадей. Линия в настоящее время развивается через Унтера 20, гн., 1994г. от Упора 2. Унтер 20 ряд лет широко использовался на отличных матках и дал приплод типичный, породный, с повышенной выносливостью, что послужило причиной большой популярности его сыновей среди коневладельцев. В настоящее время линия динамично развивается через 1012 Урана 7, 987 Гирея 29, 1010 Убыха 14 и Фундука, кар. 2004 г.

В настоящее время линия представлена 11 жеребцами. Рекомендуется использовать в кроссах с линиями Фиолета, Асланбека и Атласа и при внутрилинейном разведении.

Линия Атласа

7 Атлас 73 гн., 1922 г., до 1942 года продуцировал в Малкинском конном заводе № 34 и Кабардинском конном заводе № 110.

Лучшим производителем линии Атласа являлся жеребец — производитель 79 Арсенал, гнедой 1940 г.р., через которого линия получила развитие в породе. Он использовался в Малкинском и им. Сталина конных заводах. Дочери его имели глубокое туловище, на низкой ноге и хорошую линию верха. Линия Атласа представлена 41 жеребцами-производителями. Все жеребцы отличаются хорошим экстерьером, высокой выносливостью, нарядностью. Из них выделяются:

- 834 Мамлюк, гн. 1997 г., ярко выраженного восточного типа, крепкой и сухой конституции. Очень нарядного, гармоничного сложения. Основной жеребец в Словакии и Чехии, пользуется большой популярностью и в других странах. Приплод от него имеет повышенный спрос;
- 845 Азарт 11, кар., 2006г., выраженного верхового типа, крепкой конституции, сложение пропорциональное, правильное, приплод отличается исключительной породностью, нарядностью и высокими приспособительными качествами;
- 975 Андор 21, вор., 2005 г. выраженного верхового типа. Гармоничного сложения, с крепкой и сухой конституцией, с хорошо развитой мускулатурой. При испытаниях на выносливость показал высокие результаты и стойкость. Участник трёх многодневных конных переходов общей протяжённостью более 1000 км. (100 км в день). Приплод однотипен, породен, с высокими приспособительными качествами.

Линия Асланбека

Родоначальник линии Асланбек, гн., 1926г. (Аслангери и Айшат), чемпион ВСХВ в 1939г. Его сын Аслан, гн., 1934г. (Асланбек — Шарифа), обладатель диплома 1-степени ВСХВ в 1940г.

В настоящее время линия развивается через потомство внуков и правнуков 279 Асланбека — Антея 47, гн., 1987 г. Анкера 53, т.гн., 1986 г. и Абрага 19, от которых уже получено много ценных породных лошадей, в том числе, 978 Ашабей 3 и его сын Гранд, который находится в Швейцарии, где используется жеребцом-производителем. Линия Асланбека представлена 19 жеребцами. Среди которых выделяются т. гн. 2002 г. 1018 Азамат 5 от Антея 47 и Зангелы 17 (линии Зураба) и т. гн. 2009 г. 1020 Алмаз





от 978 Ашабея 3 и Лоры 3 (линии Лахрана). Жеребцы этой линии используются широко в производящем составе породы и приплод от них пользуются повышенным спросом. Линия Асланбека хорошо сочетается с линиями Фиолета, Учинари, Атласа, Зураба и Лахрана. Представители линии Асланбека отличаются наличием высоких хозяйственно-полезных качеств, особенно выносливостью в пробегах на длинные расстояния. Победитель 1000 км пробега в 2021 г. гн. ж. Лескен от 1018 Азамата 5 и 7946 Задумки (линии Зураба) и третий призер этих испытаний Маузер от 1018 Азамата 5 и 5977 Малки 2 (линии Фиолета) — представители линии Асланбека. При дальнейшем, более широком использовании этих жеребцов, линия имеет хорошие перспективы для развития.

Линия Зайчика

Родоначальник линии Зайчик, гн., 1942 г. родился в Кошехабском районе, респ. Адыгея. Породный, основного типа, костистый, с глубоким и длинным корпусом. Был приобретён Лабинским конзаводом № 93, где ряд лет состоял производителем и оставил очень ценное потомство.

В Кабардинском конном заводе № 110 кроме группы маток эту линию представляли перво-классные жеребцы Задор и его сыновья 357 Зангезур 106 и Зураб. Рождённый в Лабинском конном заводе № 93 Задор, гн., 1942 г., его сын 357 Зангезур 106 и внук Зарок 51, использовались производителями в ряде хозяйств, дали очень много породных лошадей, как кобыл, так и жеребцов. В настоящее время в производящем составе кабардинской породы находятся 7 жеребцов линии Зайчика. Среди них выделяются 997 Замир 1 от Заказа 5 и Агаты 27 (линии Атласа) и 1051 Заяюк 05 от Заряда 3 и Анаграммы (линии Асланбека). При правильном использовании этих жеребцов линия имеет большие перспективы для развития и более широкого распространения.

Продуманной системной работы для своего развития требуют все линии, но более других — линия Али-Кадыма, выдающегося по работоспособности и качеству потомства жеребца. Али-Кадыма, гн., 1946 г.р., рождённого в с. Куба, Баксанского р-на, КБР. Успешно скакал в г. Нальчике в 3-5-летнем возрасте. В 1946 г. на Московском ипподроме он легко выиграл пробег на 250 км среди жеребцов лучших отечественных

пород. Дистанция была преодолена за 23 часа, последние 2 км резвым голопом. В производящем составе в настоящее время используется 10 жеребцов этой линии. Основными из которых является 1019 Ализар от Алмаза и Пломбы (линии Атласа) и 1025 Арбат от Азимута и Домиры 8 (линии Дара). При более широком использовании этих жеребцов на хороших матках, с правильным воспитанием полученных жеребчиков, эта ценная линия имеет неплохие перспективы к возрождению.

Представители этих линий являются постоянными участниками регулярно проводимых в последние (2018 — 2021) годы дистанционных конных пробегов, часто становясь победителями или призерами этих испытаний.

Работа с кабардинской породой лошадей должна идти постоянно по пути выявления основного селекционируемого признака — высокой общей и специальной выносливости при хороших приспособительных качествах. Строго должно быть исключено племенное использование нетипичных, не испытанных на выносливость жеребцов-производителей.

По степени популярности и динамике численности, интенсивности распространения в регионах России и в зарубежных странах, по устойчивости этих факторов кабардинцы опережают в последние годы многие отечественные породы лошадей, даже с длительной историей заводского разведения. Возросшая популярность кабардинских лошадей среди спортсменов и любителей, распространение породы за пределами нашей страны, успехи ее представителей в дистанционных пробегах и многодневных конных переходах обеспечивают ей хорошие перспективы.

Список источников

1. Амшонов Х.К., Тарчкова Т.М., Халилов Р.А. Государственная книга племенных лошадей кабардинской породы, том VIII. Под. ред. В.В. Калашникова. Дивово: ВНИИ коневодства, 2019. 724 с.
2. Амшонов Х.К., Тарчкова Т.М., Халилов Р.А. Государственная книга племенных лошадей кабардинской породы, том VII. Под. ред. В.В. Калашникова. Дивово: ВНИИ коневодства, 2012. 824 с.
3. Амшонов А.К., Тарчкова Т.М. и др. Рекомендации по совершенствованию кабардинской породы лошадей. Дивово, 2014 г.

4. Амшонов Х.К., Жекамухов М.Х., Зайцев А.М. [и др.] Современное состояние и перспективы развития лошадей кабардинской породы в России и за рубежом // Коневодство и конный спорт. 2021. № 6. С. 26-30. doi: 10.25727/HS.2021.6.60156. EDN IANFFA.

5. Thornhill N.W. (1993). The Natural History of Inbreeding and Outbreeding: Theoretical and Empirical Perspectives. Chicago: University of Chicago Press. ISBN 978-0-226-79854-7.

6. Swindell W.R., et al. (2006). «Selection and Inbreeding Depression: Effects of Inbreeding Rate and Inbreeding Environment». Evolution. 60 (5): 1014-1022. doi:10.1554/05-493.1. PMID 16817541. S2CID 198156086.

7. Амшонов Х.К., Жекамухов М.Х., Хаудов А.Д. [и др.] Динамика основных селекционируемых параметров лошадей кабардинской породы, записанных в VIII том государственной племенной книги // Вестник аграрной науки. 2021. № 6(93). С. 10-16. doi: 10.17238/issn2587-666X.2021.6.10. EDN ECDKAT.

References

1. Amshokov H.K., Tarchokova T.M., Khalilov R.A. (2019). State stud book of Kabardian horse breed, volume VIII. Edited by academician V.V. Kalashnikov. Divoovo: All-Russian Research Institute of Horse Breeding, 724 p.
2. Amshokov H.K., Tarchokova T.M., Khalilov R.A. (2012). State Stud Book of Kabardian horse breed, volume VII. Edited by academician V.V. Kalashnikov. Divoovo: All-Russian Research Institute of Horse Breeding, 824 p.
3. Amshokov A.K., Tarchokova T.M. (2014). Recommendations for improving the Kabardian horse breed, Divoovo
4. Amshokov H.K., Zhekamukhov M.H., Zaitsev A.M., Khaudov A.D., Berbekova N.V., Batyrova O.A., Taova Z.H. (2021). Current state and prospects of development of kabardian horses in russia and abroad. *Konevodstvo i konniy sport*, no. 6., p. 26-30. doi: 10.25727/HS.2021.6.60156. EDN YANFFA.
5. Thornhill N.W. (1993). The Natural History of Inbreeding and Outbreeding: Theoretical and Empirical Perspectives. Chicago: University of Chicago Press. ISBN 978-0-226-79854-7.
6. Swindell W.R., et al. (2006). «Selection and Inbreeding Depression: Effects of Inbreeding Rate and Inbreeding Environment». Evolution. 60 (5): 1014-1022. doi:10.1554/05-493.1. PMID 16817541. S2CID 198156086.
7. Amshokov H.K., Zhekamukhov M.H., Khaudov A.D., Batyrova O.A., Berbekova N.V. (2021). Dynamics of the main breeding parameters of the kabardin horse breed recorded in volume viii of the state stud book. Bulletin of agrarian science, no. 6(93), p. 10-16. doi: 10.17238/issn2587-666X.2021.6.10. EDN ECDKAT.

Информация об авторах:

Хажисмель Касимович Амшонов, заведующий лабораторией коневодства ИСХ КБНЦ РАН, заведующий нальчикским опорным пунктом Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, главный регистратор лошадей кабардинской породы в ГПК, adamir07@mail.ru
Магомед Хасанович Жекамухов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории коневодства ИСХ КБНЦ РАН, m.zhak.74@mail.ru
Александр Михайлович Зайцев, кандидат сельскохозяйственных наук, директор Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, amzaitceff@mail.ru
Зарета Хажисмелевна Амшопова, научный сотрудник лаборатории коневодства ИСХ КБНЦ РАН, z.taova.z@yandex.ru
Алий-бек Данильбекович Хаудов, научный сотрудник лаборатории коневодства ИСХ КБНЦ РАН, aliy-beck@yandex.ru

Information about the authors:

Khazhismel K. Amshokov, head of the horse breeding laboratory of the IA KBSC RAS, head of the Nalchik strongpoint of the All-Russian research institute of horse breeding, chief registrar of kabardian horses in the Stud book, adamir07@mail.ru
Magomed Kh. Zhekamukhov, candidate of agricultural sciences, researcher at the horse breeding laboratory of the IA KBSC RAS, m.zhak.74@mail.ru
Aleksandr M. Zaitsev, candidate of agricultural sciences, director of the All-Russian research institute of horse breeding, amzaitceff@mail.ru
Zareta Kh. Amshokova, researcher at the horse breeding laboratory of the IA KBSC RAS, z.taova.z@yandex.ru
Aliy-bek D. Khaudov, researcher at the horse breeding laboratory of the IA KBSC RAS, aliy-beck@yandex.ru



Научная статья
 УДК 632.51:632.934.1:633.522
 doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_47

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА СНИЖЕНИЕ СТРЕССОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ

И.И. Плужникова, Н.В. Криушин, И.В. Бакулова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. В статье изложен анализ данных, полученных в течение 2021–2022 гг. на экспериментальном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в Пензенской области. Представлены результаты лабораторных и полевых исследований по оценке влияния регуляторов роста и некорневой подкормки в сочетании с гербицидами на ростовые процессы, всхожесть, сохранность и урожайность растений конопли посевной сорта Надежда. Протравливание семян препаратами Артафит, ВРК; АгроВерм Экран и Лигногумат обеспечивало в лабораторных условиях повышение длины корня, проростка, их массы и всхожести по сравнению с контролем без обработок. В полевых условиях установлено влияние препаратов Артафит, ВРК и Лигногумат на увеличение массы растения и корня, снижение массы сорняков. Повышение урожайности стеблей обеспечивало протравливание препаратом АгроВерм Экран на 9,2%, семян — препаратами Артафит, ВРК и АгроВерм Экран — на 4,0% по сравнению с контролем. Опрыскивания гербицидами Лонтрел гранд, ВДГ и Миура, КЭ позволяли снизить засоренность посевов и повысить урожайность стеблей на 4,2 и 7,7%, семян — на 4,0 и 6,9% по сравнению с контролем. Использование некорневой подкормки обеспечивало рост урожайности стеблей и семян на 5,6 и 7,5% по сравнению с контролем. Взаимодействие всех изучаемых факторов способствовало при использовании гербицида Лонтрел гранд, ВДГ на фоне некорневой подкормки с применением протравителем Артафит, ВРК формированию прибавки урожая стеблей и семян 1,5 и 0,34 т/га, с применением протравителя Лигногумат — прибавки урожая семян 0,31 т/га. При обработке гербицидом Миура, КЭ на фоне некорневой подкормки наибольшая прибавка урожая стеблей и семян получена при протравливании препаратом АгроВерм Экран — 1,8 и 0,45 т/га. При опрыскивании гербицидом в сочетании с обработкой семян препаратом Артафит, ВРК данные показатели составляли 1,2 и 0,43 т/га.

Ключевые слова: конопля посевная, гербициды, регуляторы роста, некорневая подкормка, ростовые процессы, всхожесть, сохранность, засоренность, урожайность растений

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Original article

THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS AND FOLIAR TOP DRESSING ON REDUCING THE STRESS EFFECT OF HERBICIDES IN HEMP CROPS

I.I. Pluzhnikova, N.V. Kriushin, I.V. Bakulova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The article presents an analysis of the data obtained during 2021–2022 at the experimental field of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture” in the Penza region. The results of laboratory and field studies on the assessment of the effect of growth regulators and foliar top dressing in combination with herbicides on the growth processes, germination, preservation and yield of cannabis plants of the Nadezhda variety are presented. Etching of seeds with preparations Artafit, WSC; AgroVerm Screen and Lignohumate provided in laboratory conditions an increase in the length of the root, seedling, their mass and germination compared with the control without treatments. In the field, the effect of the preparations Artafit, WSC and Lignohumate on increasing the mass of the plant and root, on reducing the mass of weeds was established. The increase in the yield of stems was provided by etching with AgroVerm Screen by 9.2%, seeds — with Artafit, WSC and AgroVerm Screen — by 4.0% compared to the control. Spraying with herbicides Lontrel grand, WDG and Miura, CS allowed to reduce the contamination of crops and increase the yield of stems by 4.2 and 7.7%, seeds — by 4.0 and 6.9% compared with the control. The use of non-root top dressing ensured an increase in the safety of stems and the yield of stems and seeds by 5.6 and 7.5% compared with the control. The interaction of all the studied factors contributed to the formation of an increase in the yield of stems and seeds of 1.5 and 0.34 t/ha when using the herbicide Lontrel grand, VDG against the background of foliar fertilization with the use of the Artafit, WSC mordant, with the use of the Lignohumate mordant, an increase in the yield of seeds of 0.31 t/ha. When treated with the herbicide Miura, CS against the background of foliar top dressing, the greatest increase in the yield of stems and seeds was obtained by etching with the preparation AgroVerm Screen 1.8 and 0.45 t/ha. When sprayed with herbicide in combination with the treatment of seeds with Artafit, WSC preparation, these indicators were 1.2 and 0.43 t/ha.

Keywords: seed hemp, herbicides, growth regulators, foliar top dressing, growth processes, germination, safety, infestation, plant yield

Acknowledgments: the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (topic No. FGSS-2022-0008). The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Введение. Успешной основой защиты сельскохозяйственных растений от сорняков является высокая культура земледелия, своевременное выявление сорных растений и обязательное выполнение всех агротехнических мероприятий. Минимальная обработка почвы, отказ от лущения стерни зерновых, сокращение междурядных обработок пропашных культур привело к значительному засорению и распространению корнеотпрысковых и корневищных сорняков [1]. Результаты проведенных фитосанитарных мониторингов в Российской Федерации на наличие сорной растительности в посевах сельскохозяйственных культур показали, что засоренность составляла около 70% от всех обследуемых площадей, в том числе выше ЭПВ — 75% [2]. В России

потери урожая от сорняков весьма значительны и в последние годы составляют 15–18% от урожая зерновых хлебов, а потери пропашных культур достигают 50% и более [3].

Продолжающиеся процессы интенсификации современного сельского хозяйства невозможны без использования химических средств защиты растений. Наряду с приемами агротехники, направленными на снижение засоренности посевов, вводится экологически приемлемое и экономически обоснованное использование химического метода. Гербициды являются крупнейшим сегментом российского рынка ХСЗР. Применение гербицидов ведет к подавлению сорного компонента в посевах, что положительно сказывается на урожайности

культурных растений. Это подтверждается многолетним мировым опытом [4–5].

Однако следует отметить, что зачастую химические соединения в силу ряда причин могут действовать на нецелевые растения, вызывая нарушение физиологических и биохимических процессов в них. При длительном использовании гербицидов возможно снижение урожайности [6].

Посевы конопли, в связи с небольшой затеняющей поверхностью листьев, в начале вегетации часто зарастают сорняками [7]. На широколинейных посевах сорняки уничтожаются 3–4-кратным рыхлением междурядий, но остаются засоренными рядки и защитная зона, в связи с чем появляется необходимость в гербицидных обработках.

Таблица 1. Схема опыта (ФГБНУ ФНЦ ЛК, 2021-2022 гг.)
Table 1. Scheme of experience (CBFC, 2020-2021)

Варианты опыта		
фактор А — протравливание семян	фактор В — обработка гербицидами	фактор С — обработка растений удобрением в период начала бутионизации (9 пар листьев)
Контроль (обработка семян водой)	Контроль (без опрыскивания)	Контроль (без опрыскивания)
	Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг клопиралида) в норме расхода 0,080 кг/га	Изагри Вита (1,0 л/га)
	Миура, КЭ (125 г/л хизалофоп-П-этила) в норме расхода 0,8 л/га	Контроль (без опрыскивания)
Артафит, ВРК (регулятор роста растений) в норме расхода 0,150 л/т	Контроль (без опрыскивания)	Изагри Вита (1,0 л/га)
	Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг клопиралида) в норме расхода 0,080 кг/га	Контроль (без опрыскивания)
	Миура, КЭ (125 г/л хизалофоп-П-этила) в норме расхода 0,8 л/га	Изагри Вита (1,0 л/га)
АгроВерм Экран (микробиологический препарат на основе бактерий <i>Bacillus subtilis</i>) в норме расхода 1,0 л/т	Контроль (без опрыскивания)	Контроль (без опрыскивания)
	Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг клопиралида) в норме расхода 0,080 кг/га	Изагри Вита (1,0 л/га)
	Миура, КЭ (125 г/л хизалофоп-П-этила) в норме расхода 0,8 л/га	Изагри Вита (1,0 л/га)
Лигногумат (гуминовое удобрение со свойствами стимулятора роста) в норме расхода 0,12 кг/т	Контроль (без опрыскивания)	Контроль (без опрыскивания)
	Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг клопиралида) в норме расхода 0,080 кг/га	Изагри Вита (1,0 л/га)
	Миура, КЭ (125 г/л хизалофоп-П-этила) в норме расхода 0,8 л/га	Изагри Вита (1,0 л/га)

Таблица 2. Влияние протравителей на морфометрические показатели и лабораторную всхожесть проростков конопли посевной сорта Надежда (лабораторный опыт, 2021-2022 гг.)
Table 2. The influence of mordants on morphometric parameters and laboratory germination of hemp seedlings of the sowing variety Nadezhda (laboratory experience, 2021-2022)

Варианты опыта	Длина корешка, см	Длина проростка, см	Масса проростка с корешком, г	Лабораторная всхожесть, %
Контроль (обработка семян водой)	2,9	1,6	0,041	94,4
Артафит, ВРК	4,3	2,2	0,051	97,0
АгроВерм Экран	4,8	2,4	0,051	96,4
Лигногумат	4,2	2,3	0,048	96,2
НСР ₀₅	1,0	0,4	0,004	1,7

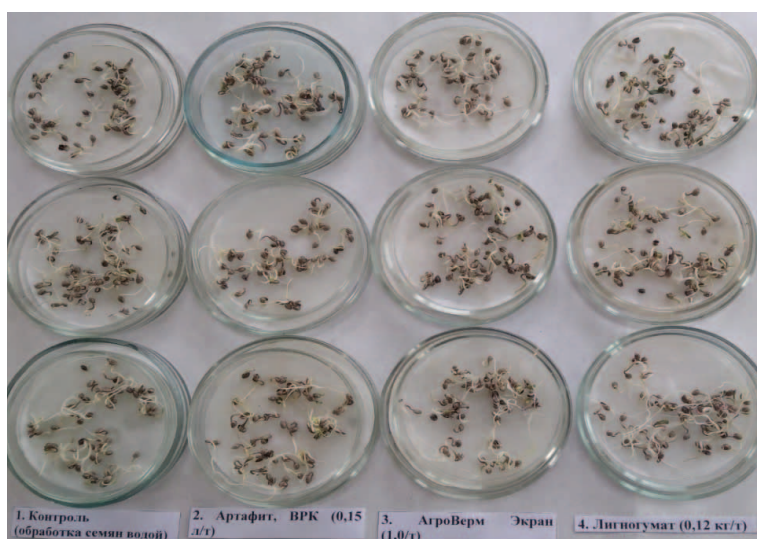


Рисунок 1. Проростки с корешками конопли посевной сорта Надежда в зависимости от использования протравителей Артафит, ВРК, АгроВерм Экран и Лигногумат (2021 г.)
Figure 1. Seedlings with roots of hemp seed variety Nadezhda, depending on the use of mordants Artafit, WSC, AgroVerm Screen and Lignohumate (2021)

В борьбе с сорной растительностью на культуре долгое время использовали гербициды Тиллам, КЭ (76,4 г/л пебулата), Вензар, СП (80 г/кг ленацила), Дуал, КЭ (50 г/л металохлора), применявшиеся путем опрыскивания почвы до появления всходов [8]. В настоящее время эти гербициды сняты с производства и на смену им ведется испытание ряда новых препаратов с более низкими нормами расхода, применяемых как при обработке почвы перед посевом, так и по вегетирующим растениям [9-11]. Экспериментальные данные по оценке действия гербицидов на растения конопли посевной могут послужить основой для их производственной проверки и государственной регистрации. Несмотря на высокую эффективность изучаемых гербицидов, отмечается их временные негативные влияния, например, на высоту растений, длину соцветий, диаметр стебля и другие характеристики.

Для снятия токсического действия гербицидов на обрабатываемую культуру, наряду с исследованиями по моделированию новых композиций со сниженными нормами расхода и более высокой избирательностью, ведется поиск веществ, способных подавить отрицательное действие препаратов, проводится скрининг новых антитоксических гербицидов с рострегулирующей активностью [12, 13]. Разнообразие применяемых на практике регуляторов роста позволяет получить неограниченное число эффектов, одним из которых является повышение стрессоустойчивости у культурных растений. При использовании гербицидов влияние этих препаратов может обеспечить улучшение состояния культурного растения [14-16].

С целью снижения гербицидной нагрузки на сельскохозяйственные культуры возможно также проведение некорневых подкормок [17, 18]. Использование листовых подкормок включено в интенсивные технологии возделывания полевых культур. С каждым годом увеличиваются объемы их применения на гектар пашни и ассортимент препаратов [19].

Таким образом, при разработке эффективных технологических приемов защиты конопли посевной от сорной растительности особый интерес вызывает изучение регуляторов роста различной природы и препаратов, предназначенных для листового питания с целью смягчения токсического действия гербицидов и экологизации приема химической защиты растений.

Материалы и методы. Целью исследований являлось изучение влияния гербицидов на фоне обработки семян защитно-стимулирующими препаратами и некорневой подкормки на засоренность посевов, морфометрические показатели, площадь листовой поверхности (ПЛП) и урожайность растений конопли посевной.

Эксперимент проводили в 2021-2022 гг. в ФГБНУ ФНЦ ЛК в условиях Пензенской области в лабораторном и полевом опытах (табл. 1).

Протравливание семян выполняли вручную, путем встряхивания в круглодонной колбе объемом 2 л суспензии препаратов с семенами (300 г) в течение 5 минут; расход рабочей жидкости — из расчета 10 л/т.

Обработки по вегетирующим растениям осуществляли в фазах 2-3 (опрыскивание гербицидами) и 8-9 (опрыскивание жидким минеральным удобрением Изагри Вита) пар листьев ранцевым опрыскивателем Kwazar со щелевым распылителем. Объем расхода рабочей жидкости — 200 л/га.

Исследования велись на сорте однодомной конопли среднерусского экотипа Надежда. Контроль и анализ данных проводился в соответствии с методическим руководством по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве, методическими указаниями по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей, а математический анализ результатов опыта — по методике Б.А. Доспехова [3, 20, 21].



Учетная площадь делянки составляла 10 м², повторность 4-кратная. Расположение делянок последовательное ярусами. Предшественник чистый пар. Норма высева — 0,9 млн всхожих семян/га. Посев осуществляли 6 мая и 28 апреля сеялкой СН-16 с междурядьем 45 см. Агрохимический анализ почвы проводили на глубину пахотного горизонта (0-30 см). Почва опытного участка — тяжелосуглинистый среднесиловый выщелоченный чернозем с pH_{ср.} — 5,1; содержание гумуса — 5,1% (по Тюриной), легкогидролизуемого азота — 136,0 мг/кг почвы, подвижного фосфора — 172,0 мг/кг почвы, обменного калия — 206,7 мг/кг почвы.

Результаты и обсуждение. Метеорологические условия во время проведения эксперимента были неодинаковыми. В 2021 и 2022 гг. за межфазный период посев-массовые всходы установлен дефицит осадков, гидротермический режим (ГТК) составлял 0,48 и 0,22. В критическое для роста растений время начала бутонизации-массового цветения соотношение тепла и влаги было благоприятным в 2021 г. (ГТК 1,09). В 2022 г. данный период характеризовался как недостаточно увлажненным для развития растений (ГТК 0,72). Межфазный период цветения-созревание семян в 2021 г. характеризовался как оптимально увлажненный (ГТК 1,11), в 2022 г. — как слабо увлажненный (ГТК 0,16). Период от всходов до массового созревания семян в 2021 и 2022 гг. являлся недостаточно и слабо увлажненным (ГТК 0,97 и 0,39). Таким образом, рост растений конопли в 2022 г. в критические периоды развития (бутонизация-цветение, цветение-созревание семян) проходил при неблагоприятных соотношениях тепла и влаги, что отразилось на снижении урожайности семян от 20,5 до 30,6%, стеблей — от 29,0 до 46,2% по сравнению с показателями 2021 г.

Исследования в полевых условиях предшествовала сравнительная оценка влияния изучаемых протравителей на морфометрические показатели проростков конопли и лабораторную всхожесть семенного материала. Проводимые обработки семян обеспечивали стимуляцию ростовых процессов. Установлено, что протравливание посевного материала препаратами Артафит, ВРК, АгроВерм Экран и Лигногумат обеспечивало повышение длины корешка на 48,3, 65,5 и 44,8%, длины проростка — на 37,5, 50,0 и 43,8% по сравнению с контролем (табл. 2, рис. 1). При этом использование препаратов Артафит, ВРК, АгроВерм Экран позволило повысить массу проростка с корешком на 24,4% и Лигногумата — на 17,1% по сравнению с контролем.

В полевых условиях в фазе четырех пар листьев установлено влияние препаратов Артафит, ВРК на увеличение массы растения на 9,4 и 17,1%; Лигногумат — на увеличение массы корня на 11,4% по сравнению с контролем без обработок (рис. 2).

Лабораторная всхожесть семян в контрольном варианте составляла 94,4%. Применение регулятора роста Артафит, ВРК способствовало повышению всхожести на 2,6%, протравителей АгроВерм Экран и Лигногумат — на 2,0 и 1,8% по сравнению с контролем.

В полевых условиях всхожесть конопли посевной зависела от погодных условий и воздействия изучаемых препаратов и составляла от 73,3 до 88,2% (рис. 3).

Доказано влияние фактора А на повышение данного показателя при применении протравителей Артафит, ВРК, АгроВерм Экран и Лигногумат на 8,6, 6,4 и 6,2% по сравнению с контролем.

Наибольшее увеличение полевой всхожести обеспечивало применение регулятора роста Артафит, ТПС — на 14,9% по сравнению с контролем без обработок.

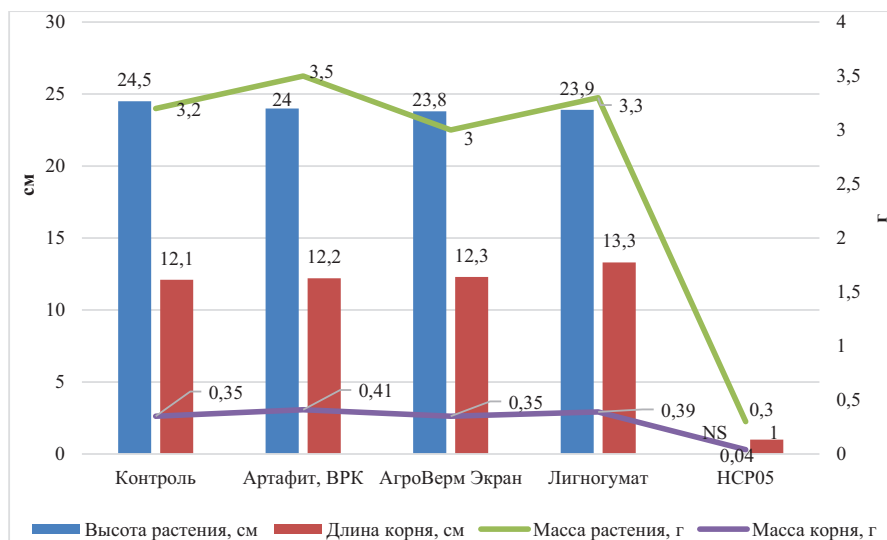


Рисунок 2. Морфометрические показания с растений конопли сорта Надежда в фазе четырех пар листьев в зависимости от обработки изучаемыми протравителями (полевой опыт, 2021-2022 гг.)
Figure 2. Morphometric readings from hemp plants of the Nadezhda variety in the phase of four pairs of leaves, depending on the treatment of the studied mordants (field experience, 2021-2022)

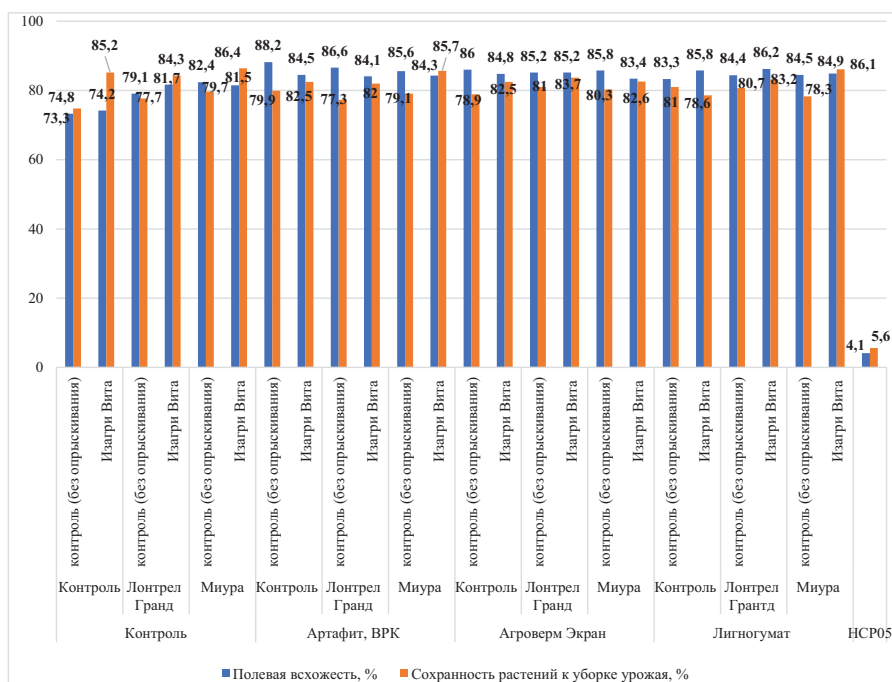


Рисунок 3. Влияние изучаемых факторов на полевую всхожесть и сохранность растений к уборке урожая конопли сорта Надежда (2021-2022 гг.)
Figure 3. The influence of the studied factors on the field germination and the safety of plants for harvesting hemp seed varieties Nadezhda (2021-2022)



Рисунок 4. Структура сорного ценоза в разрезе надземной массы биологических групп в посевах конопли посевной среднерусского экотипа в условиях Среднего Поволжья
Figure 4. The structure of weed cenosis in the context of the above-ground mass of biological groups in hemp crops of the Central Russian ecotype in the conditions of the Middle Volga region



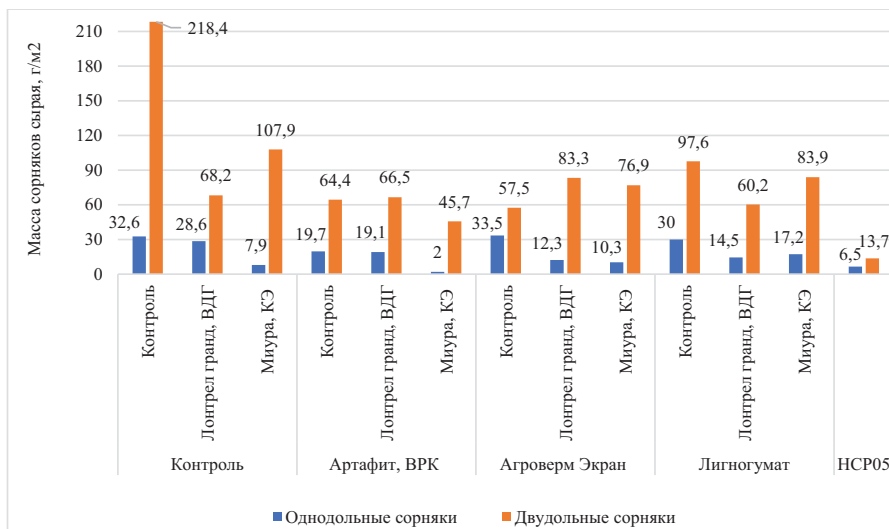


Рисунок 5. Эффективность подавления сорной растительности через 15 дней после применения гербицидов в зависимости от изучаемых факторов (2021-2022 гг.)
Figure 5. The effectiveness of weed suppression 15 days after the application of herbicides, depending on the studied factors (2021-2022)

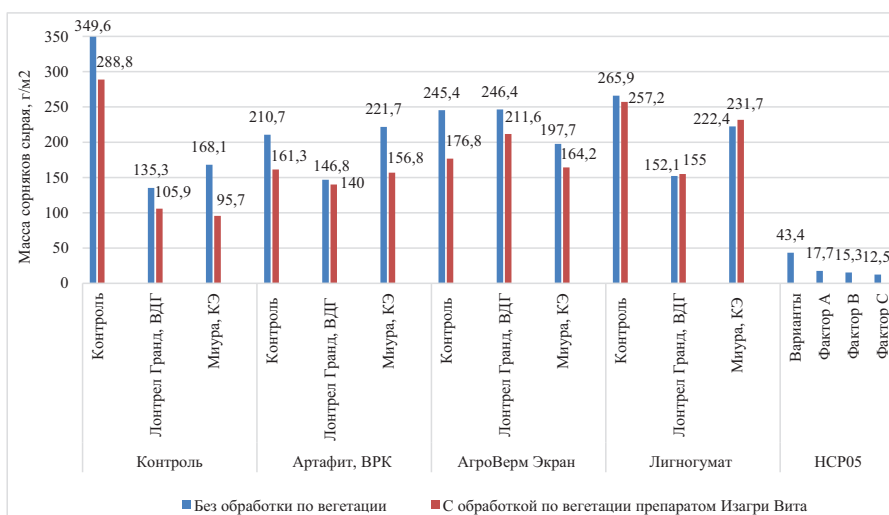


Рисунок 6. Эффективность подавления сорной растительности через 30 дней после применения гербицидов в зависимости от изучаемых факторов (2021-2022 гг.)
Figure 6. The effectiveness of weed suppression 30 days after the application of herbicides, depending on the studied factors (2021-2022)

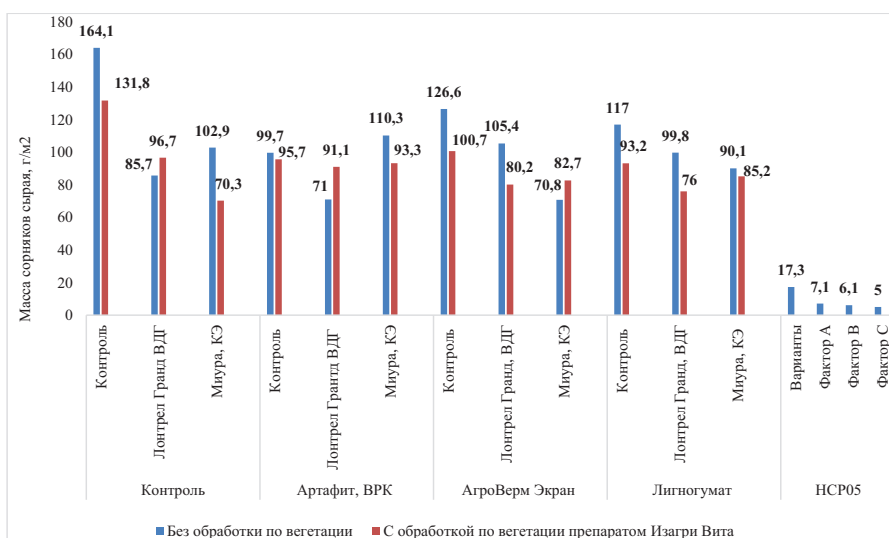


Рисунок 7. Эффективность подавления сорной растительности гербицидами перед уборкой урожая растений конопли в зависимости от изучаемых факторов (2021-2022 гг.)
Figure 7. The effectiveness of weed suppression with herbicides before harvesting hemp plants, depending on the studied factors (2021-2022)

На рост сохранности растений оказывал влияние фактор В при использовании гербицида Миура, КЭ — на 2,0%, и фактор С при применении некорневой подкормки — на 4,5% по сравнению с контролем.

Наибольшее повышение исследуемого показателя обеспечивало сочетание некорневой подкормки с гербицидами — на 9,5 и 11,6% по сравнению с контролем без обработки. Сочетание всех факторов при применении препаратов Артафит, ВРК, Агроверм Экран, Лигногумат на фоне некорневой подкормки и опрыскивания Лонтрелом гранд, ВДГ обеспечивало рост сохранности культурных растений на 7,2, 8,9 и 8,4%, при опрыскивании Миурой, КЭ — на 10,9, 7,8 и 11,3% соответственно.

Корреляционный анализ показал среднюю положительную связь между сохранностью растений к уборке урожая и урожайностью стеблей и семян ($0,504 \pm 0,18$ и $0,620 \pm 0,17$).

Количество и масса сорных растений в посевах культуры изменялись под воздействием погодных условий, уровня плодородия почвы как естественного, так и искусственного. Исследования, проведенные в 2007-2009 гг., показали, что в посевах конопли среднерусского экотипа сложился следующий тип засорения: надземная масса корнеотпрысковых и яровых ранних сорняков составляла 35 и 30% сорного ценоза, на долю яровых поздних и зимующих приходилось 14 и 21% (рис. 4).

Мониторинг засоренности посевов конопли, проведенный спустя 10 лет, показал, что доля надземной массы яровых ранних и зимующих сорняков уменьшилась до 15,0 и 2,0%, но возросла доля яровых поздних сорняков — до 48,0%. Увеличению ярового позднего компонента в ценозе сорной растительности способствовало повышение надземной массы щирицы запрокинутой, злаковых (куриное просо и щетинник сизый), вьюнка полевого в 6,3, 4,7 и 1,4 раза по сравнению с 2007-2009 гг. Причиной увеличения данных видов растений в посевах конопли может служить сокращение числа ротаций в севообороте и недостаточный контроль над злаковым компонентом сорняков.

В годы эксперимента ботанический состав сорных растений в опыте включал 17 видов, относящихся к 11 семействам. Из многолетних сорняков наиболее распространенным был осот розовый и желтый, из малолетних — марь белая, щирица запрокинутая, злаковые (куриное просо, щетинник сизый), пикульник зябра, дымянка лекарственная, чистец однолетний, горцы (вьюнковый, развесистый).

Применение изучаемых гербицидов в сочетании с обработкой семян защитно-стимулирующими препаратами и некорневой подкормкой обеспечивали снижение засоренности посевов культуры. Наиболее показательным является уменьшение массы сорной растительности. При использовании гербицида Миура, КЭ против злаковых сорняков через 15 дней после применения препарата наблюдалась гибель в среднем 67,6% сорной растительности, гербицида Лонтрел гранд, ВДГ — 36,5% по сравнению с контролем (рис. 5).

Следует отметить, что обработка семян конопли препаратами стимулирующего действия на фоне применения гербицидов в некоторых случаях обеспечивала необходимую конкурентоспособность культурных растений по отношению к сорным растениям, усиливая эффект подавления сорняков. Биологическая эффективность применения противозлакового гербицида Миура, КЭ составляла 75,8%. При использовании гербицида в сочетании с протравливанием семян препаратом Артафит, ВРК — 93,9%.



Гибель сорняков при обработке гербицидом Лонтрел гранд, ВДГ составляла 68,8%, а на фоне протравливания семян препаратом Лигногумат — 72,4%. Действие гербицида было неодинаково по отношению к различным видам сорняков. Отмечено слабое влияние препарата на такие сорные растения, как марь белая, щирица запрокинутая, установлено частичное подавление пикульника зябра и дымянки лекарственной. В сорняковом ценозе конопля посевной через 15 дней после обработки гербицидом Лонтрел гранд, ВДГ в вариантах без протравливания семян и на фоне препаратов-протравителей Артафит, ВРК, Агроверм Экран и Лигногумат отмечалось эффективное уничтожение таких видов растений, как горцы (вьюнковый и почечуйный) — 74,8, 97,4, 74,8 и 75,7% и осоты (розовый и желтый) — 87,7, 97,6, 98,4 и 98,4% соответственно.

В фазе бутонизации (9 пар листьев) с целью повышения стрессоустойчивости у культурных растений проводилась некорневая подкормка растений жидким минеральным удобрением Изагри Вита. В ходе дальнейшего учета сорняков (через 30 дней после обработки гербицидами и 13 дней после применения удобрения) доказано влияние фактора А (протравливание семян) при применении препаратов Артафит, ВРК и Лигногумат на снижение сырой массы сорняков на 13,0 и 9,1% по сравнению с контролем. Воздействие фактора В (обработка гербицидами) обеспечивало уменьшение данного показателя на 33,5 и 23,3%, фактора С (некорневой подкормки) — на 14,4% по сравнению с контролем. Установлено, что наибольший эффект в подавлении общей надземной массы сорняков был достигнут при применении гербицидов Лонтрел гранд, ВДГ и Миура, КЭ в сочетании с некорневой подкормкой Изагри Вита — 67,7 и 60,7% (рис. 6).

Близким по эффективности являлось применение гербицида Лонтрел гранд, ВДГ на фоне некорневой подкормки при протравливании семян препаратами Артафит, ВРК и Лигногумат. При этом исследуемый показатель уменьшался на 60,0 и 55,7% по сравнению с контролем без обработок. Снижение массы сорняков происходило за счет понижения надземной массы пикульника на 86,6 и 88,0% и дымянки аптечной — на 76,5 и 69,1% соответственно. Использовании гербицида Миура, КЭ на фоне некорневой подкормки при протравливании семян препаратами Артафит, ВРК и АгроВерм Экран обеспечивало снижение общей массы сорняков на 55,1 и 53,0%, а злакового компонента — на 82,8 и 83,0% по сравнению с контролем без обработок.

Учет сорняков, проведенный в период созревания семян перед уборкой урожая, позволил установить влияние фактора А на снижение сырой массы сорняков при протравливании изучаемыми препаратами на 13,1-13,9% по сравнению с контролем. При применении гербицидов масса сорняков снижалась на 24,0%. Доказано взаимодействие факторов А и В, а также В и С, при которых использование препаратов в сочетаниях Артафит + Лонтрел гранд, ВДГ и Миура + Изагри Вита обеспечивало снижение данного показателя на 56,7 и 57,2% по сравнению с контролем без обработок (рис. 7).

Взаимодействие всех факторов (АВС) при обработке семян препаратами АгроВерм Экран и Лигногумат, опрыскивании гербицидом Лонтрел гранд, ВРК на фоне некорневой подкормки способствовало уменьшению надземной массы сорняков на 51,1 и 53,7% по сравнению с контролем без обработок.

В целом за вегетационный период наибольший эффект в подавлении сорной растительности получен при применении гербицида Лонтрел гранд, ВДГ в сочетании с препаратами

Таблица 3. Урожайность растений конопля посевной сорта Надежда в зависимости от изучаемых факторов (2021-2022 гг.)

Table 3. The yield of hemp plants of the sowing variety Nadezhda, depending on the factors studied (2021-2022)

Варианты опыта			Урожайность, т/га									
			стеблей			семян						
Фактор А	Фактор В	Фактор С	варианты	фактор			варианты	фактор				
				А	В	С		А	В	С		
Контроль (обработка семян водой)	Контроль	Контроль (без опрыскивания)	6,28	6,92			1,59	1,76				
		Изагри Вита	6,71				1,79					
	Лонтрел гранд, ВДГ	Контроль (без опрыскивания)	7,21				1,69					
		Изагри Вита	6,84				1,79					
	Миура, КЭ	Контроль (без опрыскивания)	6,97				1,77					
		Изагри Вита	7,48				1,92					
Артафит, ВРК	Контроль	Контроль (без опрыскивания)	6,60	7,04			1,71	1,83				
		Изагри Вита	6,69				1,74					
	Лонтрел гранд, ВДГ	Контроль (без опрыскивания)	6,55				1,73					
		Изагри Вита	7,81				1,93					
	Миура, КЭ	Контроль (без опрыскивания)	7,15				1,87					
		Изагри Вита	7,46				2,02					
АгроВерм Экран	Контроль	Контроль (без опрыскивания)	7,28	7,56			1,68	1,83				
		Изагри Вита	7,49				1,79					
	Лонтрел гранд, ВДГ	Контроль (без опрыскивания)	7,12				1,77					
		Изагри Вита	7,69				1,89					
	Миура, КЭ	Контроль (без опрыскивания)	7,70				1,78					
		Изагри Вита	8,06				2,04					
Лигногумат	Контроль	Контроль (без опрыскивания)	7,07	6,94	6,84		1,78	1,76	1,73			
		Изагри Вита	6,56				1,77					
	Лонтрел гранд, ВДГ	Контроль (без опрыскивания)	6,46		7,13		1,69		1,80			
		Изагри Вита	7,44				1,90					
	Миура, КЭ	Контроль (без опрыскивания)	6,61		7,37	6,92	1,69	1,85	1,73			
		Изагри Вита	7,49				7,31		1,73		1,86	
НСР ₀₅			0,86	0,35	0,30	0,25	0,14	0,06	0,05	0,04 АВ-0,1		

Артафит, ВРК и Лигногумат, как с применением некорневой подкормки удобрением Изагри Вита, так и без нее, при применении гербицида Миура, КЭ — в сочетании с протравителями АгроВерм Экран и Артафит на фоне некорневой подкормки Изагри Вита.

В ходе корреляционного анализа установлено отрицательная связь засоренностью посевов в фазе созревания семян и урожайностью стеблей и семян ($-0,470 \pm 0,19$ и $-0,455 \pm 0,19$).

Исследуемые факторы оказывали положительное стимулирующее действие на физиологические процессы растений конопля посевной, что отражалось на урожайности стеблей и семян (табл. 3). Увеличению урожайности стеблей способствовало влияние фактора А при применении протравителя АгроВерм Экран на 9,2%, фактора В при опрыскивании изучаемыми гербицидами — на 4,2 и 7,7% и фактора С при обработке по вегетации жидким минеральным удобрением (некорневая подкормка) — на 5,6% по сравнению с контролем.

Взаимодействие факторов АВС при использовании гербицида Лонтрел гранд, ВДГ с протравителем Артафит, ВРК на фоне некорневой подкормки обеспечивало формирование существенной прибавки урожая стеблей — 1,5 т/га (24,4%). Наибольшая прибавка данного

показателя была получена при протравливании семян препаратом АгроВерм Экран и опрыскивании гербицидом Миура, КЭ на фоне некорневой подкормки — 1,8 т/га (28,3%) по сравнению с контролем без обработок.

Определено влияние факторов А, В и С на повышение урожайности семян при применении протравителей Артафит, ВРК и АгроВерм Экран на 0,07 т/га (4,0%), изучаемых гербицидов — на 0,07 и 0,12 т/га (4,0 и 6,9%), при применении некорневой подкормки — на 0,13 т/га (7,5%). Формирование наибольшей прибавки урожая семян происходило на фоне некорневой подкормки растений конопля при обработках гербицидом Лонтрел гранд, ВДГ в сочетании с протравителями Артафит, ВРК и Лигногумат — 0,34 и 0,31 т/га (21,4 и 19,5%), при обработках гербицидом Миура, КЭ в сочетании с протравителями Артафит, ВРК и АгроВерм Экран — 0,43 и 0,45 т/га (27,0 и 28,3%).

Выводы. Опрыскивание гербицидами посевов конопля с использованием при протравливании семян стимуляторов роста и некорневой подкормки жидким минеральным удобрением влияло на повышение морфометрических показателей, снижение засоренности посевов, увеличение всхожести, сохранности и урожая культурных растений. Установлено, что выраженный эффект повышения стрессоустойчивости рас-





тений к обработке гербицидами обеспечивался на фоне некорневой подкормки удобрением Из-агри Вита при использовании препаратов Артафит, ВРК и АгроВерм Экран. Наибольшему формированию прибавки урожая стеблей и семян способствовало применение препаратов в сочетаниях Лонтрел гранд, ВДГ + Артафит, ВРК — 1,53 и 0,34 т/га (24,4 и 21,4%), Миура, КЭ + Агро-Верм Экран — 1,78 и 0,45 (28,3 и 28,3%) на фоне некорневой подкормки.

Список источников

1. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2021 году и прогноз развития вредных объектов в 2022 году / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Российский сельскохозяйственный центр; сост. Д.Н. Говоров и др. М.: Российская книжная палата, 2022. 476 с.
2. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2019 году и прогноз развития вредных объектов в 2020 году / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Российский сельскохозяйственный центр; сост. Д.Н. Говоров и др. М.: Российская книжная палата, 2020. 897 с.
3. Спиридонов Ю.А., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве / РАСХН, ВНИИФ. М.: Печатный город, 2009. 247 с.
4. Куликова Н.А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 152 с.
5. Манукян Г. Обзор рынка СЗР на 2021 год // Газета «Защита растений». 2022. № 1 (314). Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zashchita-rastenii/num480.html> (дата обращения: 09.09.2022).
6. Зинченко В.А. О потенциальных скрытых потерях урожая при применении гербицидов на зерновых культурах // Агро XXI. 2002. № 2. С. 2-3.
7. Гатаулина Г.Г., Бугаев П.Д., Долгодворов В.Е. Растениеводство. М.: ИНФРА-М, 2019. С. 37-45.
8. Захаренко В.А. Гербициды. М.: ТСХА, 1990. 263 с.
9. Сухорада Т.И. Южная конопля: Рекомендации по возделыванию. Краснодар, 2002. 16 с.
10. Серков В.А., Плужникова И.И. Эффективность применения гербицидов на посевах однодомной коноп-ли // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 2. С. 21-23.
11. Anderson, Robert David. (2018). Effects of Nitrogen Fertilizer Rate, Timing, and Herbicide Use on Industrial Hemp (*Cannabis Sativa*). *Masters Theses & Specialist Projects*. Available at: <https://digitalcommons.wku.edu/theses/2100> (accessed: 09.09.2022).
12. Крутьков В.М. К инновационным разработкам гербицидов в Республике Башкортостан // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2009. Т. 14. № 2. С. 26-35.
13. Стрелков В.Д. Поиск новых регуляторов роста растений и гербицидных растений антидотов // Актуальные вопросы биологизации защиты растений. Пушино, 2000. С. 152-156.
14. Наумов М.М., Зимина Т.В., Хрюкина Е.И., Рябчинская Т.А. Роль полифункциональных регуляторов роста растений в преодолении гербицидного стресса // Агрохимия. 2019. № 5. С. 21-28.
15. Коршиков А.В. Эффективность гербицидов и Фитоспорина М при совместном применении на яровой

пшенице // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. № 1 (5). С. 83-84.

16. Кравец М.В. Способы снижения фитотоксичности гербицидов в семеноводстве сахарной свеклы // Сахар. 2020. № 2. С. 46-51.

17. Дворянкин Е.А. Отзывчивость сахарной свеклы на подкормки в период вегетации растений. Роль удобрений в снижении фитотоксичности гербицидов // Сахар. 2021. № 5. С. 40-43.

18. Титков В.И., Безуглов В.В., Чуманова Г.Я., Ерохин И.И. Эффективность регуляторов роста, гербицидов и некорневых подкормок азотом в ресурсосберегающих технологиях выращивания яровой пшеницы в степной зоне Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2 (30). С. 34-35.

19. Гончарова И.А. Листовые подкормки: работа над ошибками. Полезные советы для некорневых подкормок // Газета «Защита растений». 2019. № 6 (283). Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/zrast/201906/201906.pdf> (дата обращения: 09.09.2022).

20. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей / сост. Г.Р. Бедак и др. М.: ВАСХНИЛ, 1980. 34 с.

21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Альянс, 2014. 351 с.

References

1. Govorov, D.R. i dr. (ed.) (2022). *Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Rossiis-koi Federatsii v 2021 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'ek-tov v 2022 godu* [Review of the phytosanitary condition of agri-cultural crops in the Russian Federation in 2021 and forecast of the development of harmful objects in 2022]. Moscow, Russian Book Chamber, 476 p.
2. Govorov, D.R. i dr. (ed.) (2020). *Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Rossiis-koi Federatsii v 2019 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'ek-tov v 2020 godu* [Review of the phytosanitary condition of agri-cultural crops in the Russian Federation in 2019 and forecast of the development of harmful objects in 2020]. Moscow, Russian Book Chamber, 897 p.
3. Spiridonov, Yu.Ya., Larina, G.E., Shestakov, V.G. (2009). *Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniyu gerbitsidov, prime-nyaemykh v rastenievodstve* [Methodological guide for the study of herbicides used in crop production]. Moscow, Pe-chatnyi gorod Publ., 247 p.
4. Kulikova, N.A., Lebedeva, G.F. (2010). *Gerbitsidy i eh-kologicheskie aspekty ikh primeneniya* [Herbicides and eco-logical aspects of their application]. Moscow, Book house "LIBROCOM", 152 p.
5. Manukyan, G. (2022). *Obzor rynka SZR na 2021 god* [Overview of the plant protection products market for 2021]. *Gazeta «Zashchitya rastenii»* [Newspaper "Plant Protection"], no. 1 (314). Available at: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zashchita-rastenii/num480.html> (accessed: 09.09.2022).
6. Zinchenko, V.A. (2002). *O potentsial'nykh skrytykh poteryakh uroznya pri primeneni gerbitsidov na zernovykh kul'turakh* [About potential hidden crop losses when using herbicides on grain crops]. *Agro XXI* [Agro XXI], no. 2, pp. 2-3.
7. Gataulina, G.G., Bugaev, P.D., Dolgodvorov, V.E. (2019). *Rastenievodstvo* [Crop production]. Moscow, INFRA-M Publ., pp. 37-45.
8. Zakharenko, V.A. (1990). *Gerbitsidy* [Herbicides]. Mos-cow, TSHA Publ., 263 p.
9. Sukhorada, T.I. (2002). *Yuzhnaya konoplya: Rekomen-datsii po vozdel'yvaniyu* [Southern hemp: Recommendations for cultivation]. Krasnodar, 16 p.
10. Serkov, V.A., Pluzhnikova, I.I. (2013). *Ehffektivnost' primeneniya gerbitsidov na poseve odnodomnoi konopli* [The effectiveness of the use of herbicides in the sow-ing of monococ hemp]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 2, pp. 21-23.
11. Anderson, Robert David. (2018). *Effects of Nitrogen Fertilizer Rate, Timing, and Herbicide Use on Industrial Hemp (Cannabis Sativa)*. *Masters Theses & Specialist Projects*. Available at: <https://digitalcommons.wku.edu/theses/2100> (ac-cessed: 09.09.2022).
12. Krut'kov, V.M. (2009). *K innovatsionnym razrabotkam gerbitsidov v Respublike Bashkortostan* [To the innova-tive development of herbicides in the Republic of Bashkorto-stan]. *Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan* [Herald of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkorto-stan], vol. 14, no. 2, pp. 26-35.
13. Strelkov, V.D. (2000). *Poisk novykh regulyatorov rosta rastenii i gerbitsidnykh rastenii antidotov* [Search for new plant growth regulators and herbicidal plant antidotes]. *Aktual'nye voprosy biologizatsii zashchity rastenii* [Topi-cal issues of biologization of plant protection]. Pushchino, pp. 152-156.
14. Naumov, M.M., Zimina, T.V., Khryukina, E.I., Ryabchin-skaya, T.A. (2019). *Rol' polifunktsional'nykh regulyatorov rosta rastenii v preodolenii gerbitsidnogo stressa* [The role of mul-tifunctional plant growth regulators in overcoming herbicidal stress]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 5, pp. 21-28.
15. Korshikov, A.V. (2005). *Ehffektivnost' gerbitsidov i Fitosporina M pri sovmestnom primeneni na yarovoi pshenit-se* [The effectiveness of herbicides and Phytosporin M when used together on spring wheat]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], no. 1 (5), pp. 83-84.
16. Kravets, M.V. (2020). *Sposoby snizheniya fitotoksich-nosti gerbitsidov v semenovodstve sakharnoi svekly* [Ways to reduce the phytotoxicity of herbicides in sugar beet seed production]. *Sakhar* [Sugar], no. 2, pp. 46-51.
17. Dvoryankin, E.A. (2021). *Otzyvchivost' sakharnoi sve-kly na podkormki v period vegetatsii rastenii. Rol' udobrenii v snizhenii fitotoksichnosti gerbitsidov* [Responsiveness of sugar beet to fertilizing during the growing season of plants. The role of fertilizers in reducing the phytotoxicity of herbi-cides]. *Sakhar* [Sugar], no. 5, pp. 40-43.
18. Tитков, В.И., Безуглов, В.В., Чуманова, Г.Я., Ерохин, И.И. (2011). *Ehffektivnost' regulyatorov rosta, gerbitsidov i nekornevykh podkormok azotom v resursosberegayush-chikh tekhnologiyakh vyrashchivaniya yarovoi pshenitsy v stepnoi zone Orenburzh'ya* [The effectiveness of growth regulators, herbicides and foliar nitrogen fertilizing in re-source-saving technologies for growing spring wheat in the steppe zone of Orenburg region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], no. 2 (30), pp. 34-35.
19. Goncharova, I.A. (2019). *Listovye podkormki: rabota nad oshibkami. Poleznye sovety dlya nekornevykh podkor-mok* [Foliar fertilization: working on mistakes. Useful tips for foliar fertilization]. *Gazeta «Zashchitya rastenii»* [Newspaper "Plant Protection"], no. 6 (283). Available at: <https://www.agroxxi.ru/zrast/201906/201906.pdf> (accessed: 09.09.2022).
20. Bedak, G.R. i dr. (ed.) (1980). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh i vegetatsionnykh opytov s konoplei* [Guidelines for conducting field and vegetation experiments with cannabis]. Moscow, VASHNIL Publ., 34 p.
21. Dospikhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Al'yans Publ., 351 p.

Информация об авторах:

Плужникова Ирина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

Криушин Николай Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru

Бакулова Ирина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru

Information about the authors:

Irina I. Pluzhnikova, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

Nikolay V. Kriushin, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru

Irina V. Bakulova, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fncl.ru



Научная статья
УДК 631.8
doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_53

ВЛИЯНИЕ НОВОГО ПОЛИЭЛЕМЕНТНОГО АГРОХИМИКАТА НА РОСТ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ГОРОХА НА ПЕРВЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ

И.А. Быковская, Л.В. Осипова

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты изучения влияния Приомина, жидкого агрохимиката, производного природных минералов в хелатной форме, обогащенного фульво- и гуминовыми кислотами, на возможность его применения при возделывании полевых культур. Опыты проводили в 2021-2022 гг. в ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». Схема опыта включала различные способы предпосевной обработки семян (ПОС) и foliarной обработки (ФО) вегетирующих растений — яровой пшеницы сорта Тризо и гороха посевного сорта Рокет. Эффективность действия агрохимиката определяли в оптимальных условиях культивирования и при действии абиотического стресса, индуцированного осмотическим раствором сахарозы в сравнении с необработанным контролем по изменению: энергии прорастания, линейных размеров, активности синтеза фотосинтетических пигментов по содержанию малонового диальдегида (МДА), основного продукта перекисного окисления липидов (ПОЛ). Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии предпосевной обработки Приомином на морфологические параметры обеих изучаемых культур. При смачивании ограниченным количеством агрохимиката (5% от массы семян), намачивании в течение двух и восьми часов энергия прорастания гороха увеличилась на 47, 54 и 16,2% соответственно, пшеницы — на 10, 36 и 47%, длина ростка гороха — на 40,7 87,3 и 98,2%, пшеницы — на 14,5, 15,8 и 13,0%. Показано, что установленные изменения сопряжены с активностью синтеза пигментов фотосинтеза, содержание хлорофиллов в проростках пшеницы возрастало от 0,65 до 2,68 мг/г сырой массы при применении Приомина. Осмотическая закономерность, но выраженная в меньшей степени, отмечалась и в растениях гороха. Предпосевная и foliarная обработка агрохимикатом повышала устойчивость растений семейства злаковых и зернобобовых к действию абиотического стресса, снижая интенсивность процессов перекисного окисления на 9,5% у гороха и на 70,9% у пшеницы при ПОС и на 31,7 и 29,0% соответственно при ФО, что обеспечивало меньшее торможение роста и снижало потери биомассы у растений.

Ключевые слова: полиэлементный агрохимикат (ПЭА), предпосевная обработка семян и foliarная обработка растений, хлорофиллы, каротиноиды, перекисное окисление липидов

Original article

IMPACT OF A NEW POLYELEMENT AGROCHEMICAL ON THE GROWTH AND SUSTAINABILITY OF SPRING WHEAT AND PEAS IN THE EARLY STAGES OF DEVELOPMENT

I.A. Bykovskaya, L.V. Osipova

All-Russian Research Institute of Agrochemistry
named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

Abstract. The article presents the results of studying the effect of Priomin, a liquid agrochemical, a derivative of natural minerals in chelate form, enriched with fulvic and humic acids on the possibility of its application in the cultivation of field crops. The experimental scheme included different methods of seed pretreatment (SPT) and foliar treatment (FT) of vegetative plants — spring wheat cultivar Trizo and seed pea cultivar Rocket. The effectiveness of agrochemical action was determined under optimal cultivation conditions and under abiotic stress induced by sucrose osmotic solution in comparison with untreated control by changes in: germination energy, linear size, photosynthetic pigment synthesis activity by the content of malonic dialdehyde (MDA) the main product of lipid peroxidation (LPO). The data obtained indicate a positive effect of pre-sowing treatment with Priomin on the morphological parameters of both studied crops. When soaked with a limited amount of agrochemical (5% of seed weight), soaked for two and eight hours, pea germination energy was increased by 47, 54, 16.2%; wheat germination energy was increased by 10, 36 and 47% respectively; pea sprout length by 40.7, 87.3 and 98.2%; wheat sprout length by 14.5, 15.8 and 13.0%. It was shown that the established changes were associated with the activity of photosynthetic pigments synthesis, the chlorophyll content in wheat seedlings increased from 0.65 to 2.68 mg/g raw weight when Priomin was applied. The osmotic pattern, but expressed to a lesser extent, was also observed in pea plants. Presowing and foliar treatment with agrochemicals increased the resistance of plants of cereals and legumes family to abiotic stress reducing the intensity of peroxidation by 9.5% in pea and by 70.9% in wheat under SPT and by 31.7 and 29.0% respectively under FT, which reduced the growth inhibition and biomass loss in plants.

Keywords: polyelement agrochemical (PEA), pre-sowing seed treatment and plant foliar treatment, chlorophylls, carotenoids, lipid peroxidation

Введение. В последние десятилетия глобальные биосферные изменения привели к возрастанию климатических рисков и увеличению частоты и продолжительности погодных аномалий, что привлекло внимание научного сообщества на поиск адаптогенов, способствующих активации ростовых процессов и повышающих устойчивость растений

к абиотическим и антропогенным стрессам [1, 2].

В современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур широко используются регуляторы роста растений, аминокислоты, микроэлементы в виде хелатов и неорганических солей, различные комплексы удобрений со стимуляторами, природными

и синтетическими антиоксидантами и органическими кислотами [4-6].

Для реализации продуктивного и адаптивного потенциала культур необходимо на каждом этапе развития обеспечивать растениям оптимальные условия прорастания. Особенно важно не допускать недостатка элементов в критический период прорастания

и перехода этилированного роста к росту на свету, когда происходит перестройка метаболизма, изменяется состав и интенсивность синтеза гормонов. В это время гетеротрофное питание за счет семени, направленное на быстрый рост в стремлении выхода на свет, переключается на автотрофное, удлинение гипокотеля прекращается, и начинается формирование фотосинтетического аппарата. Предобработка семян приводит к активации роста, повышению энергии прорастания и корнеобразования. Полная обеспеченность элементами способствует также развитию защитных механизмов при негативном действии неблагоприятных факторов.

Вопрос о причинах действия различных экзогенных обработок на рост, развитие проростков и дальнейшее формирование продуктивности и реализации адаптивного потенциала привлекает внимание исследователей во всем мире и на сегодняшний день не имеет однозначного решения.

Цель работы заключалась в определении оптимальных способов предобработки семян Приомин и изучению его влияния на физиолого-биохимические особенности роста и развития яровой пшеницы и гороха посевного.

Методика исследований. Опыты проводили в 2021-2022 гг. в ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» с яровой пшеницей (*Triticum aestivum* L.) сорта Тризо и горохом (*Pisum sativum* L.) сорта Рокет.

В первой серии опытов оценивали способы предпосевной обработки семян. Определяли влияние времени намачивания семян в Приомине — 2 часа и 8 часов, а также смачивания агрохимикатом из расчета 5% от массы обрабатываемых семян. Всхожесть, энергию прорастания определяли по ГОСТ 12038-84 (3.8.1), а также линейные размеры и массу проростков.

Во второй серии экспериментов изучали действие агрохимиката на устойчивость растений к стрессу, индуцированному обезвоживанием. Опыты проводили в рулонной культуре по ГОСТ 12038-84 (3.8.3) в термокамере при поддержании температуры и влажности воздуха. Стресс имитировали, используя 3,8% раствор сахарозы. Контрольные и обработанные Приомин семена первые двое суток проращивали на воде, затем половину рулонов переносили на растворы сахарозы, через трое суток определяли линейные размеры проростков и рассчитывали степень торможения роста по отношению к контролю.

Для определения активности синтеза фотосинтетических пигментов при переходе от этилированного роста к росту на свету проростки переносили на световую площадку и через 45 минут определяли содержание хлорофиллов — *a*, *b* и каротиноидов. Количественное определение пигментов проводили на спектрофотометре Helios Omega UV-VIS.

Интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по содержанию в проростках малонового диальдегида (МДА), конечного продукта ПОЛ, используя цветную реакцию с тиобарбитуровой кислотой (ТБК). Для проведения анализа 0,3 г растительного материала растирали в 10 мл 10% трихлоруксусной кислоте, центрифугировали 15 минут

при 10000g. К 1 мл надосадочной жидкости приливали 5 мл 0,5% раствора ТБК в 20% трихлоруксусной кислоте. Образцы выдерживали на водяной бане в течение 30 минут, охлаждали и центрифугировали 15 минут при 10000g. Оптическую плотность полученного раствора измеряли при длине волны 532 и 600 нм на спектрофотометре.

Концентрацию МДА рассчитывали, используя коэффициент экстинкции при 156 мМ⁻¹·см⁻¹. Стрессоустойчивость определяли по сравнению с контролем.

В почвенной культуре оценивали влияние фоллиарной обработки агрохимикатом Приомин на физиологическое состояние вегетирующих растений.

Опыт закладывался в почвенной культуре по методике З.И. Журбицкого [8]. В опыте использовали сосуды, вмещающие 300 г воздушно-сухой почвы. В качестве грунта использовали

почвогрунт ЭК30. Посев осуществляли семенами по 15 семян пшеницы и по 9 семян гороха (на сосуд), согласно схеме опыта. Полив осуществляли каждый день одинаковым объемом воды, не содержащей ионов хлора, поддерживая влажность почвы на уровне 75%. Продолжительность эксперимента 21 день.

На 13 день после всходов — по листу, обрабатывали вегетирующие растения (пшеницу и горох) раствором Приомина до полного смачивания растений со всех сторон. На 16 и 21 день опыта отбирали растительные пробы и определяли содержание МДА и пигментов фотосинтеза, а также длину ростков и корней, сырую и сухую массы растений.

Результаты и обсуждение. При изучении эффективности применения жидкого минерального удобрения Приомин определяли влияние вида и времени обработки семян пшеницы на энергию прорастания (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1. Влияние вида и времени обработки семян пшеницы и гороха на энергию прорастания
Table 1. Effect of type and time of treatment of wheat and pea seeds on germination energy

Число семян на 3 сутки, шт.	Контроль		Смачивание		Намачивание			
	1*	2**	1*	2**	2 часа		8 часов	
					1*	2**	1*	2**
Проросли	38,0	7,4	22,6	10,6	52	11,4	56,0	8,6
Наклюнулись	54,6	4,6	71,4	8,0	44,6	8,0	42,4	9,4
Не проросли	7,4	8	6,0	1,4	3,4	0,6	1,4	2,0

1* — Пшеница; 2** — Горох.

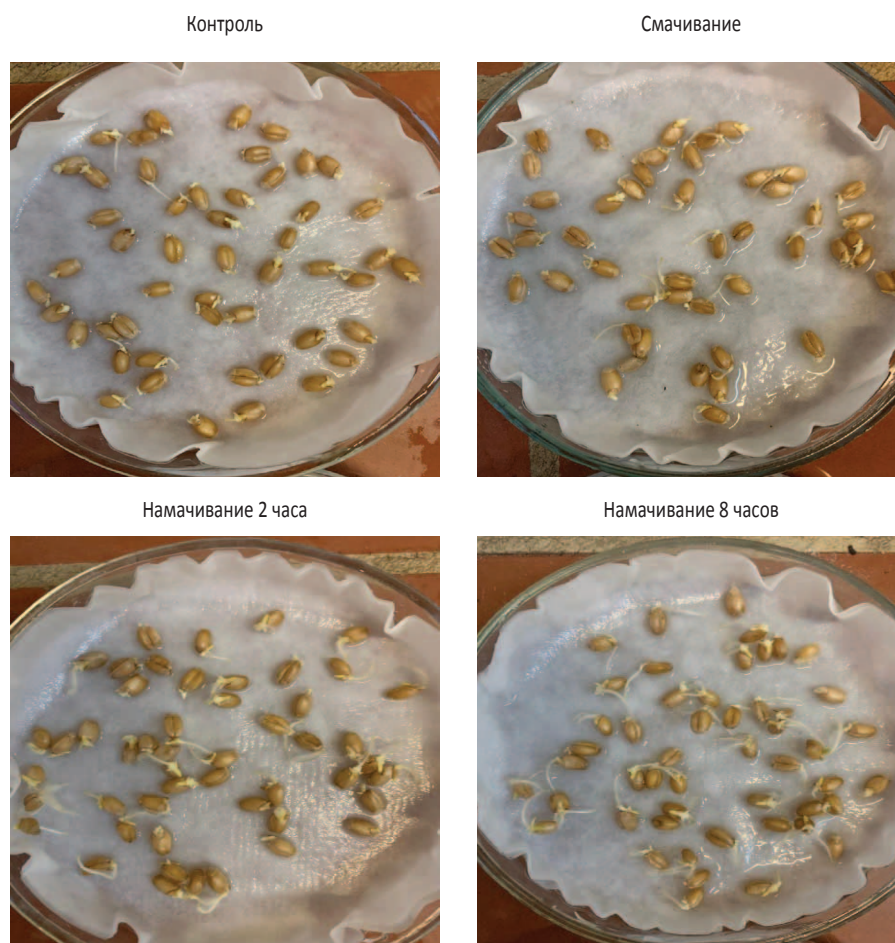


Рисунок 1. Энергия прорастания пшеницы при разных способах ПОС
Figure 1. Wheat germination energy for different SPT methods

Считается, что этот параметр коррелирует с урожайностью культур, так как семена, проросшие в первые трое суток на 30-38% продуктивнее, чем все семена в целом.

В проведенных опытах было установлено, что предпосевная обработка семян Приомином повышала энергию прорастания при предварительном намачивании зерновок пшеницы в течение 2 часов на 36%, в течение 8 часов — на 47%. При смачивании — обработке зерновок ограниченным объемом Приомина, снизилось количество проросших на 40%, но увеличило число наклюнувшихся на 30%. Всхожесть семян была высокой, практически все зерновки проросли на 7 сутки при всех видах предпосевной обработки семян (ПОС).

Предпосевная обработка семян гороха также повысила энергию прорастания (табл. 1). В варианте смачивания с Приомином количество проросших семян по сравнению с контролем увеличилось на 47%, при двухчасовом намачивании водой (ПОС водой) — на 54%, и на 16,2% при намачивании в течение 8 часов.

При выборе вида и времени обработки семян Приомином оценивали также особенности роста и развития проростков пшеницы, которые проявлялись в изменении показателей длины зародышевых корней и побега и их массы. Эти параметры отражают интенсивность клеточного деления, скорость роста и накопление органического вещества на первых этапах развития (табл. 2).

Анализ морфометрических параметров показал эффективность применения Приомина при всех видах предпосевной обработки. Длина ростка при смачивании, двухчасовом и восьмичасовом замачивании увеличивалась по сравнению с контролем на 14,5, 15,8 и 13% соответственно. Линейные размеры первичной корневой системы возрастали на 25% при смачивании и намачивании семян в течение двух часов. При более продолжительном намачивании до восьми часов эффект от применения препарата был ниже и составлял 15,3%. Испытуемый препарат также оказывал стимулирующее действие на массу корней, которая превышала контроль при всех видах обработки семян пшеницы.

Реакция зернобобовой культуры — гороха на все виды ПОС Приомином была положительной, но имела некоторые особенности (табл. 2, рис. 2).

Длина ростков при смачивании и намачивании семян 2 и 8 часов увеличивалась соответственно на 40,7, 87,3 и 98,2%, а сырая масса возросла в 1,4, 2,4 и 3,6 раза, что гораздо больше, чем у проростков пшеницы. Линейные размеры первичных корней при встряхивании возросли на 33,3%. В обоих вариантах намачивания линейные размеры корней были близки к аналогичному показателю в контроле, однако, их поперечный размер (толщина корней) был больше контроля, что отразилось на их сырой массе, которая возросла в 1,8 и 2,2 раза по отношению к массе первичных корней в контрольном варианте.

У гороха была выше корнеобеспеченность — физиологическая зависимость между

Таблица 2. Действие препарата на линейные размеры и массу проростков пшеницы и гороха
Table 2. Effect of the preparation on linear size and mass of wheat and pea sprouts

Вариант	Длина, см				Масса, 100 растений, г			
	росток, г		корни, г		сырая		сухая	
	1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**
Контроль	8,0	2,2	7,44	6,6	5,0	5,0	0,4	5,0
Смачивание	9,12	3,1	9,34	8,8	6,0	7,0	0,7	9,0
Намачивание 2 часа	9,26	4,1	9,30	5,0	6,0	12,0	0,6	9,0
Намачивание 8 часов	9,0	4,4	8,58	6,7	6,0	14,0	0,5	1,1
НСР	0,45	0,21	0,52	0,32				

1* — Пшеница; 2** — Горох.

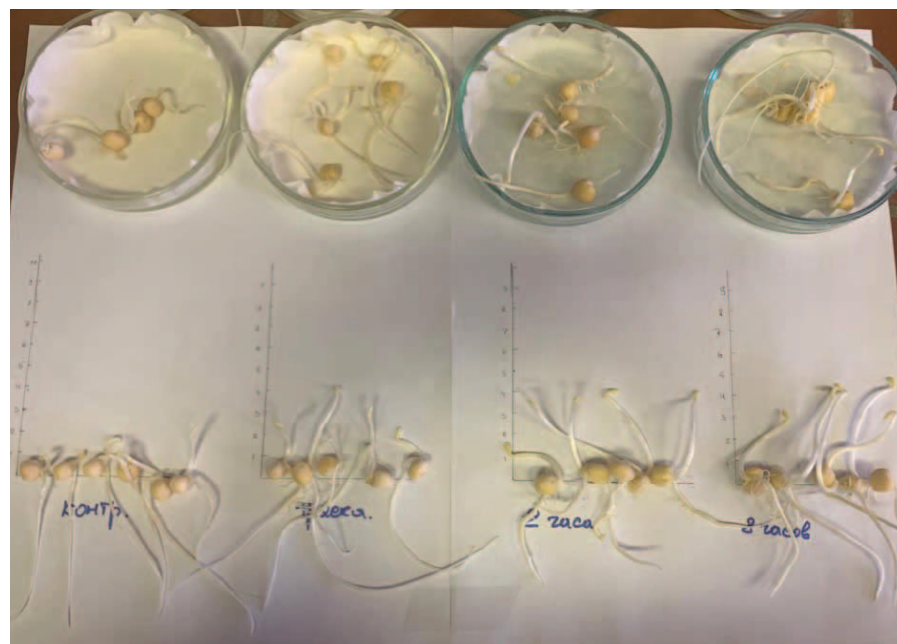


Рисунок 2. Всхожесть гороха при разных способах ПОС и влияние ПОС на ростовые процессы
Figure 2. Pea germination at different SPT methods and the effect of SPT on growth processes

Таблица 3. Влияние видов предпосевной обработки семян Приомином на морфометрические показатели пшеницы и гороха, % от контроля
Table 3. Effect of Priomin pre-sowing seed treatment on morphometric indicators of wheat and peas, % of control

Показатели	Вид обработки					
	Пшеница			Горох		
	смачивание	намачивание		смачивание	намачивание	
		2 часа	8 часов		2 часа	8 часов
Энергия прорастания, %	-	36	47	47	54	16,2
Длина ростка, %	14,5	15,8	13,0	40,7	87,3	98,2
Длина корня, %	25,5	25,0	15,3	33,0	-	0
Сырая масса, % к контролю	20,0	20,0	20,0	40,0	140	180
Корнеобеспеченность, отн. ед.	0,93	1,01	0,95	2,73	1,21	1,53

Таблица 4. Влияние Приомина на содержание фотосинтетических пигментов в проростках пшеницы и гороха, мг/г сырой массы
Table 4. Effect of Priomin on photosynthetic pigments content in wheat and pea sprouts, mg/g wet weight

Культура	Вариант	Хлорофиллы				Каротиноиды
		a	b	Σa, b	a/b	
Пшеница	Контроль	0,067	0,138	0,205	0,49	0,65
	Приомирин	0,245	0,526	0,77	0,46	2,68
Горох	Контроль	0,15	0,28	0,43	0,53	0,72
	Приомирин	0,142	0,34	0,49	0,43	0,75



Таблица 5. Влияние Приомина на размеры и массу проростков пшеницы и гороха при действии осмотического стресса (3,8% сахарозы)
Table 5. Effect of Priomin on the size and weight of wheat and pea sprouts under osmotic stress (3.8% sucrose)

Культура	Орган проростка	Длина, см				Сухая масса 10 растений, г			
		контроль		Приомирин		контроль		Приомирин	
		opt	стресс	opt	стресс	opt	стресс	opt	стресс
Пшеница	Росток	8,9	2,86	9,68	3,67	0,9	0,2	0,9	0,4
	Корень	15,5	10,0	15,3	11,8	0,8	0,2	0,6	0,6
Горох	Росток	8,98	5,56	9,34	5,99	2,8	1,5	2,9	1,4
	Корень	10,7	8,38	13,29	11,1	1,0	1,1	1,4	1,0

Таблица 6. Действие Приомина на устойчивость проростков пшеницы и гороха к окислительному стрессу, % к контролю
Table 6. Effect of Priomin on oxidative stress tolerance of wheat and pea sprouts, % of control

Вариант	Линейные размеры				Масса растений			
	Пшеница		Горох		Пшеница		Горох	
	1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**
Росток	-68,0	-62,2	38,1	35,8	77,8	55,6	46,4	44,8
Корень	-34,9	-22,8	21,8	16,5	75,0	-	32,0	-28,6

1* — контроль; 2** — Приомирин.

Таблица 7. Влияние Приомина на фотосинтетический аппарат гороха при действии стресса, мг/г сырой массы
Table 7. Effect of Priomin on the photosynthetic apparatus of pea under stress, mg/g wet weight

Вариант	Хлорофиллы			Каротиноиды
	а	в	Σ а, в	
Контроль	0,15	0,33±0,02	0,48	0,75
Приомирин	0,17	0,39±0,025	0,56	0,89

Таблица 8. Влияние Приомина на интенсивность окислительных процессов в норме и при действии стресса (МДА, мкМ/г сырой массы)
Table 8. Effect of Priomin on the intensity of oxidative processes under normal and stress conditions (MDA, μM/g raw weight)

Вариант	Пшеница				Горох			
	росток		корень		росток		корень	
	opt	стресс	opt	стресс	opt	стресс	opt	стресс
Контроль	24,2	7,9	6,54	11,3	3,59	3,97	2,69	5,26
Приомирин	4,61	2,3	3,08	4,4	5,9	3,59	2,82	6,28

Таблица 9. Влияние фоллиарной обработки пшеницы и гороха Приомином на физиологические показатели
Table 9. Effect of foliar treatment of wheat and pea with Priomin on physiological parameters

Вариант	МДА, мкМ/г сырой массы		Хлорофиллы, мг/г сырой массы						Каротиноиды, мг/г сырой массы	
			a		в		Σ a, в			
	1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**
Контроль	7,31	15,38	1,12	1,20	1,28	1,65	2,4	2,86	9,31	10,83
Приомин	5,19	10,51	1,30	1,22	1,76	2.82	3,06	4,04	11,59	14,02

1* — Пшеница; 2** — Горох.

Таблица 10. Изменение содержания МДА и фотосинтетических пигментов под действием фоллиарной обработки Приомином, % к контролю
Table 10. Changes in the content of MDA and photosynthetic pigments under the effect of foliar treatment with Priomin, % to control

Культура	МДА	Хлорофиллы			Каротиноиды
		а	в	Σ а, в	
Пшеница	-29,0	+15,9	+38,0	+27,5	+24,5
Горох	-31,7	0	+70,4	+70,4	+29,5

корневой системой и надземной частью, что определяет скорость укоренения на первых этапах роста растений, их обеспеченность водой.

Полученные данные свидетельствуют о том, что все виды ПОС пшеницы и гороха агрохимикатом Приомирин эффективны (табл. 3).

Из приведенных в таблице 3 данных видно, что горох более отзывчив на применение препарата.

Для дальнейших исследований эффективности применения Приомина была выбрана предпосевная обработка — двухчасовое намачивание.

Для выяснения причины положительного влияния на стартовые механизмы прорастания яровой пшеницы и гороха проведены лабораторные эксперименты, в которых определяли активность синтеза фотосинтетических пигментов.

Как показали проведенные исследования, Приомирин активизировал синтез пигментов фотосинтеза — хлорофиллов а, в, каротиноидов (табл. 4).

ПОС препаратом на первых этапах развития повышала содержание хлорофилла а, ответственного как за поглощение квантов света, так и за превращение энергии светового потока в энергию химических связей. Увеличилось и содержание хлорофилла в и каротиноидов наряду со светосбором, участвующих в защите молодых растений от фотоингибирования. Отношения форм хлорофиллов в контрольном и опытных вариантах было близким, что свидетельствует о сбалансированной работе фотосинтетического аппарата. Повышение содержания пигментов указывает на усиление поглощения углекислоты, накопление органического вещества, что способствует повышению интенсивности ростовых процессов и отражается на линейных размерах и массе роста при ПОС Приомином.

При испытании Приомина на растениях гороха получены аналогичные закономерности, но выраженные в меньшей степени.

Для оценки влияния стрессоустойчивости полевых культур были проведены эксперименты по оценке роста растений на осмотически активном растворе сахарозы, имитирующем водный стресс (табл. 5, 6). Устойчивость оценивали по линейным размерам проростков и степени их снижения к аналогичному показателю в контроле.

Анализируя данные опыта, проведенного в рулонной культуре, необходимо отметить, что в нем получены такие же закономерности по влиянию Приомина на линейные размеры проростков в оптимальных условиях культивирования, как и в опыте, проведенном при определении всхожести и энергии прорастания.

Стресс на первых этапах развития растений пшеницы и гороха затормозил рост первичных корешков и ростков. В большей степени запаздывала с развитием надземная часть проростка, его линейные размеры по сравнению с контролем были на 68% меньше у пшеницы и на 38,5% у гороха.

Действие стресса на надземную часть проростка усугублялось ее повышенной



чувствительностью из-за неразвитой листовой поверхности и невозможностью утилизировать излишки световой энергии, что приводило к большей задержке роста.

Рост корешков у пшеницы был заторможен на 34,9%, а у гороха — на 21,8%. Применение Приомина снизило токсическое действие стресса — уменьшилась степень торможения роста у обеих изучаемых культур. У пшеницы задержка роста наземной части снизилась с 68 до 62,2%, корней — с 34,9 до 22,8%, у гороха, соответственно, с 38,1 до 35,8% у ростков и с 21,8 в контроле до 16,5% в опыте. Отмечено также и меньшее изменение массы ростков обеих культур при стрессе.

При обработке семян препаратом несколько возрастал синтез хлорофиллов и каротиноидов (на 18%) (табл. 7), которые в условиях стресса выполняют роль ловушек свободных радикалов, защищая фотосинтетический аппарат от повреждения.

Вызванное стрессом усиление генерации свободных радикалов увеличило активность окислительных процессов в растении, интенсивность которых оценивали по содержанию конечных продуктов этих процессов, дающих стойкое окрашивание с тиобарбитуровой кислотой, основным из которых является малоновый диальдегид (МДА) (табл. 8).

В проростках содержание МДА при действии стресса в контроле и у пшеницы, и у гороха повышалось, что свидетельствует о развитии окислительного стресса. Под влиянием Приомина у обеих культур интенсивность окислительных процессов снижалась, соответственно, на 50,1% у пшеницы и на 39,2% у гороха.

В корнях пшеницы уровень окислительного стресса вырос на 72,3%, под влиянием Приомина — на 42,8%. Содержание МДА в корнях гороха выросло на 95% в контроле и на 74,4% в варианте с Приомином.

Предпосевная обработка семян Приомином пшеницы и гороха снижала интенсивность окислительных процессов в оптимальных условиях культивирования и при действии стресса, вызванного осмотическим действием раствора сахарозы, обеспечивая проросткам лучшие условия для роста и развития.

В климатическом фитотроне был проведен эксперимент по изучению фолиарной обработки препаратом Приомина на физиологические параметры роста растений. Некорневое внесение было проведено через 2 недели после всходов пшеницы и гороха. Растительные пробы были отобраны через 3 суток после

опрыскивания. Определение последствия препарата проведено через 10 суток.

Проведенные исследования показали, что опрыскивание препаратом стимулировало синтез фотосинтетических пигментов и снижало интенсивность окислительных реакций в растениях пшеницы и гороха (табл. 9).

Накопление МДА, показателя интенсивности процессов перекисного окисления липидов, вызванного активными радикалами, снизилось при опрыскивании пшеницы Приомином на 29%, гороха — на 31,7% по сравнению с контролем (табл. 10).

Эти изменения сопровождалась активацией синтеза хлорофилла *b*, содержание которого в листьях пшеницы возросло на 37,5%, а в листовых пластинах гороха на 70,4%. Также отмечалось увеличение содержания каротиноидов, которые проявляли себя как антиоксиданты и способствовали снижению уровня свободно-радикального окисления.

Выводы. Приомин запускает и активизирует стартовые механизмы прорастания при всех способах обработки. Растения реагируют на экзогенное воздействие Приомином изменением физиолого-биохимического статуса — возрастанием синтеза хлорофилловых пигментов и снижением интенсивности окислительных процессов в организме, что способствует оптимизации ростовой функции, обеспечивает более раннее начало фотосинтеза, который, в свою очередь, способствует лучшему укоренению, развитию первичной корневой системы, лучшему использованию почвенной влаги.

Список источников

1. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Адаптация России к изменению климата: концепция национального плана // Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2017. № 586. С. 7-20.
2. Павлова В.И., Богданов А.Ю., Семенов С.М. Об оценке благоприятности климата для культивирования зерновых, исходя из частоты сильных засух // Метеорология и гидрология. 2020. № 12. С. 95-100.
3. Josse, E.M., Yallibay, K.J. (2008). Skotomorphogenesis: The dark side of light signaling. *Curr. Biol.*, vol. 18, no. 24, p. 1144.
4. Шаповал О.А., Можарова И.Г., Барчукова А.Я., Коршунов А.Л., Мухина М.Т. Регуляторы роста растений в агротехнологиях основных сельскохозяйственных культур. М.: ВНИИА, 2015. 348 с.
5. Вознесенская Т.Ю., Можарова И.П. Влияние инновационных удобрительных комплексов на фотосинтез

и продуктивность листового аппарата пшеницы озимой // Плодородие. 2021. № 6. С. 52-55.

6. Пахомова В.М., Даминова А.И. Действие антиоксидантов на рост растений // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 11. С. 26-28.

7. Полесская О.Г., Каширина Е.И., Алехина Н.Д. Влияние солевого стресса на антиоксидантную систему растений в зависимости от условий азотного питания // Физиология растений. 2006. Т. 53. № 2. С. 207-214.

8. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода. М.: Наука, 1968. 598 с.

References

1. Katsov, V.M., Porfir'ev, B.N. (2017). Adaptatsiya Rossii k izmeneniyu klimata: kontseptsiya natsional'nogo plana [Adaptation of Russia to climate change: the concept of the national plan]. *Trudy glavnoi geofizicheskoi observatorii im. A.I. Voeikova* [Proceedings of the main geophysical observatory. A.I. Voeikov], no. 586, pp. 7-20.
2. Pavlova, V.I., Bogdanov, A.Yu., Semenov, S.M. (2020). Ob otsenke Blagopriyatnosti klimata dlya kul'tivirovaniya zernovykh, iskhodya iz chastoty sil'nykh zasukh [On the assessment of the favorability of the climate for the cultivation of cereals based on the frequency of strong droughts]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and hydrology], no. 12, pp. 95-100.
3. Josse, E.M., Yallibay, K.J. (2008). Skotomorphogenesis: The dark side of light signaling. *Curr. Biol.*, vol. 18, no. 24, p. 1144.
4. Shapoval, O.A., Mozharova, I.G., Barchukova, A.Ya., Korshunov, A.L., Mukhina, M.T. (2015). *Regulyatory rosta rastenii v agrotekhnologiyakh osnovnykh sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Plant growth regulators in the agrotechnologies of major agricultural crops]. Moscow, VNIIA. 348 p.
5. Voznesenskaya, T.Yu., Mozharova, I.P. (2021). Vliyanie innovatsionnykh udobritel'nykh kompleksov na fotosintez i produktivnost' listovogo apparata pshenitsy ozimoi [Influence of innovative fertilizer complexes on photosynthesis and productivity of winter wheat leaf apparatus]. *Plodородие* [Fertility], no. 6, pp. 52-55.
6. Pakhomova, V.M., Daminova, A.I. (2019). Deistvie antioksidantov na rost rastenii [The effect of antioxidants on plant growth]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 33, no. 11, pp. 26-28.
7. Poleskaya, O.G., Kashirina, E.I., Alekhina, N.D. (2006). Vliyanie solevogo stressa na antioksidantnuyu sistemu rastenii v zavisimosti ot uslovii azotnogo pitaniya [Influence of salt stress on the antioxidant system of plants depending on the conditions of nitrogen nutrition]. *Fiziologiya rastenii* [Plant physiology], vol. 53, no. 2, pp. 207-214.
8. Zhurbitskii, Z.I. (1968). *Teoriya i praktika vegetatsionnogo metoda* [Theory and practice of the vegetative method]. Moscow, Nauka Publ., 598 p.

Информация об авторах:

Быковская Ирина Александровна, старший научный сотрудник лаборатории физиологии минерального питания и устойчивости растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6241-7520>, bykovskaya_irina@bk.ru

Осипова Людмила Владимировна, доктор биологических наук, заведующая лабораторией физиологии минерального питания и устойчивости растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5375-4939>, legos4@yandex.ru

Information about the authors:

Irina A. Bykovskaya, senior researcher of the laboratory of physiology of mineral nutrition and sustainability, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6241-7520>, bykovskaya_irina@bk.ru

Lyudmila V. Osipova, doctor of biological sciences, head of the laboratory of physiology of mineral nutrition and sustainability, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5375-4939>, legos4@yandex.ru





Научная статья
УДК 631.4:502.76
doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_58

КОРРЕЛЯЦИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ^{137}Cs ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ РОССИИ

П.М. Орлов, Н.И. Аканова

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия

Аннотация. В статье приведено сопоставление уровней загрязнения почв от Чернобыльской аварии, полученных агрохимической службой Минсельхоза РФ и Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Отмечено хорошее согласие результатов. Рассчитаны уровни загрязнения почв ^{137}Cs в субъектах РФ, подвергшихся загрязнению от Чернобыльской аварии. Выявлена положительная линейная корреляция между средними значениями современного уровня загрязнения почв ^{137}Cs и площадью загрязнения сельскохозяйственных угодий. Коэффициент корреляции $r = 0,77$. При радиоактивном загрязнении почв от Чернобыльской аварии наблюдается значительная пятнистость. Вариабельность радиоактивного загрязнения проявляет себя на уровне субъекта РФ, административного района, населенных пунктов и отдельных хозяйств. Максимальные коэффициенты вариации наблюдаются для почв с высокими уровнями загрязнения (Брянская, Тульская и Калужская области). В целом с уменьшением плотности загрязнения почвы наблюдается тенденция к снижению коэффициента вариации. Рассчитаны периоды полувыведения ^{137}Cs из почв Брянской (25,6 года), Калужской (22 года), Тульской (20 лет) и Орловской (18 лет) областей. Оценены скорость миграции и периоды миграционного полуснижения ^{137}Cs из почв названных областей. В Брянской области период миграционного полуснижения равнялся 173 года, Калужской — 87, Тульской — 63, Орловской — 46 лет. Отмечено, что на скорость миграции влияет внесение калийных удобрений и известковых материалов. При изучении корреляций и закономерностей загрязнения почв радионуклидами от радиационных аварий следует отметить общий принцип поведения радионуклидов в почвах. Его можно назвать «принципом почвенного соответствия» и сформулировать следующим образом: при загрязнении почвы техногенными радионуклидами последние начинают себя вести в соответствии с поведением их природных изотопных носителей. Инструментом осуществления «принципа почвенного соответствия» являются изотопные реакции обмена между несущими радионуклид матрицами и компонентами почвы, удобрений и мелиорантов.

Ключевые слова: почвы, загрязненные территории, ^{137}Cs , период полувыведения, миграция ^{137}Cs , плодородие почв

Original article

CORRELATIONS AND PATTERNS OF CONTAMINATION OF ^{137}Cs SOILS OF AGRICULTURAL LAND IN RUSSIA

P.M. Orlov, N.I. Akanova

All-Russian Research Institute of Agrochemistry
named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

Abstract. The article provides a comparison of the levels of soil pollution from the Chernobyl accident obtained by the agrochemical service of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation and the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring. A good agreement of the results was noted. The levels of soil contamination of ^{137}Cs in the subjects of the Russian Federation exposed to pollution from the Chernobyl accident were calculated. A positive linear correlation between the average values of the current level of soil pollution of ^{137}Cs and the area of contamination of agricultural land was revealed. Correlation coefficient $r = 0.77$. With radioactive contamination of soils from the Chernobyl accident, significant spotting is observed. The variability of radioactive contamination manifests itself at the level of the constituent entity of the Russian Federation, the administrative district, settlements and individual farms. Maximum coefficients of variation are observed for soils with high levels of pollution (Bryansk, Tula and Kaluga regions). In general, with a decrease in the density of soil pollution, there is a tendency to reduce the coefficient of variation. The half-life of ^{137}Cs from the soils of Bryansk (25.6 years), Kaluga (22 years), Tula (20 years) and Orel (18 years) regions is calculated. The migration rate and periods of migration half-disappearance of ^{137}Cs from the soils of the named areas are estimated. In the Bryansk region, the period of migration half-warming was 173 years, Kaluga — 87, Tula — 63, Orel — 46 years. It is noted that the rate of migration is affected by the introduction of potash fertilizers and lime materials. When studying the correlations and patterns of soil contamination with radionuclides from radiation accidents, it should be noted the general principle of behavior of radionuclides in soils. It can be called the “principle of soil correspondence”. And to formulate as follows: when the soil is polluted with technogenic radionuclides, the latter begin to behave in accordance with the behavior of their natural isotopic carriers. The tool for the implementation of the “principle of soil correspondence” isotope exchange reactions between radionuclide-bearing matrices and components of soil, fertilizers and reclamation agents.

Keywords: soils, contaminated areas, ^{137}Cs , half-life, migration ^{137}Cs , soil fertility

Крупнейшая радиационная авария в истории развития атомной энергетики произошла на Украине 26 апреля 1986 г. на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС. В России почвы 19 областей были загрязнены ^{137}Cs с плотностью загрязнения выше 1 Ки/км². Особенно сильно пострадали сельскохозяйственные угодья Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей [1, 2].

Наибольший урон от аварии понесло сельскохозяйственное хозяйство. Поступление ^{137}Cs в почвы сельскохозяйственных угодий обусловило загрязнение сельскохозяйственной продукции на многие десятилетия. Изучение и выявление закономерностей и корреляций радиоактивного

загрязнения почв представляет собой важную научно-практическую задачу. Для решения этой задачи нами привлечены данные агрохимической службы Министерства сельского хозяйства РФ по оценке площадей радиоактивного загрязнения почв 1992–1994 гг. [1], данные по радиоактивному загрязнению территорий населенных пунктов РФ ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$ [2], результаты локального радиационного мониторинга почв сельскохозяйственных угодий на реперных участках агрохимической службы. Статистические расчеты и сопоставления этих данных позволили выявить ряд закономерностей, о которых и сообщается в этой работе.

В таблице 1 приведены данные о содержании ^{137}Cs в почвах сельскохозяйственных угодий РФ, подвергшихся радиоактивному загрязнению от Чернобыльской аварии. Наблюдается корреляционная зависимость между площадью загрязнения почвы в субъекте РФ и средней плотностью загрязнения (содержанием ^{137}Cs в почве) с коэффициентом положительной линейной корреляции, равным 0,77. Это численное значение коэффициента корреляции соответствует области сильной корреляции (0,7–0,9).

Следует отметить, что существование сильной корреляционной зависимости между площадью радиоактивного загрязнения и средней



плотностью загрязнения не равнозначно существованию причинно-следственной связи между ними. Такая зависимость может быть значительно сложнее.

Из изложенного следует, что при возникновении крупных радиационных аварий на АЭС с продолжительным временем развития (дни, недели) должен существовать субъект РФ, в котором будут сочетаться высокий уровень загрязнения почвы с большой площадью радиоактивного загрязнения. В почве этого субъекта запас ^{137}Cs будет значительно превышать запас ^{137}Cs в почве других субъектов. Для Чернобыльской аварии таковым субъектом является Брянская область.

При радиоактивном загрязнении почв от Чернобыльской аварии наблюдается значительная пятнистость [2-6]. Пятнистость радиоактивного загрязнения почвы характерна не только для областей, подвергшихся интенсивному загрязнению (Брянская, Тульская, Орловская и Калужская области), но и для других областей, представленных в таблице 1. Вариативность радиоактивного загрязнения имеет место на уровне субъекта РФ, административного района, населенных пунктов и отдельных хозяйств.

Максимальные коэффициенты вариации (отношение стандартного отклонения к среднему значению) наблюдаются для почв с высокими уровнями загрязнения (Брянская, Тульская и Калужская области). В целом с уменьшением плотности загрязнения почвы наблюдается тенденция к снижению коэффициента вариации. Только 2 субъекта РФ (Курская область и Республика Мордовия) имеют относительно низкую плотность загрязнения и значительный коэффициент вариации.

В результате радиоактивного распада ^{137}Cs ($T_{1/2} \sim 30$ лет) происходит снижение загрязнения почвы названным радионуклидом. На рисунке представлена динамика снижения содержания ^{137}Cs в почвах реперных и контрольных участков с 1991 по 2016 гг. для загрязненных Чернобыльскими выпадениями субъектов РФ (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Пензенская, Саратовская, Тамбовская области, Республика Мордовия) и России в целом. Там же приведены расчетная зависимость снижения содержания ^{137}Cs в почве субъектов в соответствии с законом радиоактивного распада ($T_{1/2} = 30$ лет). Видно, что в натурных условиях первые 15-20 лет снижение содержания ^{137}Cs в почве происходило в соответствии с законом радиоактивного распада, далее с 2007 г. снижение содержания ^{137}Cs в почве происходило более быстро.

Для 8 субъектов РФ рассчитано среднее значение содержания ^{137}Cs в почве реперных участков для каждой из областей в соответствующих временных интервалах. Результаты представлены в таблице 2.

Количество реперных участков в каждой из областей незначительно. Количество данных о содержании ^{137}Cs в почве областей находится в интервале 10-40 значений.

В виду того, что при загрязнении Чернобыльскими выпадениями наблюдался значительный разброс результатов измерений содержания ^{137}Cs в почве, статистическая оценка средних значений приводила к большим погрешностям, определение периода полувыведения ^{137}Cs для каждой из областей было невозможным. Поэтому все полученные результаты были объединены

Таблица 1. Площадь и плотность загрязнения ^{137}Cs сельскохозяйственных угодий в областях, загрязненных от Чернобыльской аварии
Table 1. Area and density of contamination of ^{137}Cs of agricultural land in areas contaminated from the Chernobyl accident

Субъект РФ	Площадь загрязнения, км ²	Средняя плотность загрязнения в 2014 г, Ки/км ²	Стандартное отклонение, Ки/км ²	Коэффициент вариации
1	2	3	4	5
Брянская	6980	1,87±0,57	3,1	1,65
Тульская	7790	1,0±0,19	0,80	0,80
Орловская	4190	0,65±0,07	0,30	0,46
Калужская	1620	0,71±0,21	0,81	1,14
Рязанская	5320	0,61±0,06	0,25	0,41
Пензенская	4130	0,44±0,03	0,13	0,30
Мордовия	1900	0,30±0,04	0,19	0,63
Белгородская	1620	0,59±0,05	0,15	0,25
Липецкая	1619	0,50±0,06	0,21	0,42
Воронежская	1320	0,45±0,02	0,13	0,29
Курская	1220	0,41±0,08	0,36	0,88
Ульяновская	1100	0,37±0,02	0,06	0,16
Ленинградская	850	0,50±0,11	0,20	0,40
Тамбовская	510	0,36±0,03	0,08	0,22
Нижегородская	250	0,16±0,01	0,03	0,19
Смоленская	100	0,24±0,02	0,03	0,13

положительная линейная корреляция между столбцами 2 и 3, коэффициент корреляции $r = 0,77$

Таблица 2. Среднее значение содержания ^{137}Cs в почве реперных участков локального мониторинга во временных интервалах
Table 2. Average value of ^{137}Cs in the soil of reference sites of local monitoring in time intervals

Субъект РФ	Среднее значение содержания ^{137}Cs в почве, Бк/кг					
временной интервал, год	1992-1994 гг.	1995-1998 гг.	2002 г.	2007 г.	2011 г.	2016 г.
Белгородская	80	54	39	34	26	22
Воронежская	95	37	44	40	39	27
Курская	34	40	36	56	38	29
Липецкая	128	80	58	61	49	68
Мордовия	56	188	167	116	35	22
Пензенская	60	12	30	25	29	26
Саратовская	15	16	17	21	22	21
Тамбовская	30	27	18	18	38	28
Среднее	62,3	56,8	51	46,3	34,5	30,4

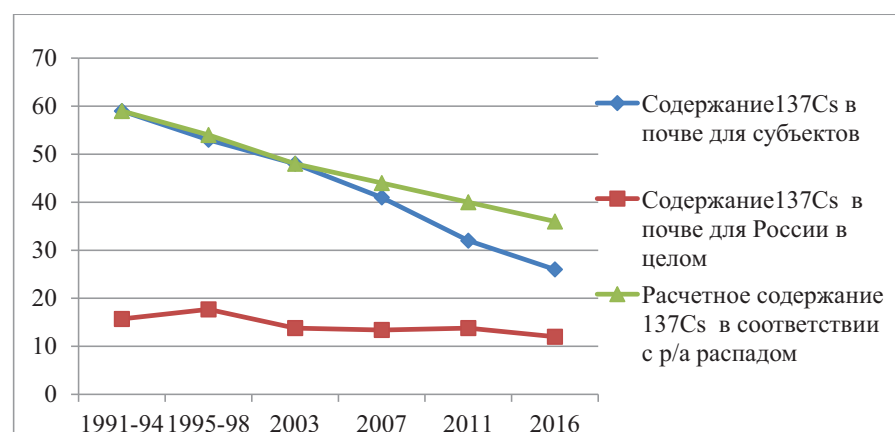


Рисунок. Изменение во времени среднего содержания ^{137}Cs в почвах субъектов РФ и России, загрязненных чернобыльскими выпадениями
Figure. Change in time of the average content of ^{137}Cs in the soils of the subjects of the Russian Federation and Russia contaminated with Chernobyl fallout



в одно множество и для каждого временного интервала рассчитано среднее значение. На основании изменения во времени средних значений содержания ^{137}Cs в почве для 8 областей рассчитан период полувыведения из почв с 1991 по 2016 гг. Он составил $21,2 \pm 1,3$ года.

Мы располагаем данными о динамике снижения содержания ^{137}Cs во времени в почве Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей [2, 7].

Скорость выведения ^{137}Cs из почвы есть сумма скоростей радиоактивного распада и миграции. Была рассчитана скорость миграции ^{137}Cs в почве в реальных условиях радиоактивно загрязненных территорий указанных областей по формулам 1 и 2. Результаты представлены в таблице 3.

$$X = A_0 \exp(-\lambda_1 t) - A_0 \exp(-\lambda_2 t), \quad (1)$$

$$\lambda T = \ln 2, \quad (2)$$

где X — суммарная скорость выноса ^{137}Cs из почвы в результате миграции $\text{Ки/км}^2\text{-год}$; A_0 — начальное содержание ^{137}Cs в почве, Ки/км^2 ; λ_1 и λ_2 — константы полураспада и полувыведения ^{137}Cs из почвы; t — время, за которое рассчитывается скорость миграции ($t = 1$ год).

Как видно из данных таблицы 3, период полувыведения ^{137}Cs из почвы находится в корреляционной зависимости от среднего содержания ^{137}Cs в почве. Коэффициент корреляции достаточно высок и равен 0,95. Относительная скорость миграции имеет отрицательный коэффициент корреляции относительно среднего содержания ^{137}Cs в почве.

Условно назовем области, приведенные в таблице 2, периферией радиоактивного загрязнения от Чернобыльской аварии. Рассчитана скорость миграционного снижения ^{137}Cs из почвы на периферии радиоактивного загрязнения по формулам 1 и 2. Результаты представлены в таблице 4.

Данные таблиц 3 и 4 получены из двух, независимых друг от друга исследований. Данные

таблицы 3 получены при обследовании загрязненной территории Брянской, Калужской и Орловской областей. Данные таблицы 4 получены по результатам радиационного мониторинга почв на стационарных реперных участках. Как показывают данные этих таблиц, кинетические характеристики для периферии радиоактивного загрязнения находятся между аналогичными характеристиками Калужской и Тульской областей.

Основным типом почв Калужской области являются дерново-подзолистые почвы, Тульской области — черноземы, в областях периферийного загрязнения представлены оба этих типа почв. Мы считаем, что данные таблиц 3 и 4 находятся в хорошем согласии. Механизмы снижения содержания ^{137}Cs в почве для всей территории радиоактивного загрязнения (11 областей) одинаковы. Исключение составляет Брянская область, в которой вносились значительные количества минеральных удобрений и мелиорантов с целью снижения поступления ^{137}Cs в урожай.

Скорость миграции ^{137}Cs из почвы связана с миграцией катиона Cs^+ , что обуславливает и объясняет значительные изменения численных значений периода полувыведения в областях загрязненных территорий. Это обстоятельство также обуславливает зависимость миграционных процессов ^{137}Cs из загрязненной почвы от хозяйственной деятельности человека. Внесение калийных удобрений в почвы приводит к реакциям изотопного обмена ^{137}Cs между компонентами почвы и калийными удобрениями. Процесс приводит к увеличению содержания ^{137}Cs в растворимой форме, миграционная способность ^{137}Cs увеличивается. Так, в ряде районов Калужской, Тульской и Орловской областей период полувыведения ^{137}Cs из почвы меньше 20 лет (табл. 5), что существенно ниже его периода полураспада. В этих районах миграционные процессы ^{137}Cs вносят существенный вклад в очищение почвы от названного радионуклида.

В первом приближении можно считать, что скорость миграции ^{137}Cs прямо пропорциональна его содержанию в почве. В этом случае можно рассчитать период миграционного полуснижения ^{137}Cs . Результаты расчетов приведены в таблице 1. Данные таблицы показывают, что период миграционного полуснижения ^{137}Cs в почве Брянской области значительно превосходит таковой в Калужской, Тульской и Орловской областях.

В радиоактивно загрязненные почвы Брянской области с целью снижения поступления ^{137}Cs в сельскохозяйственные растения вносились в повышенных дозах известковые материалы. Известь (карбонат кальция, магнезия) не взаимодействует с ^{137}Cs . Снижение поступления ^{137}Cs в растения связано с изменением агрохимических показателей почвы, в первую очередь, ее кислотностью. Карбонаты кальция и магнезия являются «блокаторами» перехода катионов Cs^+ , меченного ^{137}Cs , в растения. Нормы внесения известки, в первую очередь, зависят от агрохимических свойств почвы, а не от уровня ее загрязнения. Внесение больших избытков известковых материалов приводит к снижению миграционной способности ^{137}Cs и уменьшению вклада натуральных миграционных процессов очищения почвы от радиоактивности.

Снижению периода полувыведения ^{137}Cs из почвы способствует внесение повышенных доз калийных удобрений. В результате реакций изотопного обмена ^{137}Cs между цезием, находящимся в почве в виде примеси к калию в удобрениях, некоторое количество радионуклида переходит в калийное удобрение и соответственно выносятся с полями сельскохозяйственных угодий весенним поводом. В дальнейшем за счет внесения новых порций калийных удобрений мы ожидаем увеличения относительной скорости спада уровней загрязнения почвы во времени (снижения периода полувыведения ^{137}Cs).

Изотопное соотношение $^{137}\text{Cs}/\text{Cs}^+$ и ионные соотношения Cs^+/K^+ , Rb^+/K^+ определяют количественные характеристики переноса ^{137}Cs из почвы в растения. Поведение $^{137}\text{Cs}^+$ на ранних стадиях снижения последствий Чернобыльской аварии отличается от поведения в отдаленный период. На ранних стадиях отношение $^{137}\text{Cs}/\text{Cs}^+$ достаточно велико, при внесении калийных удобрений это соотношение снижается за счет новых поступлений Cs^+ с удобрениями. Цезий является рассеянным элементом земной коры и всегда присутствует в природных соединениях калия в качестве примеси. Эффект разбавления ^{137}Cs стабильным цезием обуславливает снижение поступления ^{137}Cs в сельскохозяйственные растения. В отдаленный после аварии период внесение новых порций калийных удобрений уже не приводит к значительному изотопному разбавлению ^{137}Cs стабильным цезием, что снижает эффективность внесения калийных удобрений с целью снижения поступления ^{137}Cs в урожай.

В таблице 6 представлены данные о среднем содержании ^{137}Cs в зерне пшеницы и сене естественных и многолетних трав, выращенных на реперных участках локального мониторинга сельскохозяйственных угодий России в период с 2002 по 2016 гг. (не включены данные Брянской, Орловской, Калужской и Тульской областей).

Таблица 3. Кинетические характеристики снижения содержания ^{137}Cs в почве на загрязненной территории 4 субъектов РФ с 1991 по 2014 гг.

Table 3. Kinetic characteristics of the reduction of the content of ^{137}Cs in the soil in the contaminated territory of 4 subjects of the Russian Federation from 1991 to 2014

Область	*Среднее содержание ^{137}Cs в 2014 г., Ки/км^2	Период полувыведения, год	Скорость миграционного снижения, $\text{Ки/км}^2\text{-год}^{-1}$	Период миграционного полуснижения, год
1	2	3	4	5
Брянская	3,6	25,6	$0,004A_0$	173
Калужская	1,45	22	$0,008A_0$	87
Тульская	1,4	20	$0,011A_0$	63
Орловская	0,74	18	$0,015A_0$	46
коэффициент корреляции равен 0,95 между столбцами 2 и 3				
коэффициент корреляции равен -0,91 между столбцами 2 и 4				
коэффициент корреляции равен 0,99 между столбцами 2 и 5				

*К расчетам привлечены данные сильно и умеренно загрязненных районов.

Таблица 4. Кинетические характеристики снижения содержания ^{137}Cs в почве на периферии радиоактивного загрязнения с 1992 по 2016 гг.

Table 4. Kinetic characteristics of the reduction of ^{137}Cs in the soil on the periphery of radioactive contamination from 1992 to 2016

Территория	Период полувыведения, год	Скорость миграционного снижения, Бк/год	Период миграционного полуснижения, год
Периферия загрязнения	21	$0,009A_0$	77



Таблица 5. Среднее значение плотности загрязнения в 2014 г. и периоды полувыведения ^{137}Cs из почв в ряде районов Калужской, Тульской и Орловской областей

Table 5. Average pollution density in 2014 and half-lives of ^{137}Cs from soils in a number of areas of Kaluga, Tula and Orel regions

Область/район	Плотность загрязнения в 2014 г., Ки/км ²	Период полувыведения ^{137}Cs (1991-2014 гг.), год
Калужская область		
Людиновский	0,9	15,1
Тульская область		
Белевский	1,2	12,8
Богородицкий	1,4	17,4
Киреевский	1,0	13,3
Теплоогаевский	0,96	14,9
Узловский	1,7	16,5
Щекинский	0,98	19,7
Орловская область		
Болховский	1,6	16,9
Залоговский	0,67	16,1
Шаблыкинский	1,2	13,8

Таблица 6. Динамика изменения среднего содержания ^{137}Cs в зерне пшеницы и сене естественных и многолетних трав с 2002 по 2014 гг.
Table 6. Dynamics of changes in the average content of ^{137}Cs in wheat grain and hay of natural and multi-ribbon grasses from 2002 to 2014

Время наблюдения	Среднее содержание ^{137}Cs , Бк/кг	
	зерно пшеницы	сено естественных и многолетних трав
2002-2004 гг.	3,7	8,4
2008-2009 гг.	4,2	10,4
2011-2012 гг.	3,9	6,1
2016 г.	2,8	9,5

Из данных таблицы 6 видно, что среднее содержание ^{137}Cs в зерне пшеницы и сене естественных и многолетних трав не является стабильным во времени. Содержание ^{137}Cs в растениях определяется его поступлением из почвы и атмосферного воздуха. С одной стороны, происходит снижение содержания ^{137}Cs вследствие его радиоактивного распада, с другой стороны, существует компенсация этого распада за счет работы АЭС и других предприятия ЯТЦ. В этом случае неизбежно устанавливается подвижное равновесие в системе почва-атмосфера-растение. Таким образом, при отсутствии радиационных аварий содержание радионуклидов в растениях определяется уровнем развития атомной энергетики на планете.

Информация об авторах:

Орлов Павел Михайлович, кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии органических, известковых удобрений и химической мелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2753-3371>, n_akanova@mail.ru
Аканова Наталья Ивановна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией агрохимии органических, известковых удобрений и химической мелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, n_akanova@mail.ru

Information about the authors:

Pavel M. Orlov, candidate of chemical sciences, senior researcher of the laboratory of agrochemistry of organic, lime fertilizers and chemical reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2753-3371>, n_akanova@mail.ru
Natalia I. Akanova, doctor of biological sciences, professor, head of the laboratory of agrochemistry of organic, lime fertilizers and chemical reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, n_akanova@mail.ru

Заключение. При изучении корреляций и закономерностей загрязнения почв радионуклидами от техногенных аварий следует отметить общий принцип поведения радионуклидов в почвах. Его можно назвать «принципом почвенного соответствия» и сформулировать следующим образом: при загрязнении почвы техногенными радионуклидами последние начинают себя вести в соответствии с поведением их природных изотопных носителей, находящихся в почве. Инструментом осуществления «принципа почвенного соответствия» являются изотопные реакции обмена между несущими радионуклид матрицами и компонентами почвы, удобрений и мелиорантов. В отдаленный после Чернобыльской аварии период (более 30 лет) следует учитывать, что ^{137}Cs связан с веществом почвы и его поведение, в том числе и накопление в сельскохозяйственных культурах, зависит от агрохимических свойств почвы. Вследствие большого изотопного разбавления (снижения изотопного $^{137}\text{Cs}/\text{Cs}^+$) из почв, имеющих высокое плодородие, ^{137}Cs поступает в растения в 1,5-2 раза в меньших количествах, чем из низкоплодородных почв, при одинаковом уровне загрязнения почвы.

Список источников

1. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1993 году». С. 64-69. Утв. Постановлением Правительства РФ от 24.01.1993 г. № 53.
2. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ / под ред. С.М. Вакуловского. Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2015. 225 с.
3. Орлов П.М., Лунев М.И., Аканова Н.И. Динамика содержания долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в различных типах почв районов Брянской и Калужской областей // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: серия экология. Пенза: Изд-во ПензГТУ, 2017. № 05 (39), № 06 (40). С. 103-110.
4. Сычев В.Г., Лунев М.И., Орлов М.М., Белус Н.М. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв. М.: ВНИИА, 2016. 183 с.
5. Светов В.А. Проблемы Чернобыля в агропромышленном комплексе России // Химия в сельском хозяйстве. 1996. № 1. С. 2-3.
6. Орлов П.М., Аканова Н.И. Оценка вариативности влияния уровней загрязнения почвы, внесения минеральных удобрений, мелиорантов и кальцийсодержащих отходов промышленности на накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr в урожае сельскохозяйственных культур // The Way of Science. 2018. № 9 (55). С. 13-19.

7. Справочник по радиационной обстановке и дозам облучения населения районов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС / под ред. М.И. Баллонова. СПб., 1992. 140 с.

References

1. Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii okruzhayushchei prirodnoi sredy Rossiiskoi Federatsii v 1993 godu» (1993). [State report "On the state of the environment of the Russian Federation in 1993"], pp. 64-69. Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation from 24.01.1993. No. 53.
2. Vakulovskii, S.M. (ed.) (2015). *Dannye po radioaktivnomu zagryazneniyu territorii naselennykh punktov Rossiiskoi Federatsii* ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ [Data on radioactive contamination of the territory of settlements of the Russian Federation ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$]. Obninsk, FGBU "NPO "Typhoon", 225 p.
3. Orlov, P.M., Lunev, M.I., Akanova, N.I. (2017). *Dinamika soderzhaniya dolgozhivushchikh radionuklidov ^{137}Cs i ^{90}Sr v razlichnykh tipakh pochv raionov Bryanskoi i Kaluzhskoi oblasti* [Dynamics of the content of long-lived radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr in various types of soils of the districts of the Bryansk and Kaluga regions]. *XXI vek: Itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plus: seriya ekhologiya* [XXI century: Results of the past and problems of the present plus: a series of ecology]. Penza, Publishing House of PenzSTU, no. 05 (39), no. 06 (40), pp. 103-110.
4. Sychev, V.G., Lunev, M.I., Orlov, M.M., Belous, N.M. (2016). *Chernobyl': radiatsionnyi monitoring sel'skokhozyaystvennykh ugodii i agrokhimicheskie aspekty snizheniya posledstviy radioaktivnogo zagryazneniya pochv* [Chernobyl: radiation monitoring of agricultural land and agrochemical aspects of reducing the consequences of radioactive contamination of soils]. Moscow, VNIIA, 183 p.
5. Svetov, V.A. (1996). *Problemy Chernobylya v agro-promyshlennom komplekse Rossii* [Problems of Chernobyl in the agro-industrial complex of Russia]. *Khimiya v sel'skom khozyaistve* [Chemistry in agriculture], no. 1, pp. 2-3.
6. Orlov, P.M., Akanova, N.I. (2018). *Otsenka variatsionnosti vliyaniya urovnei zagryazneniya pochvy, vneseniya mineral'nykh udobrenii, meliorantov i kal'tsiisoderzhashchikh otkhodov promyshlennosti na nakopleniye ^{137}Cs i ^{90}Sr v urozhay sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Assessment of variability of the influence of soil pollution levels, application of mineral fertilizers, reclamation agents and calcium-containing industrial waste on the accumulation of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the yield of agricultural crops]. *The Way of Science*, no. 9 (55), pp. 13-19.
7. Ballonov, M.I. (ed.) (1992). *Spravochnik po radiatsionnoi obstanovke i dozam oblucheniya naseleniya raionov Rossiiskoi Federatsii, podvergnushchysya radioaktivnomu zagryazneniyu v sledstvie avarii na Chernobyl'skoi AEHS* [Handbook on the radiation situation and radiation doses of the population of the regions of the Russian Federation exposed to radioactive contamination as a result of the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. Saint-Petersburg, 140 p.





Научная статья

УДК 636.085

doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_62

БЕЛКОВО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ В КОРМЛЕНИИ КОРОВ

Н.А. Николаева, П.П. Борисова, Н.М. Алексеева, С.А. ПетроваЯкутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
имени М.Г. Сафронова, Якутск, Россия

Аннотация. Цель исследований — изучение эффективности белково-минеральной добавки на обмен веществ и молочную продуктивность коров симментальской породы. Метод групп, лабораторный, математической статистики. Экспериментальные исследования проведены в животноводческом комплексе ООО «Хоробут» Мегино-Кангаласского улуса Республики Саха (Якутия) в 2021 году. Установлено, что наибольшую молочную продуктивность и обмен веществ показали коровы I-опытной группы, получавшие в рационе рецепт I (из ячменя «Тамми» — 270 г, овса «Покровский» — 350 г, пивной дробины — 300 г, цеолита-хонгурина — 35 г, соли поваренной — 45 г, цинка сернокислого — 200 мг, йодида калия — 14 мг и кобальта углекислого — 10 мг). Применение белково-минеральных кормовых добавок предопределило увеличение потребления обменной энергии, сухого вещества, органических и минеральных элементов, что способствовало получению большей продуктивности на 8,9%. Небольшое преимущество по содержанию общего белка обнаружено у коров I-опытной группы, так, содержание α -глобулинов в сыворотке крови увеличилось от 11,9 до 15,5 г/л, β -глобулинов от 10,9 до 15,9 г/л и γ -глобулинов от 14,7 до 20,9 г/л, при этом высокий уровень переваримости по сравнению с контрольной и II-опытной группами установлен в отношении сухого вещества на 3,2 и 0,7%, органического вещества на 1,2 и 0,5%, сырого протеина на 1,4 и 0,5%, сырого жира на 1,4 и 0,7%, сырой клетчатки на 1,9 и 0,4% и БЭВ на 4,4 и 3,5%. Использование данных добавок при кормлении коров способствовало более полному перевариванию питательных веществ. Научная новизна состоит в том, что разрабатываемая рецептура кормовых добавок из местного сырья предназначена для включения в состав кормов и рациона с целью повышения продуктивности, также для обеспечения дефицита белково-минерального комплекса.

Ключевые слова: ячмень «Тамми», овес «Покровский», пивная дробина, цеолит-хонгурин, обмен веществ

Благодарности: исследование выполнено с использованием оборудования Spectra Star 2200 на ЦКП ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» и грант № 13 ЦКП 21.0016.

Original article

PROTEIN-MINERAL FEED ADDITIVES IN FEEDING COWS

N.A. Nikolaeva, P.P. Borisova, N.M. Alekseeva, S.A. Petrova

Yakut Scientific Research Institute of Agriculture, Yakutsk, Russia

Abstract. The purpose of the research is to study the effectiveness of a protein-mineral supplement on the metabolism and milk productivity of Simmental cows. Group method, laboratory, mathematical statistics. Experimental studies were carried out in the livestock complex of Khorobut LLC in the Megino-Kangalassky Ulus of the Republic of Sakha (Yakutia) in 2021. As a result of the research, it was found that the highest milk productivity and metabolism were shown by cows that received a protein-mineral feed additive of the 1st recipe in the diet (from Tammy barley — 270 g, Pokrovsky oats — 350 g, brewer grains — 300 g, zeolite-khongurin — 35 g, table salt — 45 g, zinc sulfate — 200 mg, potassium iodide — 14 mg and cobalt carbonate — 10 mg). They surpassed their counterparts in terms of milk productivity by 8.9%. A slight advantage in the content of total protein was found in cows of the I-experimental group, for example, the content of α -globulins in blood serum increased from 11.9 to 15.5 g/l, β -globulins from 10.9 to 15.9 g/l and γ -globulins from 14.7 to 20.9 g/l, while the high level of digestibility according to compared with the control and II-experimental groups, it was established with respect to dry matter by 3.2 and 0.7%, organic matter by 1.2 and 0.5%, crude protein by 1.4 and 0.5%, crude fat by 1.4 and 0.7%, crude fiber by 1.9 and 0.4% and BEV by 4.4 and 3.5%. The use of these additives when feeding cows contributed to a more complete digestion of nutrients. The scientific novelty consists in the fact that the developed formulation of feed additives from local raw materials is intended to be included in the feed and diet in order to increase productivity, as well as to ensure the deficiency of the protein-mineral complex.

Keywords: «Tammy» barley, «Pokrovsky» oats, spent grains, zeolite-khongurin, metabolism

Acknowledgments: The work was carried out using Spectra Star 2200 equipment at the Central Collective Use Center of the Federal Research Center «YANC SB RAS» and grant No. 13 of the Central Collective Use Center 21.0016.

Введение. Животноводство Республики Саха (Якутия), а также связанное с ним северное земледелие и кормопроизводство развиваются в сложных природно-климатических условиях Крайнего Севера. Среди многих факторов, обуславливающих успешное развитие животноводства, первостепенное значение имеет организация полноценного питания животных. Проблема правильного кормления крупного рогатого скота сегодня особенно актуальна, так в себестоимости конечной продукции доля затрат на корма занимает все больший удельный вес и по разным данным продуктивность животных на 60-70% зависит от фактора кормления.

В молочном скотоводстве республики и в целом в Российской Федерации, главной задачей является дальнейшая интенсификация производства, направленная на повышение генетического потенциала продуктивных качеств районированных пород и создание условий его

реализации за счет улучшения кормления животных [8].

Интенсивное ведение скотоводства приводит к тому, что в рационах животных хронически не хватает энергии и протеина, вследствие этого снижается молочная продуктивность и репродуктивные функции коров [5]. Дальнейшее повышение эффективности производства молока предусматривается получить за счет улучшения конверсии корма при использовании новых кормовых добавок, поддержания общего хорошего здоровья животных и в особенности — репродуктивных свойств. Актуальными и востребованными считаются исследования, направленные на повышение продуктивности коров при оптимизации рациона с применением специальных кормовых добавок [7, 11].

Для роста продуктивности молочного скота специалистам предлагается широкий ассортимент кормовых добавок, среди которых особым

спросом пользуются те средства, которые благоприятно влияют на переваримость составных частей рациона и обмен веществ в целом, что обеспечивает повышение надоев и улучшение показателей воспроизводства [3, 9].

В круг наших интересов входило скормливание молочным коровам белково-минеральной добавки на основе местного сырья. Данный рецепт представляет собой комплекс местных компонентов из ячменя «Тамми», овса «Покровский», пивной дробины, цеолита-хонгурина и заводских компонентов — соли поваренной, цинка сернокислого, йодида калия и кобальта углекислого. Все это вызвало необходимость совершенствования структуры и оптимизации состава рациона и освоения новых способов скормливания кормов.

Методика исследований. Научно-хозяйственные эксперименты осуществлялись в животноводческом комплексе ООО «Хоробут»



Мегино-Кангаласского улуса Республики Саха (Якутия) в 2021 году. Продолжительность проведения опыта составила 251 дней. Объектом исследований являлись коровы симментальской породы. Опыт проводился в стойловый период в условиях привязного способа содержания. Для этого было сформировано 3 группы коров по 10 голов в каждой по принципу пар-аналогов. Условия содержания и кормления подопытных животных были одинаковы, за исключением изучаемого фактора.

В течение всего опыта в стойловый период подопытные животные всех групп получали сбалансированный рацион в соответствии с детализированной системой кормления. С учетом состава наших кормов мы разработали следующие рецепты кормовых добавок для коров I-опытной группы: ячмень «Тамми» — 270 г, овес «Покровский» — 350 г, пивная дробина — 300 г, цеолит-хонгурин — 35 г, соль поваренная — 45 г. Для коров II-опытной группы: ячмень «Тамми» — 310 г, овес «Покровский» — 250 г, пивная дробина — 360 г, цеолит-хонгурин — 40 г, соль поваренная — 40 г (табл. 1).

При исследовании физиологического состояния животных учитывалось общее физиологическое состояние, изучение состава крови по форменным элементам, белковым фракциям, минеральному, аминокислотному и витаминному составу методом ближней инфракрасной спектроскопии на Spectra Star 2200.

Таблица 1. Рецепты белково-минеральных добавок для дойных коров
Table 1. Recipes for protein and mineral supplements for dairy cows

Компоненты	Состав рецепта	
	№ 1	№ 2
Ячмень «Тамми», г	270	310
Овес «Покровский», г	350	250
Пивная дробина, г	300	360
Цеолит-хонгурин, г	35	40
Поваренная соль, г	45	40
Цинк серноокислый, мг	200	200
Йодид калия, мг	14	14
Кобальт углекислый, мг	10	10
В 1 кг содержится:		
ЭКЕ	0,88	0,87
Обменной энергии, МДж	8,8	8,7
Переваримого протеина, г	101,4	107,0
Сырого протеина, г	133,4	140,1
Сырой клетчатки, г	95,2	97,0
Сырого жира, г	37,9	38,4
Лизина, г	4,7	4,9
Метионин-цистина, г	3,1	3,2
Кальция, г	2,0	2,1
Фосфора, г	4,2	4,4
Магния, г	1,2	1,3
Калия, г	3,7	3,5
Серы, г	1,7	1,8
Железа, мг	114,8	130,1
Меди, мг	9,23	10,2
Цинка, мг	49,7	55,4
Марганца, мг	34,7	31,8
Кобальта, мг	1,54	1,70
Йода, мг	1,24	1,29
Каротина, мг	0,59	0,48

Для изучения эффективности кормовых добавок проводили физиологический опыт по методике С.В. Бурцевой, О.Ю. Рудишина [1]. На основании данных химического состава и коэффициентов переваримости определяли питательность рационов.

Оценка молочной продуктивности коров изучалась путем проведения контрольных доек, в процессе чего отбирались пробы на химический анализ молока. Массовую долю жира и белка определяли на анализаторе качества молока «Клевелер 1М» (ГОСТ 5867-69).

Полученные цифровые значения результатов исследований обработаны методами математической статистики.

Результаты исследований. Полноценное кормление сельскохозяйственных животных заключается в обеспечении их всеми необходимыми компонентами: кормовым белком, углеводами, жирами, минеральными веществами, витаминами. Только полноценное кормление животных способствует проявлению их генетического потенциала продуктивности [6]. Основной рацион коров состоял из сена разнотравного 10,0 кг, сенажа овсяного 16,0 кг и 2,0 кг комбикорма. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона составила 10,2 МДж, концентрация ЭКЕ в 1 кг сухого вещества рациона 0,92. В

Одним из наиболее эффективных методов оценки влияния кормовой добавки на обменные процессы в организме опытных животных является изучение особенностей обмена веществ и своевременная его корректировка. С целью контроля физиологического состояния и протекания обменных процессов в организме коров в опыте изучены биохимические показатели крови в начале и конце периода опыта. В опытных группах концентрация белка и его фракций в сыворотке крови коров находилась в пределах физиологической нормы (рис. 1 и 2).

В нашем случае, показатели общего белка у коров симментальской породы находились в пределах физиологической нормы. При этом результаты исследования отобранных проб показали, что содержание общего белка у исследованных животных за период опыта повысилось соответственно с 70,7 до 86,4; с 73,0 до 86,6 и с 68,5 до 86,5 г/л, при этом, статистически достоверной разности между группами не установлено. У подопытных животных повышение уровня белка, относительно исходных показателей, отмечено только в I-опытной группе, в контрольной и во второй группах показатель оставался стабильным на протяжении всего времени проведения опыта.

Обеспеченность рациона по протеину определяется по концентрации альбуминов в сыворотке крови, которые характеризуют белковый резерв организма. Уровень альбуминов крови во всех группах в начале опыта соответствовал нормативным показателям 24,8...26,6 г/л и в конце опыта увеличилось до 37,0...39,4 г/л. Разница между контрольной группой и опытными в конце опыта статистически достоверна ($P < 0,05$).

Анализ количества глобулиновых фракций показывает, что в сыворотке крови коров I-опытной группы, получавших рецепт кормовых добавок № 1 из местного сырья: ячмень «Тамми» — 270 г, овес «Покровский» — 350 г, пивная дробина — 300 г, цеолит-хонгурин — 35 г, соль поваренная — 45 г. Для коров II-опытной группы: ячмень «Тамми» — 310 г, овес «Покровский» — 250 г, пивная дробина — 360 г,

цеолит-хонгурин — 40 г, соль поваренная — 40 г их уровень сохранялся в пределах физиологической нормы. Так, содержание α -глобулинов в сыворотке крови увеличилось от 11,9 до 15,5 г/л, β -глобулинов от 10,9 до 15,9 г/л и γ -глобулинов от 14,7 до 20,9 г/л. Разница по содержанию альбуминов и глобулинов была незначительной ($P < 0,95$).

Показатели жирового обмена у коров соответствовали норме, по содержанию холестерина в сыворотке крови дойных коров произошли изменения в сторону увеличения на 6,7-11,3-8,7 мг/% соответственно. Отсутствие достоверных различий указывает на одинаковый потенциал животных с точки зрения течения белкового обмена, а также обеспечения устойчивости организма к негативным внешним факторам. Следовательно, уровень холестерина не превышал норму у всех животных за весь период проведения опыта и соответствовал среднему значению, это связано с тем, что введение в рацион дойных коров кормовых добавок на основе местных ресурсов не оказывает негативного влияния на состояние гомеостаза и позволяет оптимизировать уровень белкового обмена у животных в условиях Якутии.

Если корма бедны минеральными веществами или содержат их не в тех соотношениях, в каких необходимо организму, то минеральный состав крови поддерживается за счет минеральных депо. Находящиеся в организме животных минеральные вещества не только входят в состав структурных образований, но и принимают постоянное и деятельное участие в синтезе крови, тканей и клеток. Минеральные вещества влияют на ферментативную активность и защитные функции, которые являются катализаторами многих биохимических реакций организма. Они участвуют во всех обменных процессах, поддерживают осмотическое давление в клетках, необходимо для процессов выделения и усвоения питательных веществ.

Из всего этого следует, что использование в составе основного рациона кормления испытываемых рецептур кормовых добавок оказало определенное влияние на минеральный состав сыворотки крови подопытных животных.

Обращает на себя внимание, что содержание кальция в период проведения опыта колебалось у коров контрольной группы от 94,32 до 96,28 мг/л, у коров I-опытной группы от 97,73 до 101,23 мг/л и у коров II-опытной группы от 95,86 до 100,32 мг/л, что в целом соответствовало норме. Соответственно по группам, содержание неорганического фосфора было в пределах нормы, с колебаниями от 99,81 до 100,1 мг/л, от 102,4 до 104,8 мг/л и от 101,12 до 102,0 мг/л. В целом, эти данные свидетельствуют о нормализации минерального обмена у животных и минеральной полноценности скармливаемых рецептур.

Такая же тенденция и по содержанию магния, хлора, калия, натрия и железа. Достоверной разницы по содержанию этих элементов в сыворотке крови сравниваемых групп подопытных животных не установлено, что соответствует физиологической норме для данного вида и возраста животных.

Для практических целей большое значение имеют исследования уровней аминокислот и витаминов. Интерес представляет, как меняется аминокислотный состав сыворотки крови в зависимости от использования кормовых добавок. Недостаток в рационе какой-либо незаменимой аминокислоты снижает синтез белков



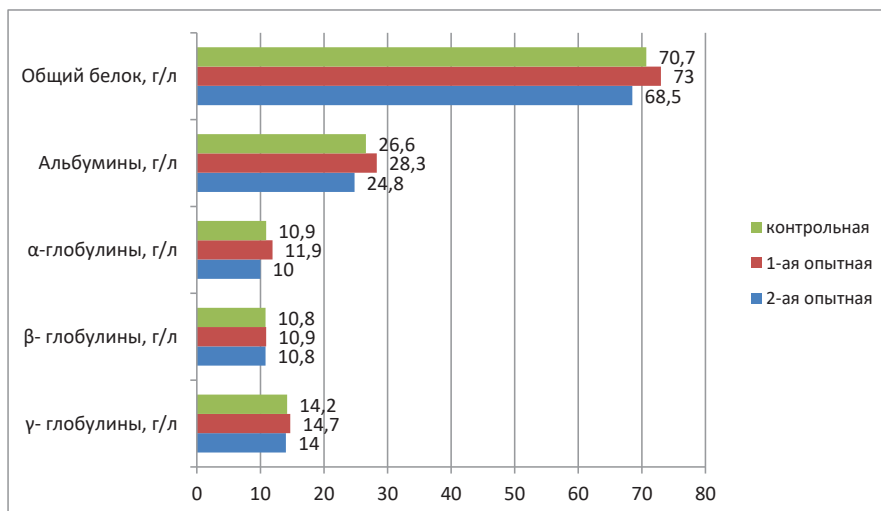


Рисунок 1. Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови коров в начале периода опыта
Figure1. The content of total protein and its fractions in the blood serum of cows at the beginning of the experiment

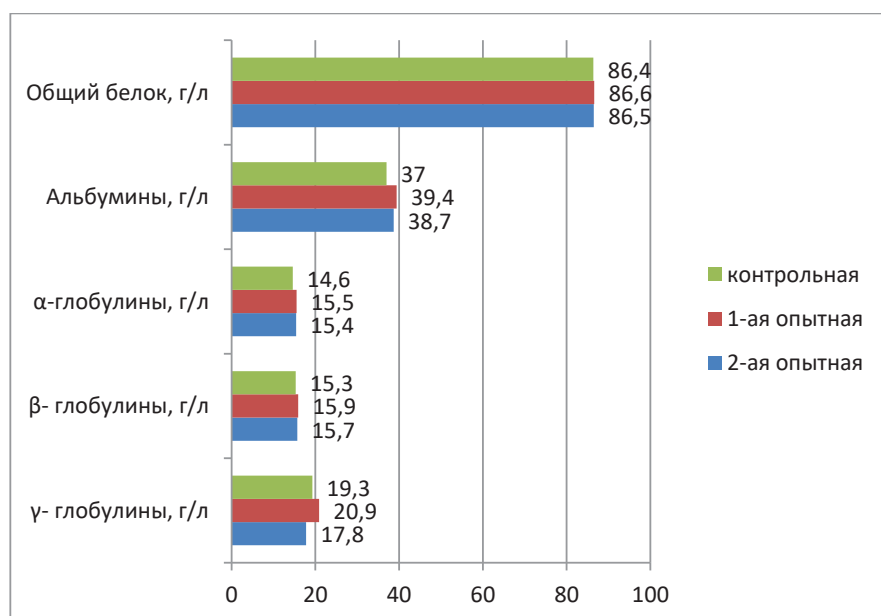


Рисунок 2. Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови коров в конце периода опыта
Figure 2. The content of total protein and its fractions in the blood serum of cows at the end of the experiment period

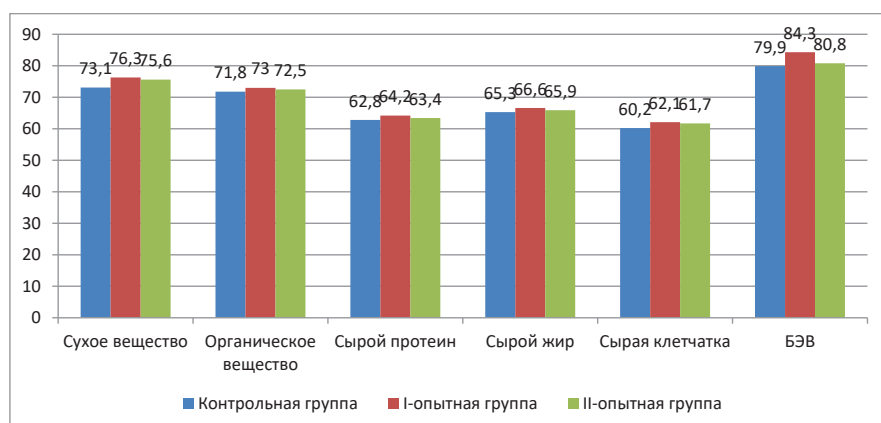


Рисунок 3. Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов коров, %
Figure. 3. Nutrient digestibility coefficients of cow rations, %

в организме, в сыворотке крови возрастает общее количество свободных аминокислот. Известно, что в обеспечении жизнедеятельности организма животных, их продуктивного здоровья исключительно важную роль играют в крови аминокислотный и витаминный состав, они участвуют во всех обменных процессах, поддерживают осмотическое давление в клетках, необходимое для процессов выделения и усвоения питательных веществ.

Установлено, что по всем анализируемым аминокислотам в опытных группах их значение достоверно превосходило аналогичные показатели в контрольной группе. Следует отметить, что у коров I-опытной группы наблюдалась тенденция увеличения состава аминокислот. В начале периода опыта содержание лизина в крови повысилось на 10,72 мкг/100 мл по сравнению с контролем и на 7,24 мкг/100 мл со II-опытной группой, метионина на 15,02 и на 8,53 мкг/100 мл соответственно. Такая же закономерность и по остальному составу аминокислот и в конце проведения опыта. Полученные данные свидетельствуют о том, что оптимизация кормовых рационов коров симментальской породы по содержанию витаминов группы А и С за счет применения рецептуры белково-минеральных кормовых добавок оказала положительное влияние на кроветворную функцию. Содержание витамина А повысилось по группам на 1,13-1,75-1,42 мг/л, содержание витамина С на 0,46-0,80-0,54 мг/л соответственно. Так, если содержание витаминов группы А и С на начало опыта было меньше, то в конце опыта эти же показатели нормализовались.

При проведении исследований проанализировали, как будут использоваться подопытными животными питательные вещества корма при скармливании рецептов кормовых добавок из местных ресурсов. С этой целью был проведен физиологический опыт на 9 коровах со средней живой массой 465,0-470,0 кг.

Корм каждому животному задавался индивидуально. Для расчета переваримости питательных веществ корма коровами были учтены: среднесуточное потребление корма и среднесуточное выделение кала. Ежедневный учет съеденных животными кормов и анализ их химического состава позволили установить количество питательных веществ, потребленных за период физиологического опыта. Результаты исследований свидетельствуют, о том, что коровы I-опытной группы потребляли большее количество сухого вещества на 1,01-1,0 раза, органического вещества на 1,02-1,0 раза, сырого протеина на 1,06-1,03 раза, сырого жира на 1,05-1,03 раза, сырой клетчатки на 1,04-1,01 раза и БЭВ на 1,09-1,07 раза, по сравнению с аналогами.

При расчете коэффициента переваримости было установлено, что наилучшие показатели были выявлены в I-опытной группе, где высокий уровень переваримости коровами данной группы установлен в отношении сухого вещества на 3,2 и 0,7%, органического вещества — на 1,2 и 0,5%, сырого протеина — на 1,4 и 0,8%, сырого жира — на 1,3 и 0,7%, сырой клетчатки — на 1,9 и 0,4% и БЭВ — на 4,4 и 3,5% соответственно ($P < 0,95$). Тем не менее, коэффициенты переваримости питательных веществ колебались в следующих пределах, %: сухого вещества — 73,1-76,3; органического вещества — 71,8-73,0; сырого протеина — 62,8-64,2; сырого жира — 65,3-66,6; сырой клетчатки — 60,2-62,1 и БЭВ — 79,9-84,3 в соответствии с диаграммой.



Таблица 2. Показатели молочной продуктивности коров, (M±m)
Table 2. Indicators of milk productivity of cows, (M±m)

Показатель	Группа		
	контрольная	I-опытная	II-опытная
Удой за 251 дней лактации, кг	2309,2±102,6	2515,0±160,9	2351,8±105,7
Среднесуточный удой, кг	9,2±0,41	10,0±0,63	9,37±0,42
Содержание жира в молоке, %	3,74±0,05	3,81±0,04	3,78±0,04
Количество молочного жира, кг	86,3±4,02	95,7±6,24	88,9±1,69
Содержание белка в молоке, %	3,19±0,0	3,17±0,0	3,2±0,01
Количество молочного белка, кг	73,5±3,25	79,8±5,14	75,0±3,42
Удой молока 4% жирности, кг	2159,5±99,7	2395,9±154,6	2225,2±107,9
Удой молока базисной жирности, кг	2540,5±117,4	2818,7±182,0	2617,9±126,9
Коэффициент молочности, кг	439,8	481,8	447,9

Для оценки обеспеченности коров минеральными веществами имеет значение степень усвоения организмом кальция и фосфора. На основании данных физиологического опыта и химического состава кормов, кормовых остатков, кала было рассчитано использование кальция и фосфора. Роль кальция в организме очень велика, но самой важной функцией его является то, что он связан с белком и используется для образования костной ткани. Далее фосфор, как и кальций, содержится во всех тканях, также является важнейшей структурной единицей костной ткани животных и до 80-85% его находится в скелете, 15-20% в других тканях, выполняющих различные функции. Анализируя приведенные данные по использованию кальция дойными коровами, отмечается, что баланс кальция у всех групп был положительный. Коровы I-опытной группы усваивали его лучше, отложили в теле 70,3 г и коэффициент использования кальция составил 39,4 г. При использовании фосфора подопытными животными установлено, что лучше усваивали неорганического фосфора коровы I-опытной группы, где отложено в теле 23,2 г и коэффициент использования кальция составил 57,7 г. Существенных различий в потреблении кальция и фосфора не наблюдалось, в данном случае потребление кальция колебалось от 157,2 до 158,5 г, фосфора от 28,9 до 35,0 г.

Анализ состава и питательности рационов позволяет констатировать, что использование белково-минеральной добавки коровам положительно сказалось на показатели молочной продуктивности. Увеличение удоя и улучшение качественных характеристик молока оказало влияние на количество молочного жира и белка, полученного за 251 дней лактации от коров I-опытной группы.

Как видно из данных таблицы 2, от коров I-опытной группы за лактацию получено молока больше, чем от аналогов коров контрольной на 205,0 кг или на 8,9% (**P<0,99) и II-опытной групп на 163,2 кг или на 6,9% (*P<0,95). В пересчете на 4%-ую жирность молока, разница в удое увеличилась на 10,9% и на 7,7%. Наибольший выход молочного жира был установлен у коров, получавших рецепт № 1, соответственно на 9,4 и 6,8 кг. В целом, молочная продуктивность за 251 дней лактации коров симментальской породы составила в контрольной группе 2309,2 кг, в I-опытной — 2515,0 кг, во II-опытной — 2351,8 кг.

Подобная динамика была установлена и по выходу молочного белка: наименьшее его содержание было в контрольной группе — 73,5 кг, во II-опытной группе составила 75,0 кг. Коэффициент молочности отражает конституциональную направленность животных в сторону той

или иной продуктивности. Чем выше коэффициент молочности, тем лучше животные используют питательные вещества корма на производство продукции и тем самым интенсивнее идет синтез молока. Также высокий коэффициент молочности установлен у коров I-опытной группы и составлял 481,8 кг и был выше, чем у контрольных аналогов на 42,0 кг, у II-опытной группы на 33,9 кг.

При оценке применяемых условий кормления определяющее значение имеют показатели состава и свойства молока. Отмечено, что использование в рационе коров рецептов белково-минеральных кормовых добавок положительно отразилось и на химическом составе молока подопытных животных. Наибольшее содержание в молоке коров сухих веществ, жира и СОМО, установлено в конце периода опыта их лактации. Так, в конце опыта содержание жира у коров I-опытной группы была больше на 0,07%, чем у коров контрольной и на 0,04%, чем у коров II-опытной групп. Также выявлена тенденция увеличения содержания молочного сахара на 0,18 и 0,13% и СОМО на 0,26 и 0,07% соответственно.

Выводы. Таким образом, используемая в рационе коров белково-минеральная добавка из местных ресурсов способствовала увеличению молочной продуктивности на 9%, оказала стимулирующее влияние на состояние обменных процессов и здоровья животных. Наилучшие показатели были выявлены в I-опытной группе, где коровы получали рецепт белково-минеральной кормовой добавки 1.

Следовательно, улучшение переваримости большинства питательных веществ рациона объясняется тем, что продуктивный эффект применения рецептов из местных кормовых добавок, обусловлен регулирующим влиянием на интенсивность процессов переваривания и использование питательных веществ кормов, что в свою очередь обеспечивает сохранение иммунитета и повышение молочной продуктивности животных в условиях Якутии.

Список источников

- Бурцева С.В., Рудишин О.Ю. Современные биологические методы исследований в зоотехнии. Учебное пособие. Барнаул: АГАУ, 2014. 215 с.
- Валитов Х.З., Фролкин А.И. Кормовые добавки на основе гуминовых кислот и их влияние на показатели продуктивности крупного рогатого скота // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2022. № 6 (203). С. 3-13.
- Иванов А.В., Бетин А.Н. Эффективность использования кормовой добавки AGOLIN RUMINANT в рационах лактирующих коров // Главный зоотехник. 2020. № 4. С. 29-35.

4. Кармацких Ю.А., Иванова И.Е. Использование минерально-витаминного премикса в период раздоя коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2019. № 3. С. 15-25.

5. Киселева Е.М., Абашева А.А., Ачкасова Е.В. Использование кормовой добавки на основе природного местного сырья в кормлении коров // Сборник научных трудов «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». 2016. С. 78-83.

6. Кислякова Е.М., Ачкасова Е.В., Абашева А.А. Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы при скормлении энерго-протеиновой добавки из местного природного сырья // Научно-обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С. 55-58.

7. Лунева А.В. Влияние кормовой микробной добавки на мясную продуктивность цыплят-бройлеров и качество мяса птицы // Аграрный вестник Урала. 2021. № 10. С. 55-64.

8. Николаева Н.А., Борисова П.П., Алексеева Н.М., Васильева Е.С., Панкратов В.В., Воронов И.В. Способы повышения биологической полноценности рационов дойных коров с использованием энерго-протеиново-минеральных кормовых добавок // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 3 (369). С. 55-58.

9. Николаева Н.А., Борисова П.П., Алексеева Н.М. Обмен веществ и молочная продуктивность коров при применении кормовых добавок из местного сырья // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 4. С. 49-53.

10. Сабитов М.Т., Фархутдинова А.Р., Маликова М.Г., Хайруллина Н.И., Шамсутдинов Д.Х. Влияние комплексной минерально-витаминной кормовой добавки на гематологические и биохимические показатели крови телят // Молочное и мясное скотоводство. № 1. 2020. С. 27-31.

11. Чабав М.Г. Продуктивные и обменные процессы у высокопродуктивных лактирующих коров в период раздоя при скормлении различных форм и концентраций селена // Зоотехника. № 5. 2022. С. 22-26.

12. Atanov I.V., Kapustin I.V., Grinchenko V.A. [et al.] Improving efficiency of feeding cattle // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7. No. 4. Pp. 1927-1932. EDN XFMKL.

13. Zhukov R.B., Eremenko O.N., Ospichuk G.V. [et al.] Red Cattle Breed's Feeding Rations with Selenium-enriched Components from Yeast and Chlorella // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2021. Vol. 12. No 11. P. 1211. EDN MIXNYX. doi: 10.14456/ITJEMAST.2021.222.

14. Semkiv M.V., Lukashik E.E. Monitoring of the feed base and provision of dairy cattle with adequate feeding / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Veliky Novgorod, 2020. P. 012135. EDN TTYBOK. doi: 10.1088/1755-1315/613/1/012135.

References

- Burtseva S.V., Rudishin O.YU. (2014). *Sovremennye biologicheskie metody issledovaniy v zootekhnii*. Uchebnoye posobie. Barnaul: AGAU, 215 p.
- Valitov K.H.Z., Frolokin A.I. (2022). *Kormovye dobavki na osnove guminovykh kislot i ikh vliyaniye na pokazateli produktivnosti krupnogo rogatogo skota. Kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, no. 6 (203), pp. 3-13.
- Ivanov A.V., Betin A.N. (2020). *Ehffektivnost' ispol'zovaniya kormovoi dobavki AGOLIN RUMINANT v ratsionakh laktruyushchikh korov. Glavnyi zootekhnik*, no. 4, pp. 29-35.
- Karmatskikh YU.A., Ivanova I.E. (2019). *Ispol'zovaniye mineral'no-vitaminnoy premiksa v period razdoya korov. Kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, no. pp. 15-25.
- Kiseleva E.M., Abasheva A.A., Achkasova E.V. (2016). *Ispol'zovaniye kormovoi dobavki na osnove prirodnogo mestnogo syr'ya v kormlenii korov. Sbornik nauchnykh trudov Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya*, pp. 78-83.
- Kislyakova E.M., Achkasova E.V., Abasheva A.A. (2017). *Molochnaya produktivnost' korov cherno-pestroi porody pri skarmlivanii ehnergo-proteinovoi dobavki iz mestnogo irodnogo syr'ya. Nauchno-obosnovannye tekhnologii intensifikatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy*





rialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, pp. 55-58.

7. Luneva A.V. (2021). Vliyaniye kormovoi mikrobnai do-
bavki na myasnuyu produktivnost' tsyplyat-broilerov i kache-
stvo myasa ptitsy. *Agrarnyi vestnik Urala*, no. 10, pp. 55-64.

8. Nikolaeva N.A., Borisova P.P., Alekseeva N.M.,
Vasil'eva E.S., Pankratov V.V., Voronov I.V. (2019). Sposoby
povysheniya biologicheskoi polnotsennosti ratsionov doinykh
korov s ispol'zovaniem ehnergo-proteinovo-mineral'nykh ko-
rmovykh dobavok. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi
zhurnal*, no. 3 (369), pp. 55-58.

9. Nikolaeva N.A., Borisova P.P., Alekseeva N.M. (2020).
Obmen veshchestv i molochnaya produktivnost' korov pri prim-

eneniye kormovykh dobavok iz mestnogo syr'ya. *Mezhdunarod-
nyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*, no. 4, pp. 49-53.

10. Sabitov M.T., Farkhutdinova A.R., Malikova M.G.,
Khairullina N.I., Shamsutdinov D.KH. (2020). Vliyaniye kom-
pleksnoi mineral'no-vitaminnoi kormovoi dobavki na gema-
tologicheskie i biokhimicheskie pokazateli krovi telyat. *Moloch-
noe i myasnoe skotovodstvo*, no. 1, pp. 27-31.

11. Chabaev M.G. (2022). Produktivnye i obmennyie
protsessy u vysokoproduktivnykh laktiruyushchikh korov v pe-
riod razdoiya pri skarmliivani razlichnykh form i kontsentratsii
selena. *Zootekhniya*, no. 5, pp. 22-26.

12. Atanov I.V., Kapustin I.V., Grinchenko V.A. [et al.]
(2016). Improving efficiency of feeding cattle. *Research Jour-*

nal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences,
vol. 7, no. 4, Pp. 1927-1932. EDN XFMIKL.

13. Zhukov R.B., Eremenko O.N., Ospichuk G.V. [et al.]
(2021). Red Cattle Breed's Feeding Rations with Selenium-en-
riched Components from Yeast and Chlorella. *International
Transaction Journal of Engineering, Management and Ap-
plied Sciences and Technologies*, vol. 12, no. 11, P. 1211. EDN
MIXNYX. doi: 10.14456/ITJEMAST.2021.222.

14. Semkiv M.V., Lukashik E.E. (2020). Monitoring of
the feed base and provision of dairy cattle with adequate
feeding. *IOP Conference Series: Earth and Environmen-
tal Science*. Veliky Novgorod, P. 012135. EDN TTYBOK.
doi: 10.1088/1755-1315/613/1/012135.

Информация об авторах:

Николаева Наталья Афанасьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Якутский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1168-2054>, J-6640-2018, Scopus Author ID: 57201381113, natanik_69@mail.ru

Борисова Парасковья Прокопьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Якутский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6862-3464>, Sulusovna@mail.ru

Алексева Ньургустана Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Якутский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2545-299x>, agronii71@mail.ru

Петрова Софья Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Северо-восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5244-3362>, sofalo@list.ru

Information about the authors:

Natalia A. Nikolaeva, candidate of agricultural sciences, Yakut Scientific Research Institute of Agriculture,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1168-2054>, J-6640-2018, Scopus Author ID: 57201381113, natanik_69@mail.ru

Paraskovya P. Borisova, candidate of agricultural sciences, Yakut Scientific Research Institute of Agriculture,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6862-3464>, Sulusovna@mail.ru

Nurgustana M. Alekseeva, candidate of agricultural sciences, Yakut Scientific Research Institute of Agriculture,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2545-299x>, agronii71@mail.ru

Sofya A. Petrova, candidate of agricultural sciences, docent, North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5244-3362>, sofalo@list.ru

✉ natanik_69@mail.ru



Международная выставка

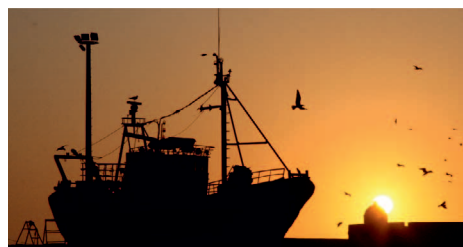
оборудования и технологий добычи,
разведения и переработки рыбы
и морепродуктов

11 - 13 апреля 2023
МОСКВА, ЭКСПОЦЕНТР



Участие в AquaPro Expo - эффективный способ:

- Увеличить объемы
и расширить географию продаж
компании
- Найти клиентов из большого
числа рыбоводных хозяйств,
рыбных производств,
добывающих компаний, инвесторов



Организатор:



+7 (812) 701-00-15
+7 (495) 320-80 41
info@aquaproexpo.ru

Забронируйте стенд
aquaproexpo.ru



Научная статья
УДК 632.51(470.32)
doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_67

ВРЕДНОСНОСТЬ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

З.П. Оказова¹, В.С. Гаппоева², З.Г. Хабаева², И.М. Ханиева³, А.Р. Саболиров³

¹Чеченский государственный педагогический университет, Грозный, Россия

²Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, Россия

³Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, Нальчик, Россия

Аннотация. В технологии возделывания календулы лекарственной важно уделить особое внимание вопросам борьбы с сорной растительностью. Цель исследования — определение вредоносности сорных растений в посевах календулы лекарственной в условиях горной зоны Республики Северная Осетия-Алания. Исследование проводилось в период 2020–2022 гг. в Пригородном районе Республики Северная Осетия-Алания (горная зона). В посевах календулы лекарственной обнаружено порядка 20 видов сорных растений, представителей 15 семейств. Тип засоренности в опыте смешанный. Концентрация пигментов в листьях растений календулы лекарственной при плотности произрастания сорняков 5 шт/м² 2,97 мг/г, каротина 0,69 мг/г. Наибольшая встречаемость в опыте отмечена у щирицы запрокинутой. Масса 1 экземпляра сорного растения на фоне минимальной засоренности 43,1 г., с ростом плотности этот показатель снижается в 3,8 раза. Урожайность календулы лекарственной 0,67–1,56 т/га сухих цветов. С ростом числа сорных растений урожайность снизилась до 0,67 т/га, потери достигли 57,1%. С ростом плотности размещения растений на единице площади посева календулы лекарственной воздушно-сухая масса сорных растений возрастает в 16,8 раза. С увеличением плотности размещения элементов агроценоза календулы лекарственной, сорт Солнечный луч в условиях горной зоны Республики Северная Осетия-Алания потери урожая достигают 57,1%. Критический период вредоносности сорнополевой компоненты в посевах календулы лекарственной — первые 27 дней с момента появления всходов. Предпосевная обработка семян 0,1% водным раствором гумата калия-80 позволяет сократить продолжительность критического периода вредоносности сорных растений до 17 дней, что позволит значительно повысить продуктивность посева.

Ключевые слова: сорные растения, вредоносность, урожайность, критический период вредоносности, засоренность, флористический состав, потери урожая

Original article

HARMFUL WEED PLANTS IN CROPS OF MARIGOLD

Z.P. Okazova¹, V.S. Gappoeva², Z.G. Khabaeva², I.M. Khanieva³, A.R. Sabolirov³

¹Chechen State Pedagogical University, Grozny, Russia

²North Ossetian State University named after K.L. Khetagurova, Vladikavkaz, Russia

³Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova, Nalchik, Russia

Abstract. In the technology of cultivation of calendula officinalis, it is important to pay special attention to the issues of weed control. The purpose of the study is to determine the harmfulness of weeds in crops of calendula officinalis in the mountainous zone of the Republic of North Ossetia-Alania. The study was conducted in the period 2020–2022 in the Prigorodny district of the Republic of North Ossetia-Alania (mountainous zone). About 20 species of weeds, representatives of 15 families, were found in the crops of calendula officinalis. The type of contamination in the experiment is mixed. The concentration of pigments in the leaves of calendula officinalis plants at a weed density of 5 pcs/m² is 2.97 mg/g, carotene is 0.69 mg/g. The highest occurrence in the experiment was noted in the reclined amaranth. The weight of 1 copy of a weed plant against the background of a minimum infestation is 43.1 g, with an increase in density, this indicator decreases by 3.8 times. The yield of calendula officinalis is 0.67–1.56 t/ha of dry flowers. With an increase in the number of weeds, the yield decreased to 0.67 t/ha, losses reached 57.1%. With an increase in the density of plant placement per unit area of planting marigold officinalis, the air-dry mass of weeds increases by 16.8 times. With an increase in the density of placement of elements of the agroecosis of calendula officinalis, variety Sunny ray in the conditions of the mountainous zone of the Republic of North Ossetia-Alania, crop losses reach 57.1%. The critical period of harmfulness of the weed field component in the sowing of calendula officinalis is the first 27 days from the moment of germination. Pre-sowing treatment of seeds with 0.1% aqueous solution of potassium humate-80 can reduce the duration of the critical period of weed damage to 17 days, which will significantly increase the productivity of sowing.

Keywords: weeds, harmfulness, productivity, critical period of harmfulness, infestation, floristic composition, crop losses

Введение. Расширение видового разнообразия лекарственных культур посредством внедрения в производство новых видов — источник увеличения производства отечественного лекарственного сырья, его использование обеспечит высокий иммунный статус человека. Кроме того, в сложившейся экономической ситуации, когда проблема импортозамещения стоит остро, необходимо производство высококачественного отечественного лекарственного сырья [1, 6].

На современном этапе апробация и возделывание лекарственных культур в конкретных агроклиматических условиях, с использованием ресурсного потенциала региона весьма актуально. К перспективным культурам широкого использования относится календула лекарственная. Но недружность появления всходов несколько сдерживает ее возделывание несмотря на высокую ценность культуры как

лекарственного растения. На фоне недостаточности высоких температур появление всходов календулы лекарственной задерживается, что понижает конкурентоспособность растений [4, 7, 13].

Следовательно, в технологии возделывания календулы лекарственной важно уделить особое внимание вопросам борьбы с сорной растительностью.

Цель исследования — определение вредоносности сорных растений в посевах календулы лекарственной в условиях горной зоны Республики Северная Осетия-Алания.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач: определить влияние плотности размещения сорных растений на единице площади на продуктивность посева календулы лекарственной; определить критический период вредоносности сорных растений в посевах календулы лекарственной

и изучить возможность сокращения его продолжительности.

Методы исследования. Исследование проводилось по методике Исаева В.В. [3].

Экспериментальная база. Исследование проводилось в период 2020–2022 гг. в Пригородном районе Республики Северная Осетия-Алания (с. Даргавс), высота над уровнем моря 1412 м. Почвы экспериментального участка — маломощный выщелоченный чернозем. Учетная площадь делянки 5 м², повторность опыта четырехкратная. Заложены модельный полевой опыт, где моделировалась засоренность посева, она возрастала в геометрической прогрессии [8].

Результаты и обсуждение. В посевах календулы лекарственной обнаружено порядка 20 видов сорных растений, представителей 15 семейств: *Amaranthus retroflexus* (L.), *Echinochloa crusgalli* (L.), *Ambrosia artemisiifolia* (L.), *Digitaria sanguinalis* (L.), *Cynodon dactylon* (L.), *Capsella*

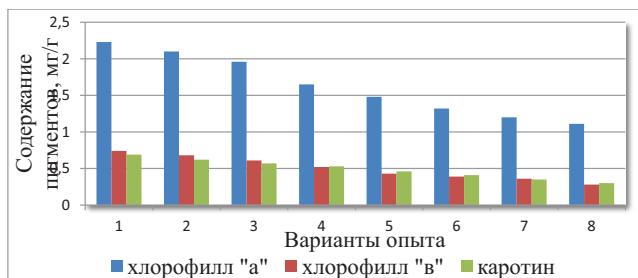


Рисунок 1. Содержание пигментов в листьях календулы лекарственной (мг/г) (2020-2022 гг.)

Figure 1. The content of pigments in the leaves of calendula officinalis (mg/g) (2020-2022)

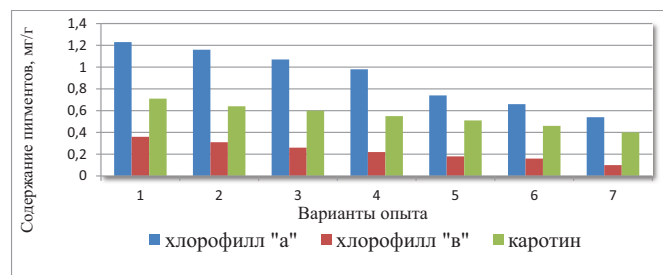


Рисунок 2. Содержание пигментов в листьях Amaranthus retroflexus (L.) (мг/г) (2020-2022 гг.)

Figure 2. The content of pigments in the leaves of Amaranthus retroflexus (L.) (mg/g) (2020-2022)

bursa-pastoris (L.), Sorghum halepense (L.), Galinsoga parviflora (Cav.), Galeopsis tetrahit (L.), Convolvulus arvensis (L.), Stellaria media (L.), Melandrium album (Mill.), Plantago major (L.), Asclepias syriaca (L.), Cirsium arvense (L.) Scop., Abutilon theophrasti (Medicus) [4].

Тип засоренности в опыте смешанный: однолетние — 62,0%, многолетние, соответственно — 38,0% [2].

Необходимым условием высокой продуктивности календулы лекарственной, как и всех культур является интенсивность фотосинтеза. С ростом плотности размещения сорных растений отмечается угнетение фотосинтетической активности растений и в конечном итоге снижение продуктивности пашни [2, 9, 15].

Концентрация пигментов в листьях растений календулы лекарственной при плотности произрастания сорняков 5 шт/м² 2,97 мг/г, каротина 0,69 мг/г. С увеличением плотности размещения сорных растений до 320 шт/м² эти показатели сокращаются в 2,17 раза; каротин — в 2,3 раза (рис. 1).

Наибольшая встречаемость в опыте отмечена у щирицы запрокинутой — Amaranthus retroflexus (L.).

Содержание пигментов в листьях щирицы запрокинутой при минимальной плотности произрастания сорнополевого компонента на единице площади — 1,23 и 0,36 мг/г, каротина — 0,71 мг/г (рис. 2).

Уровень хлорофилла «а» при максимальной плотности размещения растений на единице площади сократился в 1,85 раза в сравнении с уровнем пигмента при минимальной засоренности. Таким образом, с ростом плотности размещения сорных растений содержание пигментов в листьях календулы лекарственной сокращается, это впоследствии окажет влияние на конкурентоспособность растений.

Рост численности сорнополевого компонента с 5 до 320 шт/м² оказывает влияние на массу одного экземпляра сорного растения (рис. 3).

Масса 1 экземпляра сорного растения на фоне минимальной засоренности 43,1 г, с ростом плотности этот показатель снижается: 11,3 г или в 3,8 раза. При этом воздушно-сухая масса сорнополевого компонента возрастает в 16,8 раза. Сорнополевым компонентом оказал угнетающее действие на рост растений календулы лекарственной. Смоделированы 2 вида конкуренции: внутривидовая и межвидовая [5, 11, 14].

Урожайность календулы лекарственной (сорт Солнечный луч) составила 0,67-1,56 т/га сухих цветов (табл. 1, рис. 4).

Урожайность на контроле за период 2020-2022 гг. — 1,56 т/га сухих цветов календулы лекарственной. С ростом плотности размещения сорных растений на единице площади урожайность снизилась до 0,67 т/га, потери достигли 57,1%, то есть потери урожая возрастают в 4,2 раза.

Можно сделать вывод о высокой чувствительности культуры к совместному произрастанию с сорным компонентом агроценоза.

Следующим этапом исследования стало определение критического периода вредоносности сорнополевого компонента в посевах календулы лекарственной и изучение возможности сокращения его продолжительности (рис. 5).

Графически определенный критический период вредоносности сорных растений в посевах календулы лекарственной (сорт Солнечный луч) составил 26 дней с момента появления всходов [10, 12].

В целях сокращения продолжительности критического периода вредоносности сорных растений проведена предпосевная обработка семян календулы лекарственной 0,1% водным раствором гумата калия-80. Результаты опыта показаны на рисунке 6.

Область применения результатов. Полученные результаты необходимы при разработке научно-обоснованных мер борьбы с сорной растительностью в условиях горной зоны Республики Северная Осетия-Алания.

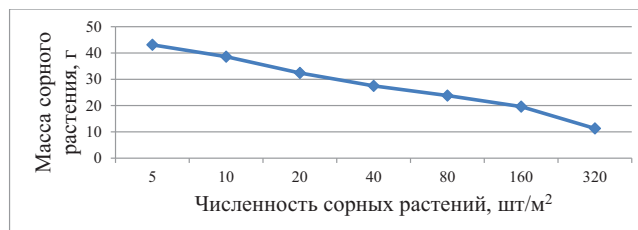


Рисунок 3. Влияние плотности размещения сорнополевого компонента на массу одного экземпляра сорного растения (2020-2022 гг.)

Figure 3. Influence of the density of placement of the weed field component on the mass of one specimen of a weed plant (2020-2022)

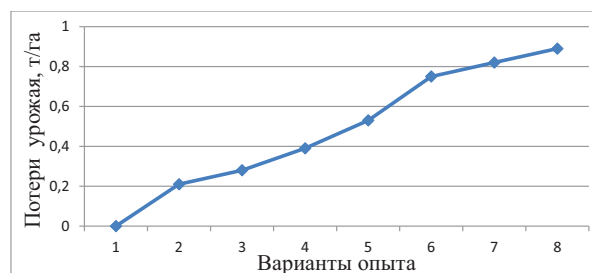


Рисунок 4. Влияние плотности размещения сорняков на единице площади на потери урожая сухих цветов календулы лекарственной (сорт Солнечный луч) (2020-2022 гг.)

Figure 4. Influence of weed density per unit area on yield losses of dry flowers of calendula officinalis (variety Solnechny luch) (2020-2022)

Таблица 1. Влияние численности сорных растений на урожайность сухих цветов календулы лекарственной (2020-2022 гг.)

Table 1. The influence of the number of weeds on the yield of dry flowers of calendula officinalis (2020-2022)

Численность сорняков в посевах	Урожайность, т/га				Потери урожая	
	2020	2021	2022	ср.	т/га	%
Посев чистый от сорняков	1,38	1,61	1,69	1,56	-	-
5 шт/м ²	1,28	1,35	1,42	1,35	0,21	13,5
10 шт/м ²	1,23	1,25	1,36	1,28	0,28	18,0
20 шт/м ²	1,11	1,16	1,24	1,17	0,39	25,0
40 шт/м ²	0,96	1,03	1,10	1,03	0,53	34,0
80 шт/м ²	0,87	0,80	0,76	0,81	0,75	48,1
160 шт/м ²	0,68	0,75	0,79	0,74	0,82	52,6
320 шт/м ²	0,62	0,66	0,73	0,67	0,89	57,1
НСР ₀₅ , т/га	0,08	0,06	0,11			

Выводы. В ходе проведенных исследований установлено, что с ростом плотности размещения растений на единице площади посева календулы лекарственной от 5 до 320 шт/м² воздушно-сухая масса сорных растений возрастает в 16,8 раза. С увеличением плотности размещения элементов агроценоза календулы лекарственной, сорт Солнечный луч в условиях горной зоны Республики Северная Осетия-Алания потери урожая достигают 57,1%. Критический период вредоносности сорнополевого компонента в посевах календулы лекарственной — первые 27 дней с момента появления всходов. Предпосевная обработка семян 0,1% водным раствором гумата калия-80 позволяет сократить продолжительность критического периода вредоносности сорных растений до 17 дней, что позволит значительно повысить продуктивность посева.

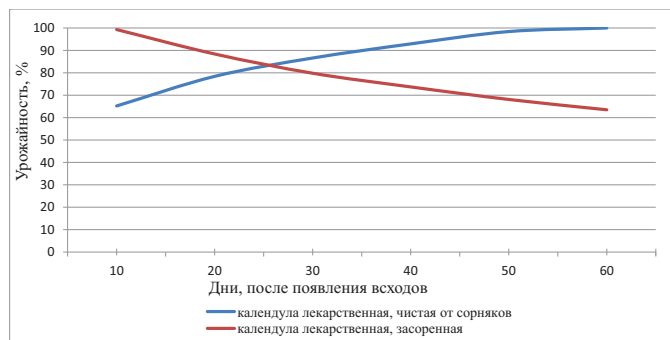


Рисунок 5. Критические периоды вредоносности сорных растений в посевах календулы лекарственной (сорт Солнечный луч) (2020-2022 гг.)

Figure 5. Critical periods of weed damage in crops of calendula officinalis (variety Sunny ray) (2020-2022)

Список источников

- Абрамчук А.В. Влияние сорта на формирование продуктивности зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum* (L.) // Аграрный вестник Урала. 2015. № 3(133). С. 39-42.
- Волкова Н., Абрамчук А.В. Влияние препарата Гумат+7 микроэлементов на структуру надземной биомассы зверобоя продырявленного // Молодежь и наука. 2019. № 2. С. 16.
- Исаев В.В. Прогноз и картирование сорняков. М.: Агропромиздат, 1990. 192 с.
- Кабанова С.А., Кабанов А.Н., Крекова Я.А. Выращивание лекарственных растений в Северном Казахстане // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2022. № 1(112). С. 112-126.
- Кабанова С.А., Данченко М.А., Кабанов А.М. Количественные показатели роста и урожайности лекарственных трав на опытной плантации в Северном Казахстане // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13. № 6. С. 88-104.
- Карачевская Е.В. Экономическая эффективность выращивания лекарственных трав в условиях экономики Республики Беларусь // Экономика и парадигма нового времени. 2019. № 3(11). С. 12-17.
- Козко А.А. Перспективы и проблемы возрождения лекарственного растениеводства в России // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2018. Т. 146. С. 18-25.
- Оказова З.П. Биопрепараты в современном земледелии // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 97-101.
- Сидельников Н.И. Особенности защиты лекарственных культур от вредных организмов // Защита и карантин растений. 2014. № 11. С. 20-22.
- Цугкиева В.Б., Дзантиева Л.Б., Цугкиева И.Б. Использование лекарственных трав из коллекционного питомника Горского ГАУ в промышленности // Известия Горского государственного аграрного университета. 2010. Т. 47. № 2. С. 239-241.
- Чумакова В.В., Чумаков В.Ф., Журавель Н.В. Сравнительное изучение различных видов амаранта в услови-

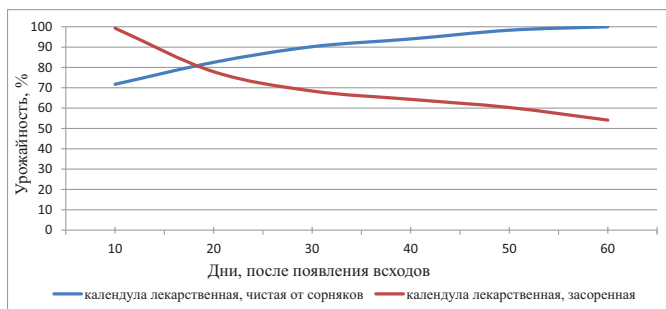


Рисунок 6. Влияние предпосевной обработки семян календулы лекарственной (сорт Солнечный луч) 0,1% водным раствором гумата калия-80 (2020-2022 гг.)

Figure 6. Influence of pre-sowing treatment of seeds of calendula officinalis (variety Solnechny luch) with 0.1% aqueous solution of potassium humate-80 (2020-2022)

- я Ставропольского края // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 3(7). С. 123-130.
- Якимович Е.А. Снижение засоренности многолетних плантаций пырея пыльнолистного // Защита растений. 2019. № 43. С. 135-143.
- Яковлева К.М. К вопросу изучения лекарственных трав Якутии // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 12-2(90). С. 67-69.
- Abbasi B.H. Echinacea biotechnology: challenges and opportunities. In vitro cellular and developmental biology — plant. 2007. V. 43. № 6. P. 481-492.
- Palta J.A. Crop root system behaviour and yield preface. Field Crops Res. 2014. V. 165. P. 1-4.

References

- Abramchuk A.V. (2015). Vliyaniye sorta na formirovaniye produktivnosti zveroboya prodryavlennoy *Hypericum perforatum* (L.) [Influence of the variety on the formation of the productivity of St. John's wort *Hypericum perforatum* (L.)]. *Agrarnyy vestnik Urala*, no 3 (133), pp. 39-42.
- Volkova N., Abramchuk A.V. (2019). Vliyaniye sorta na formirovaniye produktivnosti zveroboya prodryavlennoy *Hypericum perforatum* (L.) [Influence of the drug Humat + 7 microelements on the structure of above-ground biomass of St. John's wort]. *Molodezh i nauka*, no 2, p. 16.
- Isaev V.V. (1990). *Prognoz i kartirovaniye sornyakov* [Forecast and mapping of weeds]. Moscow: Agropromizdat.
- Kabanova S.A., Kabanov A.N., Krekova Y.A.A. (2022). Vyrashchivaniye lekarstvennykh rasteniy v Severnom Kazakhstan [Cultivation of medicinal plants in Northern Kazakhstan]. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina*, no. 1(112), pp. 112-126.
- Kabanova S.A., Danchenko M.A., Kabanov A.M. (2021). Kolichestvennyye pokazateli rosta i urozhainosti lekarstvennykh trav na opytной plantatsii v Severnom Kazakhstan [Quantitative indicators of growth and productivity of medicinal herbs on an experimental plantat7.ion in Northern Kazakhstan]. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina*, no. 6, pp. 88-104.
- Karachevskaya E.V. (2019). Ehkonomicheskaya ehffektivnost' vyrashchivaniya lekarstvennykh trav v usloviyakh

ehkonomiki Respubliki Belarus' [Economic efficiency of growing medicinal herbs in the conditions of the economy of the Republic of Belarus]. *Ehkonomika i paradigma novogo vremeni*, no. 3(11), pp. 12-17.

7. Karachevskaya E.V. (2019). Ehkonomicheskaya ehffektivnost' vyrashchivaniya lekarstvennykh trav v usloviyakh ehkonomiki Respubliki Belarus' [Economic efficiency of growing medicinal herbs in the conditions of the economy of the Republic of Belarus]. *Ehkonomika i paradigma novogo vremeni*, no 3(11), pp. 12-17.

8. Okazova Z.P. (2013). Biopreparaty v sovremennom zemledelii [Biological products in modern agriculture]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, no. 6, p. 971.

9. Sidel'nikov N.I. (2014). Osobennosti zashchity lekarstvennykh kul'tur ot vrednykh organizmov' [Features of the protection of medicinal crops from harmful organisms]. *Ehkonomika i paradigma novogo vremeni*, no. 11, pp. 20-22.

10. Tsugkueva V.B., Dzantseva L.B., Tsugkueva I.B. (2010). Ispol'zovaniye lekarstvennykh trav iz kollektsionnogo pitomnika Gorskogo GAU v promyshlennosti [The use of medicinal herbs from the collection nursery of Gorsky State Agrarian University in industry]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, vol. 47, no. 2, pp. 239-241.

11. Chumakova V.V., Chumakov V.F., Zhuravel' N.V. (2016). Sravnitel'noye izucheniye razlichnykh vidov amarantha v usloviyakh Stavropol'skogo kraia [Comparative study of various types of amaranth in the conditions of the Stavropol Territory]. *Tavricheskii vestnik agrarnoy nauki*, no. 3(7), pp. 123-130.

12. Yakimovich E.A. (2019). Snizheniye zasorennosti mnogoletniy plantatsii pustynnika pyatilopastnogo [Comparative study of various types of amaranth in the conditions of the Stavropol Territory]. *Zashchita rasteniy*, no. 43, pp. 135-143.

13. Yakovleva K.M. (2019). K voprosu izucheniya lekarstvennykh trav Yakutii [On the issue of studying medicinal herbs of Yakutia]. *Zashchita rasteniy*, no. 43, pp. 135-143.

14. Abbasi B. H. (2007). Echinacea biotechnology: challenges and opportunities. In vitro cellular and developmental biology — plant, vol. 43, no 6, pp. 481-492.

15. Palta, J.A. (2014). Crop root system behaviour and yield preface. *Field Crops Res*, vol. 165, pp. 1-4.

Информация об авторах:

Оказова Зарина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Чеченский государственный педагогический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4405-7725>, okazarina73@mail.ru

Гаппова Валентина Созыроевна, кандидат биологических наук, доцент, Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3127-4122>, valentina.gappoeva@mail.ru

Хабеева Зинаида Григорьевна, кандидат биологических наук, доцент, Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7214-7827>, habaeva@mail.ru

Ханиева Ирина Мироновна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6415-5832>, imhaniaeva@mail.ru

Саболиров Ахмед Русланович, аспирант, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова

Information about the authors:

Zarina P. Okazova, doctor of agricultural sciences, professor of the department of ecology and life safety, Chechen State Pedagogical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4405-7725>, okazarina73@mail.ru

Valentina S. Gappoeva, candidate of biological sciences, associate professor, North Ossetian State University. K.L. Khetagurova, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3127-4122>, valentina.gappoeva@mail.ru

Zinaida G. Habaeva, candidate of biological sciences, associate professor, North Ossetian State University. K.L. Khetagurova, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7214-7827>, habaeva@mail.ru

Irina M. Khanieva, doctor of agricultural sciences, professor, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6415-5832>, imhaniaeva@mail.ru

Akhmed R. Sabolirov, graduate student, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova





АНАЛИЗ ИНДЕКСА ЗАСУШЛИВОСТИ КЛИМАТА ТЕРРИТОРИЙ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

С.Н. Волков, С.А. Крючков, Э.Э. Мамедова

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. На основе данных Службы по изучению изменения климата Copernicus (C3S) проведен анализ индекса засушливости климата (AI) в летний период для территорий муниципальных образований Тамбовской области. Временной охват 1979–2018 гг. Описан способ расчета индекса AI. Предложена усовершенствованная интерпретация промежуточных значений AI на основе классификации индекса засушливости ЮНЕП. В результате расчета AI определено, что климат в летний период большинства районов Тамбовской области относится к сухому субвлажному с локальными полусухими участками. Среднее значение $AI > 0,5$ зафиксировано в 6 муниципальных образованиях. Максимальный показатель $AI > 0,5$ обнаружен в 18 районах. Определено, что более высокие значения AI наблюдаются в долинах крупных рек южной и центральной частей области. Площадь территорий, на которых зафиксированы значения $AI > 0,5$ составляет 5491,51 кв. км (15,5% от всей области). Наиболее увлажненными районами являются Староурьевский, Первомайский и Никифоровский. Наименее увлажненные — Жердевский, Мучкапский и Уваровский муниципальные образования, а также городской округ Уварово. Определены локальные места наибольших значений AI в ряде районов. Разработаны картосхемы территориальной дифференциации AI для всей Тамбовской области и районов юга и юго-запада отдельно. Высокий AI в муниципальных образованиях, наиболее вероятно, обусловлен особенностью рельефа местности и испарением, однако точные причины возможно определить только с помощью более детальных исследований климата и климатообразующих факторов в летний период и за весь год в целом.

Ключевые слова: индекс засушливости, климат, осадки, потенциальное испарение, Тамбовская область, Copernicus Climate Change Service, The Climate Data Store

Original article

ANALYSIS OF THE CLIMATE ARIDITY INDEX OF THE TAMBOV REGION MUNICIPALITY TERRITORIES IN SUMMER-TIME

S.N. Volkov, S.A. Kryuchkov, E.E. Mamedova

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. Based on the data of the Copernicus Climate Change Service (C3S), the analysis of the climate aridity index (AI) in summer-time for the Tambov region municipality territories was carried out. Time coverage 1979–2018. The method of calculating the AI index is described. An improved interpretation of intergraduated AI values based on the UNEP (United Nations Environment Program) dryness index classification is proposed. As a result of the AI calculation, it was determined that the climate in summer-time of most districts of the Tambov region belongs to a dry sub-humid with local semi-arid areas. The average value of $AI > 0.5$ was recorded in 6 municipalities. The maximum AI index > 0.5 was found in 18 districts. It is determined that higher AI values are observed in the valleys of large rivers in the southern and central parts of the region. The square footage was AI values > 0.5 are recorded is 5491.51 sq. km (15.5% of the entire region). The most humidified areas are Staroyuryevsky, Pervomaisky and Nikiforovsky. The least humidified are Zherdevsky, Muchkapsky and Uvarovsky municipalities, as well as the urban district of Uvarovo. The local areas of the highest AI values in a number of districts have been determined. The map charts of AI territorial differentiation have been developed for the entire Tambov region and the districts of the south and southwest separately. The high AI in the municipalities is most likely due to the topographic features and evaporation, however, the precise reasons can only be determined by the means of more detailed studies of the climate and climate-forming factors in summer-time and throughout the year as a whole.

Keywords: aridity index, climate, precipitation, potential evaporation, the Tambov region, Copernicus Climate Change Service, The Climate Data Store

Введение. Исследование засушливости территорий является актуальной проблемой, особенно в условиях глобальных климатических изменений. По данным доклада ООН «Оценка экосистем на пороге тысячелетия», засушливые земли занимают более 41% планеты [10]. В другом документе «Засуха в цифрах 2022» отмечается, что число засух на Земле с 2000 по 2019 гг. увеличилось на 29% и сегодня этот показатель продолжает расти [7].

В 2020–2021 гг. сильным засухам подверглись территории 22 стран, среди которых США, Бразилия и Казахстан. Россия в этот список стран не входит, однако данные, опубликованные в источнике [1], определяют высокую вероятность появления засух и увеличения их повторяемости в России в течение следующих 15 лет.

Засушливость может оказать значительное влияние на земли аграрных регионов, к которым, в частности, относятся и территории Тамбовской области. Вероятность появления засухи в регионе оценивается от 20 до 40% ежегодно,

с проявлением интенсивной засухи — 1 раз в 10–12 лет [3]. Ранее крупные засухи в указанной области фиксировались в 1946, 1972, 1976 и 2010 гг. Они приводили к гибели урожая, резкому увеличению количества насекомых-вредителей и/или вызывали крупные природные пожары [4, 6].

Цель исследования — дать анализ индекса летней засушливости (AI) климата для территорий муниципальных образований Тамбовской области. Для достижения цели решались следующие задачи: описать способ получения данных индекса засушливости климата в летний период (AI) для территорий Тамбовской области; рассчитать средние, максимальные и минимальные значения AI для каждой территории; разработать картосхему территорий с наиболее высокими значениями AI; дать анализ AI.

Исходные данные. Индекс засушливости (или индекс аридности) AI — это числовой показатель степени сухости (засушливости) климата в определенной местности. Существует

более 50 вариаций расчета AI, представленных в Справочнике по показателям и индексам засушливости ВМО [12]. В исследовании отдается предпочтение AI за летний период, расчет которого выполняет Служба по изучению изменения климата Copernicus (C3S) ЕС, поскольку именно в это время в Тамбовской области наблюдаются самые высокие температуры и наибольшее число дней без осадков. Материалы расчетов AI находятся в свободном доступе и представлены в центре данных The Climate Data Store (CDS) — набор «Уменьшенные биоклиматические показатели для отдельных регионов с 1979 по 2018 год, полученные на основе повторного анализа» [9]. Пространственное разрешение данных 1x1 км. Метеорологические вводные — набор ERA5. Временной интервал — 40 лет (1979–2018 гг.).

AI в летний период определяется соотношением показателей месячных осадков (P) и потенциального испарения (PE), усредненно-го за июнь, июль и август. Расчет AI за 1 месяц



и в целом за все лето происходит с использованием формул (1) и (2) соответственно. Вычисления проводятся на суперкомпьютерах службы Copernicus.

$$AI_{\text{мес}} = \min. (1, \max. (0, (1 - \frac{P_{\text{мес.}}}{PE_{\text{мес.}}})) \quad (1)$$

где: $AI_{\text{мес}}$ — среднемесячное значение AI; $P_{\text{мес}}$ — среднемесячное количество осадков; $PE_{\text{мес}}$ — среднемесячное потенциальное испарение [8, с. 28].

$$AI_{\text{лето}} = \frac{1}{3} \sum_{\text{мес.}=\min(T)-1}^{\max(T)+1} AI_{\text{мес}} \quad (2)$$

где: $AI_{\text{лето}}$ — значение AI за летний период; $\max(T)$ — максимальная температура воздуха; $\min(T)$ — минимальная температура воздуха [8, с. 33].

Значения AI варьируются от 0 (переувлажнение) до 1 (экстремально сухо) [8, с. 24]. Поскольку AI — это экспериментальный показатель, единой интерпретации промежуточных значений в настоящее время не существует. Предлагается интерпретировать данные AI на основе классификации ЮНЕП, 1992 г. [11] с применением инвертирования (табл. 1).

Получение данных AI из The Climate Data Store происходило путем запроса по следующим параметрам: Region — Europe; Origin — ERA5; Variable — Aridity; Derived variable — Warmest quarter; Statistic — Mean; Version — 1.0; Format — zip. Далее CDS формировало файлы для загрузки на ПК. Обработка файлов с данными и разработка картосхем выполнялись в программе QGIS v 2.18.

Достоверность результатов базируется на качестве исходных метеорологических данных для расчета AI, полученных из набора ERA5. Информация в ERA5 поступает из системы E-OBS Европейской службы оценки климата и набора данных (ECA&D), которая обрабатывает показания с более 22600 метеорологических станций по всей Европе и Северной Африке. От России основным оператором данных в систему E-OBS выступает Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), обеспечивающая передачу с большинства подведомственных станций.

На территории Тамбовской области, по состоянию на 1 октября 2022 г., работают 7 метеостанций Росгидромета, которые располагаются в Тамбове, Кирсанове, Моршанске, Мичуринске, совхозе им. Ленина, Жердевке [2]. Предполагается, что вблизи перечисленных населенных пунктов метеоданные и, следовательно, расчет AI точнее, чем на отдалении от них.

Анализ индекса засушливости климата (AI). Территориальное распределение AI для Тамбовской области представлено на рисунке 1.

Анализ полученных данных показывает, что климат по AI в летний период большинства районов Тамбовской области относится к сухому субвлажному с локальными полусухими участками. Территории северо-запада и севера области имеют большую увлажненность по сравнению с югом и юго-востоком.

Выявлена особенность наблюдения более высоких значений AI в долинах крупных рек южной и центральной частей области. Четко дифференцируются районы повышенного AI в долинах рек Вороны и Савалы, а также Цны и Лесного Тамбова (в пределах Сампурского, Котовского, Знаменского, Тамбовского районов и городов

Котовск и Тамбов). Также значения AI выше на реке Воронеж, в районе города Мичуринск. На территориях севера области наблюдается обратная ситуация с AI, где значения близ рек ниже, чем на других сопредельных участках — реки Цна (в северной части области), Челновая, Польной Воронеж, Лесной Воронеж, Разазовка.

Площадь территорий, на которых наблюдаются значения $AI > 0,5$ составляет 5491,51 кв. км (15,5% от области); 84,5% области имеет $AI < 0,5$ (рис. 2).

При проведении расчетов по определению площадей обнаружено отклонение показателя общей площади Тамбовской области от официальных цифр Тамбовстата по состоянию на 2022 г. на более 1000 кв. км [5]. Ошибка связана с качеством исходного материала, в том числе разрешением модели 1x1 км и особенностью работы инструмента «Обрезка раstra по маске» в компьютерной программе QGIS, который выполняет захват значений AI за пределами границ области (от 0 до 2 км).

Таблица 1. Классификация типов засушливости климата по значению AI (ЮНЕП, 1992) [11] и предлагаемое инвертирование в соответствии с AI C3S (2021 г.)

Table 1. Climate aridity classification by AI command (UNEP, 1992) [11] and proposed inversion according to AI C3S (2021)

Тип засушливости	Значение AI по ЮНЕП	Инвертированное значение AI по C3S*
Гиперзасушливый	$AI < 0,05$	$AI > 0,95$
Засушливый	$0,05 < AI < 0,20$	$0,95 > AI > 0,8$
Полусухой	$0,20 < AI < 0,50$	$0,8 > AI > 0,5$
Сухой субвлажный	$0,50 < AI < 0,65$	$0,5 > AI > 0,35$
Влажный	$AI > 0,65$	$AI < 0,35$

*используется в исследовании

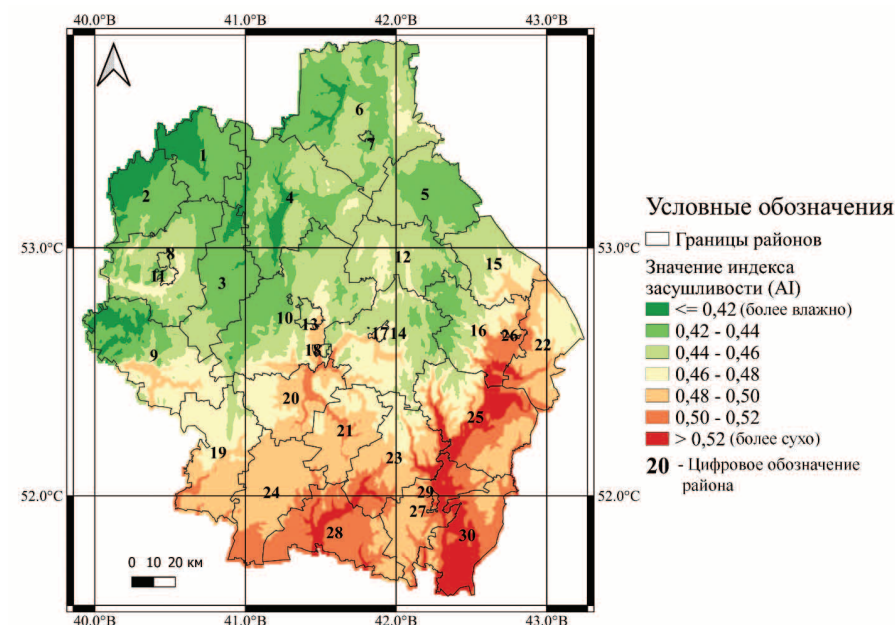


Рисунок 1. Картосхема AI территорий муниципальных образований Тамбовской области (усредненные метеоданные ERA5 с 1979 по 2018 гг., расчет AI службой C3S в 2021 г.)

Figure 1. AI map of the territories of municipalities of the Tambov region (averaged ERA5 weather data from 1979 to 2018, calculated by AI service C3S in 2021)

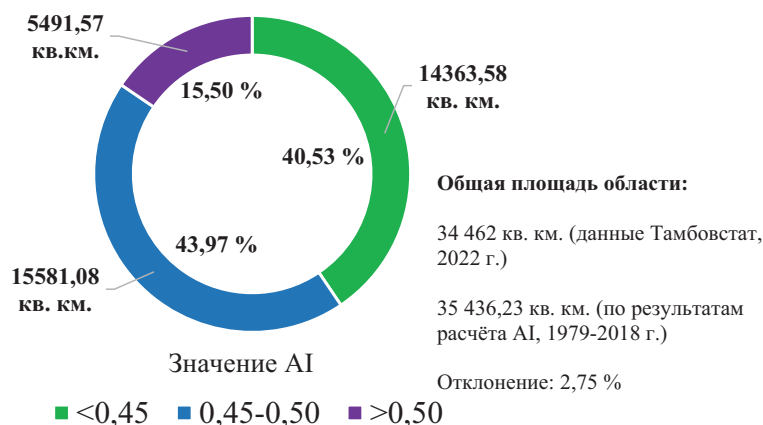


Рисунок 2. Распределение значений AI по площади Тамбовской области

Figure 2. Distribution of AI values over the area of the Tambov region



Таблица 2. Рассчитанные значения AI для муниципальных образований Тамбовской области (выполнено авторами на основе AI от службы C3S)

Table 1. Calculated AI values for the municipalities of the Tambov region (calculated by the authors based on AI from the C3S service)

Порядковый №	Название района /г.о.	Значение AI		
		среднее	минимальное	максимальное
1	Староюрьевский	0,42	0,41	0,44
2	Первомайский	0,42	0,40	0,46
3	Никифоровский	0,43	0,41	0,46
4	Сосновский	0,44	0,41	0,47
5	Пичаевский	0,44	0,42	0,46
6	Моршанский	0,44	0,41	0,47
7	Моршанск	0,44	0,43	0,46
8	Мичуринский	0,44	0,42	0,47
9	Петровский	0,45	0,41	0,50
10	Тамбовский	0,45	0,41	0,51
11	Мичуринск	0,45	0,43	0,47
12	Бондарский	0,45	0,43	0,47
13	Тамбов	0,46	0,44	0,49
14	Рассказовский	0,46	0,42	0,51
15	Гавриловский	0,46	0,43	0,50
16	Кирсановский	0,47	0,42	0,54
17	Рассказово	0,47	0,45	0,49
18	Котовск	0,48	0,44	0,50
19	Мордовский	0,48	0,45	0,51
20	Знаменский	0,48	0,44	0,51
21	Сампурский	0,49	0,46	0,51
22	Уметский	0,49	0,46	0,53
23	Ржаксинский	0,49	0,46	0,54
24	Токаревский	0,49	0,47	0,52
25	Инжавинский	0,50	0,44	0,54
26	Кирсанов	0,50	0,49	0,52
27	Уваровский	0,50	0,49	0,54
28	Жердевский	0,51	0,49	0,54
29	Уварово	0,51	0,50	0,53
30	Мучкапский	0,52	0,49	0,54
	В целом по области	0,47	0,40	0,54

Расчет средних, максимальных и минимальных значений AI для каждого муниципального образования представлен в таблице 2.

Среднее значение AI > 0,5 зафиксировано в 6 муниципальных образованиях. Минимальное AI > 0,5 только в г.о. Уварово. Максимальный показатель AI > 0,5 обнаружен в 18 районах.

Наиболее увлажненными являются — Староюрьевский, Первомайский и Никифоровский районы (минимум 0,40 в Первомайском). Наименее увлажненные территории — Жердевский, Мучкапский и Уваровский районы (максимум 0,54), а также отдельно г.о. Уварово. Административный центр области — город Тамбов имеет среднее значение 0,46 (сухой субвлажный).

Территориальное распределение AI в районах юга Тамбовской области представлено на рисунке 3.

Наибольшие, по сравнению с другими территориями области, значения AI в летний период наблюдаются в центральных частях Мучкапского и Уваровского муниципальных образований в районе населенных пунктов Мучкапский, Шапкино, Уварово и других поселений, расположенных до 13 км от берега реки Ворона. Также повышенные значения AI наблюдаются близ города Жердевка Жердевского района. Высокий AI, наиболее вероятно, обусловлен особенностью рельефа местности, однако точные причины возможно определить только с помощью более детальных исследований климата и климатообразующих факторов в летний период для указанных территорий. Стоит отметить, что на участке со значениями AI 0,52-0,54 имеется плотная древесная растительность (за исключением Жердевки) и сельскохозяйственные угодья, в связи с этим требуется проведение оценки влияния на них локального климата.

Наименьшие значения AI в Мучкапском районе наблюдаются на севере, близ сел Сергиевка и Троицкое. В Уваровском районе самые низкий AI на западе, в Жердевском — на востоке.

К списку территорий с высокими значениями AI также относится Знаменский район (рис. 4).

На указанной территории значения AI > 0,50 зафиксированы в районе пгт. Заменка и в долине рек Кариан и Цна. В центральной части района AI варьируется от 0,47 до 0,49, с локальным повышением в долине реки Сява и в селе Дуплято-Маслово. В южной части района AI ≈ 0,49 у поселений Кариан и Алехино. Наименьшее значение AI наблюдаются на западе района — село Покрово-Марфино и д. Прудки.

Поскольку в зоне со значением AI > 0,50 имеется массив древесной растительности и сельскохозяйственные угодья, также рекомендуется провести оценку влияния на них локального климата.

Вывод. В результате анализа индекса засушливости климата территорий муниципальных образований Тамбовской области в летний период определено, что климат на 84,5% площади региона — сухой субвлажный. У остальной части (15,5%) — полусухой (верхняя граница AI = 0,54).

Выявлено, что самые высокие значения AI встречаются в долинах крупных рек Вороны, Савалы, Цны и др. на юге и в центральных частях области.

Наиболее увлажненными районами являются Староюрьевский, Первомайский и Никифоровский, наименее увлажненные — Жердевский, Мучкапский и Уваровский муниципальные образования.

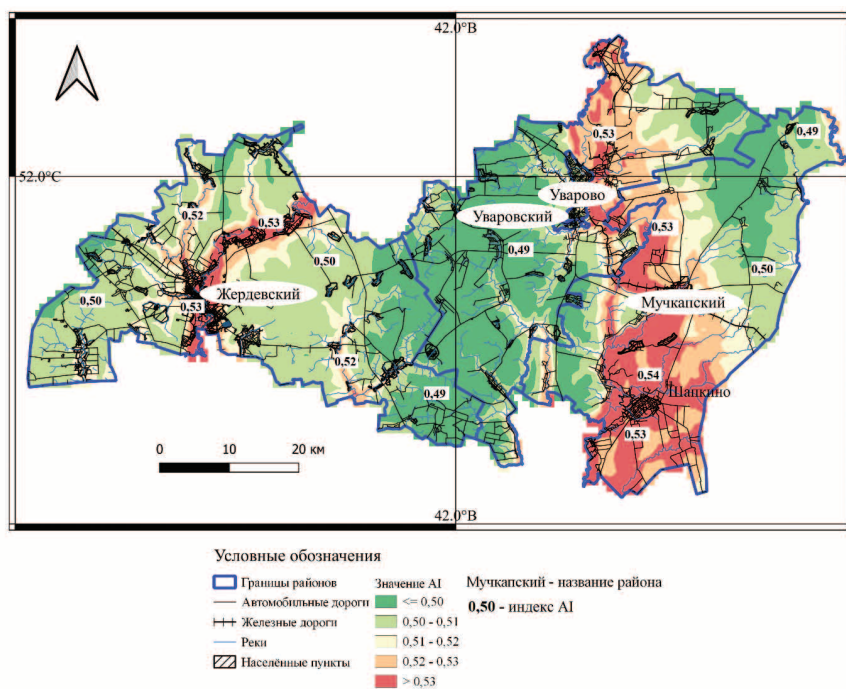


Рисунок 3. Территориальное распределение AI в районах юга Тамбовской области (расчет AI службой C3S на основе метеоданных 1979-2018 гг.)

Figure 3. Territorial distribution of AI in the regions of the south of the Tambov region (calculation of AI by the C3S service based on meteorological data from 1979-2018)

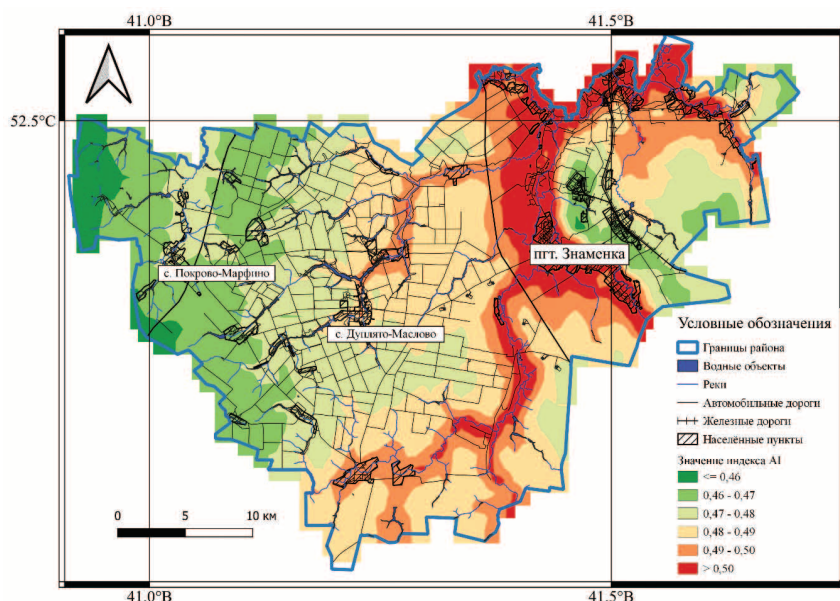


Рисунок 4. Территориальное распределение AI в Знаменском районе (расчет AI службой C3S на основе метеоданных 1979-2018 гг.)

Figure 4. Territorial distribution of AI in the Znamensky district (calculation of AI by the C3S service based on meteorological data from 1979-2018)

Высокий AI в ряде районов, наиболее вероятно, обусловлен особенностью рельефа местности и испарением, однако точные причины возможно определить только с помощью более детальных исследований климата и климатообразующих факторов в летний период и за весь год в целом. В этой связи рекомендуется организовать постоянные наземные наблюдения за климатом и погодой в Мучапском муниципальном образовании. Практическое использование индекса летней засухливости климата (AI) наиболее эффективно при разработке землеустроительной документации. Так, при составлении схемы землеустройства территории Тамбовской области и схем землеустройства муниципальных образований индекс AI целесообразно применять, корректируя специализацию сельскохозяйственных организаций, насыщая структуру посевов засухоустойчивыми культурами, при планировании оросительных мелиораций, режимов полива, вида применяемой дождевальной техники, при установлении сельскохозяйственных регламентов, обеспечивая их сведениями о засухливости климата, ограничивая на богарных полях посевы влаголюбивых растений.

При составлении проектов внутрихозяйственного землеустройства эти данные рекомендуется использовать при установлении ротации сельскохозяйственных культур

в севооборотах, оптимального соотношения орошаемых и богарных земель, при размещении массивов орошаемых угодий и определении их оптимального состава и площадей.

Список источников

1. Алексеев Г.В., Ананичева М.Д., Анисимов О.А. и др. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации: в 3-х т. / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. М.: Росгидромет, 2014. 1008 с.
2. Действующие метеорологические станции сети Росгидромета / Росгидромет. URL: http://esimo.ru/dataview/viewresource?resourceId=RU_RIHMI-WDC_2667
3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2021 году. Тамбов, 2022.
4. Дорошина М. Тамбовщина: 1937-2002 годы // Тамбовская жизнь. 2003.
5. Тамбовская область в цифрах. 2022: Краткий статистический сборник / Тамбовстат. Тамбов, 2022. 72 с.
6. Третьяков Д.В. О состоянии продовольственной безопасности Тамбовской области и мерах по ее обеспечению // Вестник ТГУ. 2011. № 8.
7. Drought in numbers 2022 Report. United Nations Convention to Combat Desertification, 2022. Côte d'Ivoire, Abidjan, 9-20 May 2022.
8. Eline Vanuytrecht, Hendrik Wouters, Julie Berckmans, Koen De Ridder (2021). Global bioclimatic indicators from 1979 to 2018 derived from reanalysis. Product User Guide, 40 p.

9. Global bioclimatic indicators from 1979 to 2018 derived from reanalysis. *The Climate Data Store*. Available at: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/sis-biodiversity-era5-global?tab=overview>

10. Safriel, U. and Adeel, Z. (2005). Dryland Systems. In: *Millenium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. Volume 1. Hassan, R., Scholes, R. and Ash, N. (eds). Washington, DC: Island Press.

11. United Nations Environment Programme. *World Atlas of Desertification*; Edward Arnold. London, UK, 1992.

12. World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP), 2016: Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda and B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Geneva.

References

1. Alekseev, G.V., Ananicheva, M.D., Anisimov, O.A. i dr. (2014). *Vtoroi otsenochnyi doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii: v 3-kh t.* [The second evaluation report of Roshydromet on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation: in 3 volumes]. Moscow, Roshydromet, 1008 p.
2. *Deistvuyushchie meteorologicheskie stantsii seti Rosgidrometa* [Current meteorological stations of the Roshydromet network]. Available at: http://esimo.ru/dataview/viewresource?resourceId=RU_RIHMI-WDC_2667
3. *Doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchei sredy Tambovskoi oblasti v 2021 godu* (2022). [Report on the state and environmental protection of the Tambov region in 2021]. Tambov.
4. Doroshina, M. (2003). *Tambovshchina: 1937-2002 gody* [Tambov region: 1937-2002]. *Tambovskaya zhizn'*.
5. *Tambovskaya oblast' v tsifrakh. 2022: Kratkii statisticheskii sbornik* (2022). [Tambov region in numbers. 2022: A brief statistical collection]. Tambov, 72 p.
6. Tret'yakov, D.V. (2011). O sostoyanii prodovol'stvennoi bezopasnosti Tambovskoi oblasti i merakh po ee obespecheniyu [On the state of food security in the Tambov region and measures to ensure it]. *Vestnik TGU* [Bulletin of TSU], no. 8.
7. Drought in numbers 2022 Report. United Nations Convention to Combat Desertification, 2022. Côte d'Ivoire, Abidjan, 9-20 May 2022.
8. Eline Vanuytrecht, Hendrik Wouters, Julie Berckmans, Koen De Ridder (2021). Global bioclimatic indicators from 1979 to 2018 derived from reanalysis. Product User Guide, 40 p.
9. Global bioclimatic indicators from 1979 to 2018 derived from reanalysis. *The Climate Data Store*. Available at: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/sis-biodiversity-era5-global?tab=overview>
10. Safriel, U. and Adeel, Z. (2005). Dryland Systems. In: *Millenium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. Volume 1. Hassan, R., Scholes, R. and Ash, N. (eds). Washington, DC: Island Press.
11. United Nations Environment Programme. *World Atlas of Desertification*; Edward Arnold. London, UK, 1992.
12. World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP), 2016: Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda and B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Geneva.

Информация об авторах:

Волков Сергей Николаевич, академик РАН, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой землеустройства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0931-065X>, lab_zem_guz@mail.ru

Крючков Сергей Андреевич, исследователь, инженер общего отдела по НИР, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2487-8892>, kru4kov8@gmail.com

Мамедова Элина Эдгаровна, ассистент кафедры землеустройства, ведущий инженер общего отдела по НИР, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4626-6210>, ellino4ka95@yandex.ru

Information about the authors:

Sergey N. Volkov, academician of the Russian Academy of Sciences, doctor of economic sciences, professor, head of the department of land use planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0931-065X>, lab_zem_guz@mail.ru

Sergey A. Kryuchkov, researcher, engineer of the general department for research, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2487-8892>, kru4kov8@gmail.com

Ellina E. Mamedova, assistant of the department of land use planning, leading engineer of the general department for research, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4626-6210>, ellino4ka95@yandex.ru





МОНИТОРИНГ НИЗКОНАПОРНОЙ ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ РЕКИ ПСЕКУПС НИЖНЕЙ КУБАНИ

М.А. Бандурин, И.А. Приходько, А.С. Романова

Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Аннотация. Эксплуатационный цикл большинства гидротехнических сооружений, входящих в комплекс Краснодарского водохранилища, на сегодняшний день составляет порядка 45-55 лет, износ в среднем — 72%, что свидетельствует о потере ранее определенных проектом характеристик, в том числе устойчивости. В связи с продолжительной эксплуатацией и недостаточными объемами производимых ремонтно-восстановительных работ происходит разрушение основных конструкций сооружений, заиливание водохранилищ и создается высокая вероятность чрезвычайных ситуаций, особенно при прохождении весенних половодий и паводков. Потеря устойчивости грунтового основания верхового откоса оградительной земляной плотины инженерной защиты долины р. Псекупс происходит вследствие изменения состояния грунтов и потери прочности железобетонных плит, происходящих в результате динамического воздействия волн на железобетонное крепление откоса гидротехнического сооружения. В настоящей работе рассматривается современное состояние железобетонного крепления верхового откоса оградительной плотины инженерной защиты долины р. Псекупс. Описаны виды и объемы разрушения швов, а также контролируемые показатели и их предельные значения (критерии безопасности гидротехнических сооружений), показаны методы изучения для выявления данных показателей. Выявлены типичные разрушения швов на оградительной плотине инженерной защиты долины р. Псекупс Краснодарского водохранилища. Целью данной работы является разработка необходимых вариантов для капитального ремонта швов на верховом откосе гидротехнического сооружения, закрепленного монолитным бетоном, для обеспечения надежности и безопасности конструкций водохранилища при дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, водохозяйственный комплекс, водохранилище, эксплуатация, откос, железобетонное крепление, размыв бетона

Благодарности: исследование выполнено при поддержке РФФИ и Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № 22-17-20001.

Original article

MONITORING OF THE LOW-HEAD EARTH DAM OF ENGINEERING PROTECTION PSEKUPS RIVER OF THE LOWER KUBAN

M.A. Bandurin, I.A. Prikhodko, A.S. Romanova

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,
Krasnodar, Russia

Abstract. The operational cycle of the majority of hydraulic structures included in the Krasnodar reservoir complex is about 45-55 years, wear on average is 72%, which indicates the loss of characteristics previously defined by the project, including stability. Due to prolonged operation and insufficient volumes of repair and restoration work, the main structures of structures are destroyed, reservoirs are silted up and a high probability of emergency situations is created, especially during the passage of spring floods and floods. The loss of stability of the soil base of the upper slope of the protective earthen dam of the engineering protection of the valley of the Psekups river occurs due to changes in the state of the soil and loss of strength of reinforced concrete slabs resulting from the dynamic effect of waves on the reinforced concrete fastening of the slope of the hydraulic structure. In this paper, the current state of reinforced concrete fastening of the upper slope of the protective dam of the engineering protection of the valley of the Psekups river is considered. The types and volumes of joint destruction are described, as well as controlled indicators and their limit values (safety criteria for hydraulic structures), and methods of studying to identify these indicators are shown. Typical destruction of seams on the protective dam of engineering protection of the valley of the Psekups river of the Krasnodar reservoir has been revealed. The purpose of this work is to develop the necessary options for major repairs of seams on the upper slope of a hydraulic structure fixed with monolithic concrete to ensure the reliability and safety of reservoir structures during further operation.

Keywords: hydraulic structures, water management complex, reservoir, operation, slope, reinforced concrete fastening, concrete erosion

Acknowledgments: the research was carried out with the financial support of the Russian Foundation and the Kuban Science Foundation for Basic Research within the framework of the scientific project No. 22-17-20001.

Введение. В Краснодарском крае оградительные плотины и дамбы обвалования являются основными сооружениями инженерной защиты от затопления и подтопления населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий. Эти защитные сооружения проектируются на расчетный уровень воды, при котором перелив через их гребень не допускается. Нормативный срок эксплуатации значительной части гидротехнических сооружений (ГТС) из комплекса Краснодарского водохранилища истекает в 2023 г., так как в эксплуатацию они были приняты более 45 лет назад, вследствие чего существенно возрастает риск аварий сооружений III и IV классов. Усугубляет ситуацию уменьшение объемов ремонтных работ, сокращение штатов эксплуатационного

персонала [1]. Кроме того, в отличие от сооружений I и II классов, гидротехнические сооружения III и IV классов имеют значительно меньшее количество контрольно-измерительной аппаратуры, или не имеют ее вообще, и эксплуатируются менее квалифицированными кадрами.

Плотины из грунтовых материалов являются источниками потенциальной опасности, при их возможном нарушении территории нижнего бьефа с населенными пунктами, объектами народного хозяйства, историческими памятниками и т. д. попадают в зону возможного затопления прорывной волной и могут быть уничтожены. Особенно актуальным обеспечение безопасности ГТС становится после ряда аварий с прорывом напорного фронта плотин на Кисе-

левском и Тирляндском водохранилищах, после многочисленных аварий на прудах и малых водохранилищах в бассейнах рек Дон и Кубань [1, 2]. Только за последние годы в Ростовской области, Ставропольском и Краснодарском краях были разрушены десятки плотин и дамб, что вызвало затопление нижележащих территорий.

В связи с вышесказанным актуальным и своевременным является проведение анализа и оценки технического состояния длительно эксплуатирующегося железобетонного крепления верхового откоса оградительной земляной плотины инженерной защиты долины р. Псекупс, Краснодарского водохранилища, для обеспечения большей надежности и, в то же время, экономичности проектных решений [3].



Основная цель работы — разработка вариантов восстановления нарушенных швов на верховом откосе, закрепленном железобетоном с целью обеспечения надежности и безопасности конструкций водохранилища при эксплуатации.

Материал и методика исследований

Расположение и основные параметры исследуемого участка инженерной защиты долины р. Псекупс. Исследуемый участок инженерной защиты долины р. Псекупс расположен на левом берегу Краснодарского водохранилища в 4,0-8,5 км от основной плотины.

Левобережная часть прилегающих к водохранилищу территорий находится ниже его НПУ и защищена от затопления оградительными ГТС [3, 5]. На левобережном участке размещаются 2 населенных пункта: а. Гатлукай и а. Пчегатлукай. Данная территория ограждена от затопления со стороны Краснодарского водохранилища поперечной оградительной земляной плотиной (рис. 1).

Оградительная плотина разбита пикетами через 100 м, начало плотины ПК 3+66, конец ПК 60+00, ее общая протяженность составляет 5634 м, максимальная высота плотины 11,5 м, ширина по гребню 8 м, с абсолютной отметкой верха 37,20 м, с заложением верхового откоса $m_v=3,5$, закрепленного железобетонными плитами и низовым задренованным откосом $m_n=3,5$ (рис. 2).

Железобетонное откосное крепление у гребня оградительной плотины заканчивается железобетонным парапетом свободной высотой 1,1 м (38,30 отметка парапета), выполненного в форме плоской плиты толщиной 0,30 м [6, 8]. Данный протяженный участок бетонного крепления в напорный фронт водохранилища не входит.

Верховой откос оградительной плотины закреплен монолитными железобетонными плитами [7] толщиной 0,25 м, за исключением участка плотины ПК 54-60, где толщина плит составляет 0,16 м (рис. 3).

На верховом откосе от ПК 43 до ПК 48 на отметке 32,0 устроена берма шириной 27,0 м (рис. 4).

Железобетонные плиты уложены по слою ГПС толщиной 0,2 м и песка толщиной 0,4 м (ПК 1+35 — 42+00), 0,45 м (ПК 42+00 — 54+00) и 0,54 м (ПК 54+00 — 60+00) соответственно. В основании железобетонное крепление заведено в ковш глубиной 1,2-1,5 м. Ковш засыпан ГПС слоем 0,4 м и камнем слоем 0,6 м средним диаметром 0,2 м.



Рисунок 1. Оградительная плотина инженерной защиты долины р. Псекупс. Использован снимок за 17.09.22 спутника Sentinel-2 L2A с разрешением 10м/pix

Figure 1. Protective dam of engineering protection of the valley of the Psekups river. The Sentinel-2 2A satellite image for 17.09.22 with a resolution of 10 m/pix was used



Рисунок 2. Оградительная плотина инженерной защиты долины р. Псекупс. Вид закрепленного железобетонными плитами верхового откоса

Figure 2. Protective dam of engineering protection of the valley of the Psekups river. View of the upper slope fixed with reinforced concrete slabs



Рисунок 3. Участок плотины ПК 54-60, где толщина плит составляет 0,16 м

Figure 3. Section of the PK 54-60 dam, where the thickness of the plates is 0.16 m



Железобетонное крепление по длине плиты через 40 м разрезано на секции температурно-осадочными швами. Ширина температурно-осадочных швов 25 мм. Уплотнение швов осуществлено деревянными просмоленными досками толщиной 24 мм, установленными «на ребро» на железобетонные доски толщиной

8 см и шириной 30 см, подложенные под швы. Железобетонные доски покрыты битумным матом. В пределах каждой секции крепления в обоих направлениях произведено непрерывное армирование, перепускаемое через температурные швы, которыми секция разрезана на плиты размерами 8,0 м на 8,0 м. Армирование

плит крепления выполнено фермопакетами (пространственными каркасами), состоящими из сеток. Ширина температурных швов 20 мм. Уплотнение их осуществлено аналогично уплотнению температурно-осадочных швов [8].

Маршрутное обследование и геофизические работы. Целью изысканий являлось изучение состояния верхового откоса оградительной плотины инженерной защиты долины р. Псекупс, входящей в состав сооружений Краснодарского водохранилища. Всего маршрутное обследование проведено на длине 5634 п. м, георадарное обследование — на длине 3536 п. м (в границах изучаемой территории). При проведении маршрутных наблюдений особое внимание уделялось проявлениям опасных геологических процессов, к числу неблагоприятных процессов, осложняющих инженерно-геологические условия освоения исследуемого участка, следует отнести абразионно-аккумулятивные процессы, а также высокую сейсмичность. В настоящее время, согласно действующим СП 14.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах») и территориальным строительным нормам Краснодарского края СНКК-22-301-2000, нормативная сейсмичность района Краснодарского водохранилища в целом определена в 8 баллов.

Класс гидротехнических сооружений назначается согласно СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования», по разделу 5 «Основные расчетные положения», в соответствии с Постановлением Российской Федерации от 2 ноября 2013 г. № 986 «О классификации гидротехнических сооружений» [9]. В соответствии с этими документами оградительная плотина инженерной защиты долины р. Псекупс является сооружением III класса (критерии безопасности изучаемого ГТС представлены в таблице 1).

Минимальные уровни воды в водохранилище с отметками от 28,0 до 25,85 мбс бывают в осенне-зимний период с сентября по декабрь. Это наиболее оптимальный период проведения полевых работ. Фактический уровень воды на 14 сентября 2022 г. — 27,32 м, что меньше гребня оградительной плотины на ≈ 10 м. Полевые работы проводились в благоприятный период года, категория сложности инженерно-геологических условий — III, категория проходимости — хорошая.

Георадиолокационное профилирование и камеральные работы. Геофизическое обследование включало работу методом георадиолокации. Так как обследуемая территория перекрыта искусственным покрытием (бетон), являющимся экраном, основное обследование верхового откоса было выполнено методом георадиолокации. Измерения проводились георадаром ОКО-3 с антенным блоком АБ-400РЗ (производство ООО «Логис» г. Раменское МО), центральная частота зондирующего сигнала 150 МГц (рис. 5).

Георадиолокационное обследование проводилось в режиме профилирования по системе профилей: прибор перемещался непрерывно вдоль профиля наблюдения со скоростью 3-4 км/ч. Управление прибором и регистрация информации осуществлялись через блок управления. Параметры съемки: накопление — 8; время записи — 200 нс; шаг по профилю — 25-30 мм; режим измерения «по перемещению» (с измерителем пути ДП-32). Антенна АБ-400РЗ



Рисунок 4. Берма оградительной плотины инженерной защиты долины р. Псекупс
Figure 4. Berm of the protective dam of engineering protection of the Psekups river valley

Таблица 1. Контролируемые показатели и их предельные значения (критерии безопасности ГТС)
Table 1. Controlled indicators and their limit values (GTS safety criteria)

№№ п/п	Количественные и качественные показатели	Ед. изм.	Критерии состояния (безопасности)		Современные показатели состояния
			1 уровень	2 уровень	
Количественные характеристики					
Инженерная защита долины р. Псекупс					
Оградительная плотина					
1	Отметка гребня	м	37,20		37,20-37,05
2	Отметка парапета	м	38,30		38,20-38,40
3	Заложение верхового откоса	-	3,5		3,5
4	Положение депрессионной кривой	м	0,70 м (ниже поверхности сухого откоса плотины)	0,70-0,0 м (замокание и выклинивание воды на откос)	0,70 м (ниже поверхности сухого откоса плотины)
5	Полная осадка	м	0,25 м		0,11-0,19
6	Норма осушения по линии дренажа	м	≥2,0 от поверхности земли, что достигается при горизонте воды в скважинах самоизлива не менее 3,0 м		>2,0



Рисунок 5. Антенный блок георадара ОКО-3 АБ-400РЗ и пример, как при помощи измерительной рулетки намечались места для дальнейших, более детальных георадарных обследований
Figure 5. The antenna unit of the GPR OKO-3 AB-400R 3 and an example of how, with the help of a measuring tape places were planned for further, more detailed GPR surveys





Рисунок 6. Типичные разрушения швов на оградительной плотине инженерной защиты долины р. Псекупс, Краснодарского водохранилища
Figure 6. Typical destruction of seams on the protective dam of engineering protection of the valley of the Psekups river, Krasnodar reservoir

Таблица 2. Виды и объемы нарушений швов
Table 2. Types and volumes of suture violations

Тип нарушения	Вид нарушения	Количество участков	Длина, м
1	Сколы вдоль шва глубиной до 0,5 см (с одной или двух сторон)	107	1143
2	Сколы вдоль шва глубиной более 5,0 см	142	1897
3	Сколы на нижней стороне ж/б плит (любые)	25	92
4	Сколы на верхней и нижней стороне ж/б плит	25	74,64
5	Сквозное разрушение ж/б плит вдоль шва	103	1257
6	Отсутствует доска в шве (или ее состояние такое, что требует замены)	177	2308
7	Размыв гравийно-песчаной подготовки на глубину до 20 см с вымытом полостей вдоль шва шириной до 0,5 м в каждую сторону	101	
8	Размыв гравийно-песчаной подготовки на глубину до 20 см с вымытом полостей более 0,5 м в каждую сторону	1	

в данных условиях имеет следующие характеристики: разрешающая способность по глубине — 0,1 м; глубина зондирования — до 3 м. Положение всех георадиолокационных профилей сохранялось для дальнейшего изучения.

Обработка и интерпретация полученных в полевых условиях геофизических данных выполнялась в специализированных программах [10]. При проведении обследования пройденные маршруты оценивались визуально, привязка осуществлялась при помощи GPS-навигатора Garmin C62, а при помощи измерительной рулетки намечались места для дальнейших, более детальных георадарных обследований (рис. 5).

В процессе работы анализировалась информация, полученная при маршрутном обследовании, и сопоставлялась с данными, полученными при георадарном обследовании, результаты выносились на карту фактического материала.

Результаты и их обсуждение. Состояние бетонного откоса на всем протяжении исследуемого участка в целом хорошее. Однако в результате обследования бетонного крепления выявлены значительные нарушения по температурно-осадочным швам. Отмечается разрушение складной деревянной доски швов, в связи с чем швы, как правило, раскрыты [10, 11]. Во многих местах, при сохранившейся еще сплошности железобетонного крепления, швы из-за разрушения уплотнений стали сквозными и под плитами наблюдались пустоты глубиной до 0,2 м. Имеются множественные сколы бетона вдоль швов, в том числе и с оголением арматуры.

Изредка встречаются размывы бетона, не приуроченные к размыву швов и стыков. На всем протяжении видны следы ремонта, выполненные службой эксплуатации водохранилища, как хорошо сохранившегося, так

и подвергнувшегося разрушению вследствие влияния внешних факторов.

Выделено 151 нарушение общей длиной 1620 м (табл. 2). Преимущественно это сколы бетона вдоль швов и, как следствие, вымыв грунта основания под ними на отдельных участках. Типичные участки разрушения швов представлены на рисунке 6.

Помимо визуально наблюдаемых разрушений, под зоной ремонта и плит имеет место ослабление/вынос грунта на расстоянии 0,1-0,2 м в сторону уменьшения пикетажа и около 0,25 м в сторону увеличения. С высокой долей вероятности прогнозируется дальнейшее разрушение плиты на данных участках в ближайшем будущем [11].

При проведении обследования состояния нарушенных участков крепления также выявлено:

- нарушение швов на участках откосов выше ФПУ практически отсутствует;
- нарушение швов на участках откосов ниже УМО практически отсутствует;
- наиболее интенсивное разрушение происходит в зоне волновой переработки между уровнями воды УМО и ФПУ.

Данные результаты подтверждают, что наиболее интенсивное разрушение происходит в зоне волновой переработки между уровнями воды УМО и ФПУ. Уровни воды в водохранилище за весь период эксплуатации лишь дважды подходили к отметке ФПУ и держались от 2 до 5 дней. Уровни воды ниже УМО также опускаются крайне редко, в соответствии с правилами эксплуатации ГТС это должно происходить 1 раз в 5 лет. При этом малая глубина воды в водохранилище при горизонтах ниже УМО гасит волновое воздействие на откосы, в результате чего не приводит к разрушению конструкции швов откосов. Наиболее активное волновое воздействие происходит на участках откосов между УМО и ФПУ.

Существующий вариант конструкции шва и метод его восстановления. Вариант существующей конструкции шва представляет собой 2-элементную конструкцию с использованием просмоленной доски, установленной на железобетонную балку на всю высоту шва. Верх шва закрывается цементно-битумной смесью. В ходе эксплуатации данный вариант показал недостаточную надежность и значительные эксплуатационные затраты на поддержание конструкции шва в работоспособном состоянии. Даже внешне ненарушенный шов ведет к разрушению основания. В связи со снижением эластичности доски образуются щели, через которые происходит вынос песчаных грунтов при волновом воздействии. Мониторинг состояния этих участков затруднен в связи с отсутствием внешних дефектов сооружения, при визуальном осмотре невозможно определить участки выноса грунта основания.

Восстановление шва откоса с использованием отбойного молотка ранее применялся ФГУ «Краснодарское водохранилище» при проведении плановых ремонтов на небольших участках откосов. При использовании данной технологии демонтаж шва происходит со значительным разрушением железобетонных плит откосного крепления (шириной до 40 см в каждую сторону). После удаления остатков разрушенного бетона необходимо восстановление: основания, армирования плиты, бетонного покрытия с одновременным формированием полости для укладки шва.



В ходе работ по демонтажу существующего шва и бетонного покрытия с использованием отбойных молотков возникает вибрация бетонных плит и тела плотины, сложенного из песчаных грунтов [3, 11]. При длительном воздействии вибрации в теле плотины возможно возникновение процессов разжижения песчаных водонасыщенных грунтов, при которых возникает их повышенная текучесть и пески начинают перемещаться вниз по откосу, увеличивается вероятность образования обширных пустот в теле плотины, что значительно повышает вероятность гидродинамической аварии.

Положительной стороной данного варианта является обработанность технологии производства работ и невысокая стоимость, простота исполнения. Отрицательной стороной данного варианта является недолговечность конструкции швов, высокая трудоемкость и длительность производства работ, негативные воздействия, связанные с процессом разуплотнения грунтов плотины (особенно водонасыщенных песков), негативное воздействие на окружающую среду, так как при выполнении работ образуется большое количество отходов производства, что негативно воздействует на окружающую среду. Невысокая производительность и применение ручного труда [12].

Варианты решения. Учитывая вышесказанное, целесообразно принять унифицированный тип шва, единый для всех условий колебания уровней воды в водохранилище.

Технологию производства работ рекомендуется предусмотреть по варианту восстановления шва откоса с использованием стенорезной машины в комплектации с направляющими, который минимизирует возможность гидродинамической аварии на сооружениях напорного фронта водохранилища, а также увеличивает скорость производства работ и позволяет выполнить капитальный ремонт в срок.

При использовании данной технологии демонтаж шва происходит с минимальным разрушением железобетонных плит откосного крепления (шириной до 3 см). Отсутствуют вибрационные нагрузки на тело плотины. Скорость раскрытия шва в сравнении с действующей практикой увеличивается в 8 раз. При выполнении работ образуются минимальные отходы производства, что приводит к минимальному негативному воздействию на окружающую среду. Минимальное использование ручного труда. Применение современной технологии позволяет увеличить срок эксплуатации ГТС и снизить эксплуатационные затраты на объект [13].

Отрицательной стороной данного варианта является повышенная стоимость, которая в сравнении с действующей практикой (увеличение стоимости СМР ориентировочно в 6 раз, согласно сравнительному расчету стоимости СМР, составленного в ценах 2001 г.).

Вариант 1. Для демонтажа нарушений конструкции выполняются 2 разреза бетонного покрытия по обоим краям шва. Резка бетона выполняется на всю толщину бетонного покрытия (16 см) дисковой стенорезной машиной.

Из прорезанного шва удаляются вручную элементы нарушенной конструкции (доска, цементно-битумная смесь, бетон). Затем выполняется прочистка шва от щепы и крошки бетона с помощью компрессора. После очистки шва производится восстановление бетона по обоим сторонам шва. Для этого места сколов

очищаются от растрескавшегося бетона и выполняется пескоструйная обработка восстанавливаемой поверхности для лучшей адгезии старого бетонного покрытия с ремонтным составом.

В качестве ремонтного состава для восстановления сколов используется ремонтная смесь (гидротехнический сульфатостойкий бетон В25, W4, F100). Шов в местах демонтажа отбойным молотком восстанавливается с помощью гидротехнического сульфатостойкого бетона В25, W4, F100.

После восстановления бетона, примыкающего к шву, выполняются работы по монтажу новой конструкции.

Новый шов представляет собой многослойную конструкцию, позволяющую учесть все возможные негативные факторы, направленные на его разрушение [8].

В низ шва укладывается резиновый шнур, превышающий ширину шва на 5 мм. Шнур выполняется из резины средней твердости (ГОСТ 6467-79), что позволяет без особых усилий установить его на нижней части бетонного крепления. После чего происходит изготовление и заливка в шов специальной мастики. Мастика состоит из трех компонентов портландцемента М500 в объеме 60%, 30% — битума БН-III и 10% — резиновой крошки диаметром 1 мм. Шов заполняется мастикой на глубину 7 см. Далее в шов заводится верхний резиновый шнур диаметром 25 мм на глубину 2 см от поверхности бетонного покрытия откоса.

Оставшийся участок шва заполняется герметиком двухкомпонентным эпоксипропановым холодного отверждения Элур-Т (или аналог), перед нанесением герметика шов просушивается и обрабатывается однокомпонентной полиуретановой грунтовкой КТ пол Праймер ПУ 01 (или аналог). Суммарная длина шва соответствует толщине железобетона и равна 16 см.

В конструкции шва предусматривается пустота высотой 2 см между верхней частью мастики и верхним резиновым шнуром. Ее назначение — препятствовать выдавливанию элементов конструкции шва при температурном расширении конструкции.

Основные назначения элементов шва:

- нижний резиновый шнур служит для предотвращения вытекания мастики в пустоты, имеющиеся в местах нарушенных швов [13];
- мастика является основным противофильтрующим элементом, препятствующим возникновению суффозии при волновой нагрузке на откос;
- верхний резиновый шнур позволяет оставить пустоту в верхней части шва, необходимую при его работе на сжатие;
- герметик защищает резиновый шнур от вылезания из шва при возможных внешних воздействиях (плавающий мусор, человеческий фактор), а также выполняет противофильтрационную функцию.

Вариант 2. Шов, выполняемый по варианту 2, является наиболее массовым, он выполняется на участках бетонного крепления толщиной 25 см. Протяженность ремонта швов по варианту 2 составляет около 89% от общего объема работ.

Технология подготовки шва и его конструкция, практически, не отличается от шва, выполняемого по варианту 1, за исключением:

- ширина шва составляет 30 мм;
- шов прорезается не на всю глубину, а для всех вариантов равен 23 мм;

- высота заливки мастики увеличивается с 7 до 9 см;
- пустое пространство увеличивается с 2 до 3 см;
- резиновый шнур, укладываемый в шов, имеет диаметр 35 мм.

Вариант 3. Данный вариант шва применяется при ремонте шва с глубоким вымывом основания. На участках с размывом до 20 см используется вариант 2, при размыве более 20 см — вариант 3.

Технология подготовки шва и его конструкция полностью соответствует варианту 2. Однако по данному варианту предусматриваются работы по восстановлению основания. После восстановления шва по описанному выше варианту 2 предусмотрены следующие виды работ:

- сверление отверстия в нижней части ремонтного участка диаметром 10 см для заливки под плиту бетона с целью создания пробки, препятствующей перетеканию ремонтного раствора на участки с меньшими размывами (менее 20 см);
- далее по обеим сторонам восстановленного шва на расстоянии 20 см от оси шва, в шахматном порядке через 1,5 м сверлятся отверстия для подачи ремонтного раствора под плиты крепления. В качестве ремонтного раствора используется пенобетон Пеноэлон D150 (или аналог), его подачу производят снизу вверх. После выдавливания раствора из вышележащего отверстия нижнее отверстие закрывается цементной «пробкой», и подача раствора осуществляется через отверстие, из которого выдавливается раствор. В том же порядке производится заполнение основания до полного завершения работ [5].

Выводы. Развитие негативных процессов, влияющих на устойчивость грунтового основания верхового откоса оградительной земляной плотины инженерной долины р. Псекупс, может привести к образованию серьезных повреждений, а в экстремальных ситуациях и к разрушению бетонных креплений, провоцирующих полный выход из строя гидротехнического сооружения.

Для оценки надежности креплений необходимым систематический эксплуатационный контроль их состояния. Учитывая, что грунты скрыты под железобетонными плитами крепления, обследование нужно проводить неразрушающими дистанционными методами диагностики. Среди инструментальных методов неразрушающего выборочного контроля (вибродиагностический, тепловой, ультразвуковой) явными преимуществами обладает георадиолокационный метод, благодаря обеспечению высокой эффективности и оперативности. Важным достоинством георадиолокационного обследования является возможность проведения наблюдений на некотором удалении от поверхности объекта. Дистанционное расположение антенн обеспечивает проведение съемки при непрерывном их движении. В сочетании с узкой диаграммой направленности электромагнитной антенны это существенно повышает детальность, а следовательно, и пространственную разрешающую способность исследований [4].

Перед появлением видимых разрушений крепления верхового откоса плотины внутри ее насыпного тела протекают скрытые негативные процессы (образование пустот, зон разуплотнения грунта земляного полотна, инфильтрация



грунтовых вод по деформационным и межплиточным швам), своевременное выявление которых позволило бы вовремя принимать соответствующие меры. Периодическое получение новых георадиолокационных разрезов и их сравнение с предыдущими результатами георадиолокационного зондирования по одним и тем же профильным линиям позволяет оперативно и своевременно выделять участки плотины, подверженные негативным процессам.

По данным визуального и инструментального обследования определен объем работ по капитальному ремонту швов в разрезе изучаемого участка. Разработана и предложена технологическая последовательность при выполнении ремонтных работ, а также основные мероприятия и технические решения по капитальному ремонту.

Результаты исследования представляют интерес с точки зрения инженерной практики и будут полезны при проектировании, ремонте и разработке рекомендаций по оптимизации работ, схожих с исследуемыми в работе ГТС. Ожидается, что данная работа послужит основой для последующего анализа и оценки надежности креплений откосов ГТС при аналогичных выявленных дефектах.

Список источников

- Бандурин М.А., Волосухин В.А. Мониторинг сооружений водного хозяйства // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы, Зерноград, 25-26 октября 2012 г. / Правительство Ростовской области, Министерство сельского хозяйства и продовольствия; ФГБОУ ВПО АЧГА. Зерноград, 2012. С. 98-101.
- Bandurin, M.A., Volosukhin, V.A., Vanzha, V.V. (2018). Technology for water economy monitoring of technical state of closed drainage on irrigation systems. *Materials Science Forum*, no. 931, pp. 214-218.
- Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A., Verbitsky, A.Y. (2019). Justification of rice watering methods and crop cultures. *Journal of Agriculture and Environment*, no. 1 (9), p. 15. doi: 10.23649/jae.2019.1.9.15
- Волосухин В.А., Бандурин М.А. Необходимость многофакторной диагностики Донской шлюзованной системы в условиях роста дефицита водных ресурсов и безопасности сооружений // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2017. Т. 9. № 2. С. 346-354.
- Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A., Safronova, T.I., Chebanova, E.F. (2020). *Water regime formation of river basins in the delta zone on the example of the Azov region*. E3S Web of Conferences: 13, Rostov-on-Don, February 26-28, 2020. Rostov-on-Don, p. 12010. doi: 10.1051/e3sconf/202017512010
- Volosukhin, V.A., Bandurin, M.A., Vanzha, V.V., Mikheev, A.V., Volosukhin, Y.V. (2018). Numerical analysis of static strength for different damages of hydraulic structures when changing stressed and strained state. *Journal of Physics: Conference Series: International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 — Enterprise Information Systems*. Tomsk, Institute of Physics Publishing, p. 042061.

tion Technologies in Business and Industry 2018 — Enterprise Information Systems. Tomsk, Institute of Physics Publishing, p. 042061.

- Кузнецов Е.В., Хаджи А.Е., Приходько И.А. Способ подготовки почвы к посеву риса в паровом поле рисового севооборота // Патент № 2457650 С1 Российской Федерации, МПК А01В 79/02, А01Г 16/00. № 2010153809/13: заявл. 27.12.2010: опубл. 10.08.2012; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». 6 с.
- Кантаржи И.Г., Губина Н.А., Гусаров Р.Н. Воздействие длинных волн на береговые гидротехнические сооружения // Гидротехническое строительство. 2021. № 2. С. 48-52.
- Кирейчева Л.В., Карпенко Н.П., Хохлова О.Б. Новые технологии проектирования, обоснования строительства, эксплуатации и управления мелиоративными системами. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2010. 240 с.
- Safronova, T.I., Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A., Sergeyev, A.E. (2020). *Optimization problem in mathematical modeling of technological processes of economic activity on rice irrigation systems*. E3S Web of Conferences: 8, Rostov-on-Don, August 19-30, 2020. Rostov-on-Don, p. 05014. doi: 10.1051/e3sconf/202021005014
- Safronova, T.I., Degtyareva, O.G., Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A. (2018). Price characteristics of the project to construct the precipitation runoff system regulation. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 9, no. 6, pp. 1845-1852.
- Chebotaev, M.I., Prikhodko, I.A. Способ мелиорации почвы рисовой оросительной системы к посеву риса // Патент № 2482663 С2 Российской Федерации, МПК А01Г 16/00: № 2011123829/13: заявл. 10.06.2011: опубл. 27.05.2013; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». 6 с.
- Юрченко И.Ф., Носов А.К. О критериях и методах контроля безопасности гидротехнических сооружений мелиоративного водохозяйственного комплекса // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сборник научных трудов. 2014. № 53. С. 158-165.

References

- Bandurin, M.A., Volosukhin, V.A. (2012). Monitoring сооружений водного хозяйства [Monitoring of water facilities]. *Innovatsionnye puti razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: zadachi i perspektivy*, Zernograd, 25-26 oktyabrya 2012 g. [Innovative ways of development of the agro-industrial complex: tasks and prospects, Zernograd, October 25-26, 2012]. Zernograd, pp. 98-101.
- Bandurin, M.A., Volosukhin, V.A., Vanzha, V.V. (2018). Technology for water economy monitoring of technical state of closed drainage on irrigation systems. *Materials Science Forum*, no. 931, pp. 214-218.
- Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A., Verbitsky, A.Y. (2019). Justification of rice watering methods and crop cultures. *Journal of Agriculture and Environment*, no. 1 (9), p. 15. doi: 10.23649/jae.2019.1.9.15
- Volosukhin, V.A., Bandurin, M.A. (2017). Neobkhodimost' mnogofaktornoi diagnostiki Donskoi shlyuzovano-

noi sistemy v usloviyakh rosta defitsita vodnykh resursov i bezopasnosti sooruzhenii [The need for multifactorial diagnostics of the Donskoy sluice system in the conditions of growing water resources deficit and the safety of facilities]. *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*, vol. 9, no. 2, pp. 346-354.

- Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A., Safronova, T.I., Chebanova, E.F. (2020). *Water regime formation of river basins in the delta zone on the example of the Azov region*. E3S Web of Conferences: 13, Rostov-on-Don, February 26-28, 2020. Rostov-on-Don, p. 12010. doi: 10.1051/e3sconf/202017512010
- Volosukhin, V.A., Bandurin, M.A., Vanzha, V.V., Mikheev, A.V., Volosukhin, Y.V. (2018). Numerical analysis of static strength for different damages of hydraulic structures when changing stressed and strained state. *Journal of Physics: Conference Series: International Conference Information Technologies in Business and Industry 2018 — Enterprise Information Systems*. Tomsk, Institute of Physics Publishing, p. 042061.
- Kuznetsov, E.V., Khadzhi, A.E., Prikhod'ko, I.A. (2012). *Sposob podgotovki pochvy k poslevu risa v parovom pole risovogo sevooborota* [Method of soil preparation for sowing rice in a fallow field of rice crop rotation]. Applicant and patentee Kuban GAU No. 2010153809/13; app. 12/27/2010; publ. 10.08.2012, 6 p.
- Kantarzhi, I.G., Gubina, N.A., Gusarov, R.N. (2021). *Vozdeistvie dlinnykh voln na beregovye gidrotekhnicheskie sooruzheniya* [The impact of long waves on coastal hydraulic structures]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydrotechnical construction], no. 2, pp. 48-52.
- Kireicheva, L.V., Karpenko, N.P., Khokhlova, O.B. (2010). *Novye tekhnologii proektirovaniya, obosnovaniya stroitel'stva, ekspluatatsii i upravleniya mелиоративными системами* [New technologies for design, justification of construction, operation and management of land reclamation systems]. Moscow, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, 240 p.
- Safronova, T.I., Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A., Sergeyev, A.E. (2020). *Optimization problem in mathematical modeling of technological processes of economic activity on rice irrigation systems*. E3S Web of Conferences: 8, Rostov-on-Don, August 19-30, 2020. Rostov-on-Don, p. 05014. doi: 10.1051/e3sconf/202021005014
- Safronova, T.I., Degtyareva, O.G., Vladimirov, S.A., Prikhodko, I.A. (2018). Price characteristics of the project to construct the precipitation runoff system regulation. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 9, no. 6, pp. 1845-1852.
- Chebotaev, M.I., Prikhod'ko, I.A. (2013). *Sposob mелиорatsii pochvy risovoi orositel'noi sistemy k poslevu risa* [The method of soil reclamation of the rice irrigation system for sowing rice]. Applicant and patentee Kuban GAU No. 2011123829/13; app. 06/10/2011; publ. 05.27.2013, 6 p.
- Yurchenko, I.F., Nosov, A.K. (2014). O kriteriyakh i metodakh kontrolya bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzhenii mелиоративного vodokhozyaystvennogo kompleksa [On the criteria and methods for monitoring the safety of hydraulic structures of the reclamation water management complex]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya: sbornik nauchnykh trudov* [Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture: collection of scientific papers], no. 53, pp. 158-165.

Информация об авторах:

Бандурин Михаил Александрович, доктор технических наук, доцент, Заслуженный изобретатель Российской Федерации, декан факультета гидромелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, chepura@mail.ru

Приходько Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент, исполняющий обязанности заведующего кафедрой строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prihodkoigor2012@yandex.ru

Романова Анна Сергеевна, обучающаяся 4 курса бакалавриата факультета гидромелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9035-917X>, any30082002@mail.ru

Information about the authors:

Mikhail A. Bandurin, doctor of technical sciences, associate professor, Honored inventor of the Russian Federation, dean of the faculty of hydromelioration, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, chepura@mail.ru

Igor A. Prikhodko, candidate of technical sciences, associate professor, acting head of the department of construction and operation of water facilities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prihodkoigor2012@yandex.ru

Anna S. Romanova, 4th year undergraduate student of the faculty of hydromelioration, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9035-917X>, any30082002@mail.ru





Научная статья

УДК 633.262/31:631.584.5:631.559

doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_80

КОНКУРЕНТНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ И КОСТРЕЦА В СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕВОЛЖЬЯ

О.А. Тимошкин

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. Проблема формирования высокопродуктивных агрофитоценозов на основе адаптированных к условиям лесостепи многолетних трав — люцерны и костреца с целью обеспечения отрасли животноводства качественными кормами, является актуальной задачей. В связи с этим на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в 2017–2022 гг. проводили исследования, целью которых было изучение влияния норм высева, уровня применения минеральных удобрений и сроков уборки люцерны и костреца в смешанных посевах на сбор сухого вещества и конкурентную способность компонентов. В качестве объектов исследований использовали новые сорта люцерны изменчивой — сорт Дарья (внесен в Госреестр по 4, 5, 7 регионам РФ) и костреца безостого — сорт Удалец (внесен в Госреестр по 5, 7 регионам РФ). Норма высева культур в чистом виде — 6 млн всхожих семян/га, в смешанных посевах — согласно схеме опыта. Способ посева — рядовой (черезрядный). Посев проводили летом (в июне), беспокровно. Закладку полевых опытов, учеты и анализы проводили в соответствии с общепринятыми методическими указаниями. В результате исследований установлены существенные различия в сборе сухого вещества между вариантами по годам пользования по нормам высева, уровням применения удобрений и срокам скашивания. Люцерна при норме высева 70% (от полной) отличалась высокой конкурентоспособностью в смесях с кострецом. Снижение нормы высева люцерны с 70 до 40% снижает ее конкурентоспособность при одновременном увеличении конкурентоспособности костреца. Конкурентоспособность костреца по годам пользования снижается с 0,3–6,3 в 1-й год пользования до 0,2–2,2 в 3-й год пользования. Внесение удобрений способствовало росту конкурентоспособности костреца при ее снижении у люцерны.

Ключевые слова: люцерна изменчивая (*Medicago varia*), кострец безостый (*Bromus inermis* L.), смешанные посевы, норма высева, срок уборки, минеральные удобрения, конкурентная способность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (№ FGSS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

COMPETITIVE ABILITY OF ALFALFA AND BROME IN MIXED CROPS WHEN CULTIVATED IN THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA

O.A. Timoshkin

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The problem of the formation of highly productive agrophytocenoses based on perennial grasses adapted to the conditions of the forest-steppe — alfalfa and brome in order to provide the livestock industry with high-quality feed is an urgent task. In this regard, in the experimental field of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture” in 2017–2022 carried out studies aimed at studying the effect of seeding rates, the level of application of mineral fertilizers and the timing of harvesting variable alfalfa and awnless brome in mixed crops on the collection of dry matter and the competitiveness of the components. As objects of research, new varieties of alfalfa of the variable Darya variety (included in the State Register for 4, 5, 7 regions of the Russian Federation), awnless brome variety Udalets (included in the State Register for 5, 7 regions of the Russian Federation) were used. The seeding rate of crops in pure form is 6 million germinating seeds per 1 ha, in mixed crops — according to the experimental scheme. Sowing method — ordinary (interrow). Sowing was carried out in the summer (in June), uncovered. Bookmark field experiments, records and analyzes were carried out in accordance with generally accepted guidelines. As a result of the research, significant differences in the collection of dry matter between the studied seeding rates, the level of fertilizer use and the timing of mowing by years of use have been established. Alfalfa at a seeding rate of 70% (of the total) was highly competitive in mixtures with brome. Reducing the seeding rate of alfalfa from 70 to 40% reduces its competitiveness while increasing the competitiveness of rump. Rump competitiveness by years of use decreases from 0.3–6.3 in the 1st year of use to 0.2–2.2 in the 3rd year of use. The application of fertilizers contributed to the growth of the competitiveness of the rump, while it decreased in alfalfa.

Keywords: variable alfalfa (*Medicago varia*), awnless brome (*Bromus inermis* L.), mixed crops, seeding rate, harvesting period, mineral fertilizers, competitiveness

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the State Assignment of Federal Research Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008). The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Введение. В последние десятилетия активно обсуждается вопрос о необходимости использования биологических особенностей культур и травосмесей в системе земледелия для сохранения плодородия почвы, контроля распространения сорной растительности в посевах культур, стабилизации продуктивности пашни [1, 2, 3]. В этой связи особое внимание уделяется многолетним травам, которые оказывают интенсивное влияние на свойства почвы, обладают высокой конкурентной способностью по отношению к сорнякам, оставляют большое количество в почве энергетического материала в виде пожнивно-корневых остатков, усиливают микробиологическую активность почв [4, 5, 6].

Их активная роль в биологическом круговороте веществ и энергии в агрофитоценозах выделяет эти культуры в группу отличных предшественников [7, 8].

Все большее внимание исследователей привлекает возможность использования смешанных агрофитоценозов, в основу конструирования которых положен принцип комплементарности, то есть способности разных видов избегать агрессивной конкуренции и дополнять друг друга. Одними из самых ярких примеров таких агрофитоценозов являются многолетние бобово-злаковые смеси [9, 10]. В лесостепи Средневолжья к таким культурам относятся кострец безостый и люцерна изменчивая, которые

широко используются как в севооборотах, так и в выведенных полях [11].

При конструировании многолетних агрофитоценозов необходимо знать экологию растений, чтобы умело возделывать их в различных агроэкологических зонах, типах почв, условиях увлажнения для получения максимального количества высококачественной продукции с единицы площади. Для этого важно выявить и определить характер отношений, которые имеют место между слагающими фитоценоз растениями одного и того же и разных видов [12, 13]. Компоненты агрофитоценоза имеют, с одной стороны, характер взаимного благоприятствования, чем и обоснована необходимость возделывания



бобовых и злаковых трав в смеси, с другой стороны — характер конкуренции. Из элементов технологии, оказывающих существенное влияние на структуру агрофитоценоза, уровень продуктивного долголетия, следует назвать соотношение компонентов травосмеси (норма высева), применение минеральных удобрений и сроки скашивания травостоя. Нормы высева компонентов агроценоза оказывают влияние на его состав лишь первые 2-3 года пользования [14, 15].

W. Willey, M. Rao [16] при изучении конкурентных взаимоотношений предложили для оценки критерия конкурентной способности компонентов использовать коэффициент конкурентоспособности (Competitive ratio, CR). По их мнению, коэффициент конкурентоспособности компонентов смесей зависит, прежде всего, от биологических особенностей видов бобовых и злаковых растений, норм высева трав, напряженности травосмеси, а также возраста травостоя.

В связи с этим целью проведенных исследований было обоснование технологических приемов возделывания люцерны изменчивой и костреца безостого в смешанных посевах, базирующихся на подборе норм высева, уровня применения минеральных удобрений и сроках уборки, на сбор сухого вещества и конкурентную способность компонентов смесей в условиях лесостепи Средневолжья.

Методика исследований. Экспериментальная работа по изучению влияния норм высева, уровня применения удобрений и сроков уборки в технологии возделывания люцерны и костреца в смешанных посевах на кормовые цели проводилась на опытном поле лаборатории агро-технологий ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСК». Научные исследования выполнялись в трехфакторном полевом опыте:

Фактор А — Норма высева люцерны и костреца в смесях (% от нормы высева в чистом виде):

1. 70+40%; 2. 55+55%; 3. 40+70% (люцерна + костреца).

Фактор В — Уровень применения удобрений:

1. Контроль; 2. $P_{60}K_{60}$; 3. $N_{45}P_{60}K_{60}$.

Фактор С — Срок уборки травосмесей (фаза развития люцерны):

1. Бутонизация; 2. Переменный (1-й г.п. — цветение, 2-й г.п. — бутонизация, 3-й г.п. — цветение); 3. Цветение.

Площадь учетной делянки 1-го порядка 45 м², 2-го порядка — 15 м², 3-го порядка — 5 м², повторность 3-кратная.

Норма высева в чистом виде: люцерны — 6 млн всхожих семян/га, костреца — 6 млн всхожих семян/га, способ посева — рядовой (размещение культур — чередующее). Удобрения вносили перед посевом и при весеннем отрастании культур в годы пользования.

В исследованиях использовали люцерну изменчивую (*Medicago varia*) сорта Дарья, костреца безостый (*Bromus inermis* L.) сорта Удалец селек-ции ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСК».

Почва опытного участка — чернозем выщелоченный среднесуглинистый, среднесуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 6,2-6,3% (по Тюрину в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26213-91), рН_{кон} — 5,4-5,5, высокое содержание легкогидролизуемого азота — 82-91 мг/кг (по Тюрину и Кононовой, ГОСТ 26951-86), повышенное содержание подвижного фосфора — 156-162 мг/кг почвы (по Чирикову, ГОСТ 26204-91), обменного калия — 132-138 мг/кг почвы (по Чирикову, ГОСТ 26204-91).

Закладку полевых опытов, сопутствующие наблюдения, учеты проводили в соответствии с Методикой проведения исследований с кормовыми культурами [17].

Результаты исследований. Погодные условия за период вегетации многолетних трав в годы проведения исследований (2017-2022 гг.) отличались неравномерным распределением осадков и температур (табл. 1). По условиям увлажнения они характеризовались как слабо обеспеченные (ГТК₂₀₁₈ — 0,3), недостаточно обеспеченные (ГТК_{2017, 2019} — 0,7, ГТК_{2020, 2021} — 0,8), оптимальные (ГТК₂₀₂₂ — 1,0) при значительных различиях по месяцам и декадам. Количество осадков за период май-август в 2017 г. составило 153 мм, в 2018 г. — 70, в 2019 г. — 144, в 2020 г. — 198, в 2021 г. — 212, в 2022 г. — 195, при среднемноголетнем показателе — 209 мм.

Данные по сбору сухого вещества показыва-ют, что в 1-й год пользования в сумме за два укоса сбор сухого вещества составил по вариантам 10,02-12,70 т/га при уборке в фазе бутонизации, 9,42-12,13 т/га при переменной уборке, 8,99-11,81 т/га при уборке в фазе цветения (табл. 2). В целом уборка зеленой массы в фазе бутонизации обеспечивает прибавку сбора сухого вещества 10,5% по сравнению с уборкой в фазе цветения.

Анализ сбора сухого вещества в зависимости от нормы высева компонентов (фактор А) показ-ал, что максимальные показатели получили при высева 70% от нормы высева в чистом виде люцерны и 40% костреца — в сумме за 2 укоса 11,58 т/га, что на 7,7% выше, чем при норме высева 55+55% (10,75 т/га) и на 14,3% выше, чем при норме высева 40+70% (10,13 т/га). Различия по фактору А были достоверными (НСР₀₅ 0,48 т/га).

Различия по уровню применения удобрений (фактор В) также были существенны. Так, при внесении $P_{60}K_{60}$ сбор сухого вещества в сумме за два укоса при уборке в фазе бутонизации увеличился до 10,88 т/га или на 6,9% по сравнению с контролем (10,18 т/га), а при внесении $N_{45}P_{60}K_{60}$ составил 11,39 т/га, что на 11,9% выше контроля (НСР₀₅ 0,48 т/га).

По сроку скашивания смесей (фактор С) преимущество было за ранним скашиванием (фаза бутонизации люцерны), при этом получили 11,46 т/га сухого вещества, что на 7,8% больше, чем при переменном скашивании и на 10,5% больше, чем при скашивании в фазе цветения. Стоит отметить, что различия между сроками уборки в фазе цветения и переменным сроком были недостоверны (НСР₀₅ 0,48 т/га).

Во второй год пользования сбор сухого вещества по вариантам составил в сумме за два укоса от 7,26 до 9,05 т/га при уборке в фазе бутонизации, от 7,25 до 9,07 т/га при переменном скашивании, от 7,33 до 9,24 т/га при уборке в фазе цветения.

Изменение норм высева компонентов с 70+40% до 40+70% приводило к снижению сбора сухого вещества смесей в сумме за два укоса с 7,89-9,05 до 7,26-8,49 т/га при уборке в фазе бутонизации, с 7,71-9,07 до 7,25-8,45 т/га при переменном скашивании, с 7,85-9,24 до 7,33-8,58 т/га при уборке в фазе цветения, соответственно.

Применение минеральных удобрений обеспечило получение более высокого сбора сухого вещества смесей. Так, сбор сухого вещества в контроле (без удобрений) составил 7,26-7,89 т/га при уборке в фазе бутонизации, 7,25-7,71 т/га при переменном скашивании, 7,33-7,85 т/га при уборке в фазе цветения. При

внесении $P_{60}K_{60}$ сбор сухого вещества составил по вариантам 7,92-8,48 т/га при уборке в фазе бутонизации, 7,99-8,44 т/га при переменном скашивании, 8,01-8,57 т/га при уборке в фазе цветения, а при внесении $N_{45}P_{60}K_{60}$ — 8,49-9,05, 8,45-9,07 и 8,58-9,24 т/га, соответственно.

В среднем по норме высева компонентов (фактор А) различия в сборе сухого вещества были достоверными только между нормами высева 70+40% — 8,48 т/га и 40+70% — 7,92 т/га (НСР₀₅ 0,36 т/га). Различия по уровню применения удобрений (фактор В) были существенны как при внесении $P_{60}K_{60}$ — 8,22 т/га, так и при внесении $N_{45}P_{60}K_{60}$ — 8,80 т/га при сборе сухого вещества в контроле 7,56 т/га (НСР₀₅ 0,36 т/га). Различий между вариантами по срокам уборки (фактор С) в среднем за 2019-2021 гг. не выявлено, что объясняется эффектом нивелирования преимущества срока уборки в фазе бутонизации в 2019 и 2021 гг. и срока уборки в фазе цветения в 2020 г.

На третий год пользования (в среднем за 2020-2022 гг.) сбор сухого вещества остался на уровне второго года пользования. В среднем по норме высева компонентов (фактор А) преимущество имела норма высева 70+40% — получили 8,46 т/га сухого вещества, что выше, чем при норме высева 55+55% на 3,7% (различия достоверны при НСР₀₅ 0,34 т/га) и выше, чем при норме высева 40+70% на 7,1% (различия достоверны). По уровню применения удобрений (фактор В) различия между вариантами были достоверными (НСР₀₅ 0,34 т/га), прибавка от внесения $P_{60}K_{60}$ составила 9,3%, от внесения $N_{45}P_{60}K_{60}$ — 18,2%. По срокам уборки (фактор С) различий в сборе сухого вещества между уборкой в фазе бутонизации и переменной уборкой не наблюдалось — 7,78 и 7,80 т/га (НСР₀₅ 0,34 т/га). Достоверные различия выявлены между ранней (фаза бутонизации) — 7,78 т/га и поздней (фаза цветения) уборкой — 8,33 т/га (прибавка 7,1%).

Таблица 1. Гидротермический коэффициент (ГТК) и количество осадков в период вегетации люцерно-кострецовых смесей (2017-2022 гг.)
Table 1. Hydrothermal indicator (GTC) and the amount of precipitation during the growing season of alfalfa-brome mixtures (2017-2022)

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Май-август
ГТК						
2017 г.	1,2	0,3	0,8	0,7	0,6	0,7
2018 г.	0,4	0,1	0,5	0,2	0,8	0,3
2019 г.	0,6	0,7	0,8	0,7	1,0	0,7
2020 г.	0,8	0,8	0,5	1,3	0,3	0,8
2021 г.	0,4	1,0	0,8	1,0	1,2	0,8
2022 г.	1,4	1,1	1,5	0	2,7	1,0
Средне-много-летнее	1,0	1,0	1,1	0,9	1,3	1,0
Количество осадков по декадам, мм						
2017 г.	72	16	59	6	42	153
2018 г.	19	7	33	11	36	70
2019 г.	28	41	42	33	44	144
2020 г.	49	47	33	69	11	198
2021 г.	19	72	54	67	42	212
2022 г.	46	56	93	0	97	195
Средне-много-летнее	44	53	63	49	46	209



Таблица 2. Сбор сухого вещества люцерно-кострецовых смесей при различных нормах высева, уровне применения удобрений и сроках скашивания в 1-3-й годы пользования (2018-2022 гг.)
Table 2. Collection of dry matter of alfalfa-rump mixtures at different seeding rates, level of fertilizer application and mowing terms in the 1st-3rd years of use (2018-2022)

Норма высева (от полной) — Фактор А	Уровень применения удобрений — Фактор В	Сбор сухого вещества, т/га			В среднем по факторам		
		срок скашивания — Фактор С					
		бутониза- ция	перемен- ный	цветение	Фактор А	Фактор В	Фактор С
1-й год пользования (2018-2020 гг.)							
70+40%	контроль	11,48	10,71	10,52	11,58	10,18	11,46
	P ₆₀ K ₉₀	12,29	11,37	11,19	10,75	10,88	10,63
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	12,70	12,13	11,81	10,13	11,39	10,37
55+55%	контроль	10,86	10,04	9,56			
	P ₆₀ K ₉₀	11,51	10,66	10,24			
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	12,01	11,01	10,86			
40+70%	контроль	10,02	9,42	8,99			
	P ₆₀ K ₉₀	10,92	9,99	9,82			
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	11,32	10,35	10,34			
НСР ₀₅ вариантов		0,67			0,48	0,48	0,48
2-й год пользования (2019-2021 гг.)							
70+40%	контроль	7,89	7,71	7,85	8,48	7,56	8,20
	P ₆₀ K ₉₀	8,48	8,44	8,57	8,18	8,22	8,14
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	9,05	9,07	9,24	7,92	8,80	8,24
55+55%	контроль	7,66	7,55	7,57			
	P ₆₀ K ₉₀	8,25	8,12	8,18			
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	8,83	8,69	8,78			
40+70%	контроль	7,26	7,25	7,33			
	P ₆₀ K ₉₀	7,92	7,99	8,01			
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	8,49	8,45	8,58			
НСР ₀₅ вариантов		0,53			0,36	0,36	0,36
3-й год пользования (2020-2022 гг.)							
70+40%	контроль	7,56	7,66	8,30	8,46	7,30	7,78
	P ₆₀ K ₉₀	8,14	8,36	8,90	7,98	7,98	7,80
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	8,67	8,93	9,58	7,48	8,63	8,33
55+55%	контроль	7,17	7,16	7,65			
	P ₆₀ K ₉₀	7,81	7,86	8,32			
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	8,28	8,50	9,05			
40+70%	контроль	6,74	6,48	7,01			
	P ₆₀ K ₉₀	7,44	7,29	7,66			
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	8,17	7,99	8,52			
НСР ₀₅ вариантов		0,50			0,34	0,34	0,34
В среднем за годы пользования (2018-2022 гг.)							
70+40%	контроль	8,98	8,69	8,89	9,50	8,35	9,15
	P ₆₀ K ₉₀	9,64	9,39	9,55	8,97	9,03	8,86
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	10,14	10,04	10,21	8,51	9,61	8,98
55+55%	контроль	8,56	8,25	8,26			
	P ₆₀ K ₉₀	9,19	8,88	8,91			
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	9,71	9,40	9,56			
40+70%	контроль	8,01	7,72	7,78			
	P ₆₀ K ₉₀	8,76	8,42	8,50			
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	9,33	8,93	9,15			
НСР ₀₅		0,57			0,39	0,39	0,39

В среднем за годы пользования (2018-2022 гг.) сбор сухого вещества люцерно-кострецовых смесей составил по вариантам 8,01-10,14 т/га при уборке в фазе бутонизации, 7,72-10,04 т/га при переменной уборке, 7,78-10,21 т/га при уборке в фазе цветения. Различия между сроками уборками нивелировались из-за различного количества осадков и сумм эффективных температур при формировании укосов в годы пользования.

По норме высева компонентов (фактор А) преимущество во все годы исследований и в среднем за годы пользования имела норма вы-

сева 70+40% — получили 9,50 т/га сухого вещества, что на 5,9% больше, чем при норме высева 55+55% (8,97 т/га) и на 11,6% больше, чем при норме высева 40+70% (8,51 т/га). Различия между факторами были достоверными (НСР₀₅ 0,39 т/га). По уровню применения удобрений (фактор В) внесение $P_{60}K_{90}$ обеспечивало дополнительно 8,1% прибавки сухого вещества, при внесении комплексных удобрений ($N_{45}P_{60}K_{90}$) прибавка составила 15,1%. Невысокие прибавки от применения минеральных удобрений объясняются недостаточной влагообеспеченностью периодов вегетации в годы проведения исследований.

В среднем за годы пользования наиболее оптимальные условия для формирования урожайности смесей люцерны с кострцом складывались при норме высева 70+40%, внесении минеральных удобрений $P_{60}K_{90}$ и $N_{45}P_{60}K_{90}$, уборке в фазе бутонизации, при этом получили наибольший выход сухого вещества — 9,64-10,14 т/га.

При формировании урожая люцерны и костреца в смесях важная роль принадлежит конкурентным взаимоотношениям растений. Фитоценотическая конкуренция — это режим дефицита веществно-энергетических ресурсов, создаваемый поглощением их всей совокупностью включенных в фитоценоз особей, а также обратное воздействие, которое этот режим дефицита на них оказывает [13, 15]. Наиболее удобным критерием оценки напряженности конкурентных отношений является степень изменения продуктивности отдельных растений или их популяций. Для оценки критерия конкурентной способности компонентов смеси мы применяли показатель «коэффициент конкурентоспособности» (Competitive ratio, CR) [16].

Установлено, что коэффициент конкурентоспособности компонентов зависит от нормы их высева в смеси, уровня применения удобрений и сроков уборки (рис. 1-3).

В 1-й год пользования коэффициент конкурентоспособности (CR) люцерны при снижении ее нормы высева в смесях снижается с 2,4-3,8 при высеве 70% от нормы высева в чистом виде до 0,2-0,4 при высеве 40% (при скашивании в фазе бутонизации), с 2,2-3,3 при высеве 70% до 0,2-0,4 при высеве 40% (при переменном скашивании), с 1,4-2,5 при высеве 70% до 0,2-0,3 при высеве 40% (при скашивании в фазе цветения). Одновременно происходил рост конкурентоспособности костреца — с 0,3-0,4 до 2,5-4,4 (при скашивании в фазе бутонизации), с 0,3-0,5 до 2,5-4,5 (при переменном скашивании), с 0,4-0,7 до 3,0-6,3 (при скашивании в фазе цветения).

В период формирования первого укоса внесение удобрений способствовало росту CR люцерны при его снижении у костреца. Так, в контрольном варианте CR люцерны при скашивании в фазе бутонизации варьировал в пределах 0,4-3,8, костреца — 0,3-2,5 (в зависимости от нормы высева), при внесении $P_{60}K_{90}$ — 0,3-3,0 и 0,3-3,4, при внесении $N_{45}P_{60}K_{90}$ — 0,2-2,4 и 0,4-4,4, соответственно. При скашивании в фазе цветения тенденция сохранилась, но CR люцерны снизился в контроле до 0,3-2,5, а костреца, наоборот, увеличился до 0,4-3,0 (в зависимости от нормы высева), при внесении $P_{60}K_{90}$ — 0,2-1,8 и 0,6-4,5, при внесении $N_{45}P_{60}K_{90}$ — 0,2-1,4 и 0,7-6,3, соответственно. При переменном скашивании CR люцерны и костреца имел промежуточные значения.

Изучение влияния сроков скашивания на изменение CR компонентов в агроценозах 1-го года пользования показало, что максимальные показатели CR люцерны получены при скашивании в фазе бутонизации, а при переменном скашивании и скашивании в фазе цветения CR люцерны имел более низкие показатели по сравнению со скашиванием в ранней фазе.

Конкурентоспособность изучаемых видов колеблется в различном направлении при изменении условий произрастания. Во всех вариантах опыта коэффициент CR костреца в смешанных агрофитоценозах был менее 1,0. Этот факт свидетельствует о наличии конкурентных отношений между компонентами создаваемых агрофитоценозов.



Анализ конкурентной способности компонентов в смесях на 2-й год пользования показал, что в среднем за 2019-2021 гг. CR люцерны увеличился по сравнению с значениями 1-го года пользования — по вариантам было 0,2-3,8, на 2-й год пользования стало 0,5-7,3 (рис. 2). При этом отмечено снижение CR костреца с 0,3-6,3 (в зависимости от фона питания и срока уборки) в 1-й год пользования до 0,1-2,0 во 2-й год пользования.

Тенденция изменения CR люцерны и костреца в смешанных посевах на 2-й год пользования была схожей с изменением CR в 1-й год пользования. Так, при уборке в фазе бутонизации CR люцерны уменьшался при снижении нормы высева с 4,7-7,3 при норме высева 70+40% до 0,5-0,8 при норме высева 40+70%, а при уборке в более поздней фазе — с 4,4-7,0 при норме высева 70+40% до 0,5-1,0 при норме высева 40+70%. Внесение минеральных удобрений способствовало снижению CR люцерны — с 0,8-7,3 (при уборке в фазе бутонизации) и 1,0-7,0 (при уборке в фазе цветения) до 0,6-5,6 и 0,8-5,2 при внесении $P_{60}K_{90}$ и до 0,5-4,7 и 0,5-4,4 при внесении $N_{45}P_{60}K_{90}$ соответственно.

Изменение CR костреца имело схожую закономерность по норме высева (фактор A): отмечено увеличение CR с 0,1-0,2 при норме высева костреца 40% (при скашивании в фазе бутонизации и цветения) до 1,3-2,0 и 1,0-1,9 при увеличении нормы высева до 70%. Внесение удобрений способствовало, в отличие от люцерны, увеличению CR костреца с 0,1-1,3 и 0,1-1,0 (при скашивании в фазах бутонизации и цветения) до 0,2-1,7 и 0,2-1,3 (при внесении $P_{60}K_{90}$) и до 0,2-2,0 и 0,2-1,9 (при внесении $N_{45}P_{60}K_{90}$).

В среднем за годы исследований не выявлено влияния срока уборки на CR люцерны и костреца 2-го года пользования.

Анализ CR люцерно-кострецовых агрофитоценозов на 3-й год пользования (в среднем за 2020-2022 гг.) показал, что по сравнению со 2-м годом пользования снизился CR люцерны при норме высева 70+40% (с 4,7-7,3 до 4,2-6,3 при уборке в фазе бутонизации и с 4,4-7,0 до 2,7-4,0 при уборке в фазе цветения) (рис. 3). Та же тенденция прослеживается и при норме высева 55+55%. При норме высева 40+70% и уборке в фазе бутонизации, наоборот, отмечено увеличение CR люцерны по сравнению со 2-м годом пользования — с 0,5-0,8 до 0,9-1,1.

Снижение CR люцерны на 3-й год пользования (по сравнению со 2-м годом пользования) вызвано стабилизацией густоты травостойа костреца в смеси, то есть наступлением оптимизации густоты агрофитоценоза за счет кущения и побегообразования. Кострец повысил свой CR по сравнению со 2-м годом пользования при переменной уборке с 0,2-1,4 до 0,2-1,7 и уборке в фазе цветения с 0,1-1,9 до 0,3-2,2.

Остальные тенденции, выявленные в 1-й и 2-й годы пользования по влиянию норм высева, уровня применения удобрений и срока уборки, сохранились и на 3-й год пользования. Так, с уменьшением нормы высева люцерны с 70 до 40% выявлено снижение CR люцерны с 4,2-6,3 до 0,9-1,1 при уборке в фазе бутонизации, с 3,1-5,1 до 0,6-0,8 при переменной уборке и с 2,7-4,0 до 0,5-0,6 при уборке в фазе цветения. Изменение нормы высева костреца с 40 до 70% повлекло увеличение его CR с 0,2 до 0,9-1,2 при уборке в фазе бутонизации, с 0,2-0,3 до 1,2-1,7 при переменной уборке и с 0,3-0,4 до 1,7-2,2 при уборке в фазе цветения.

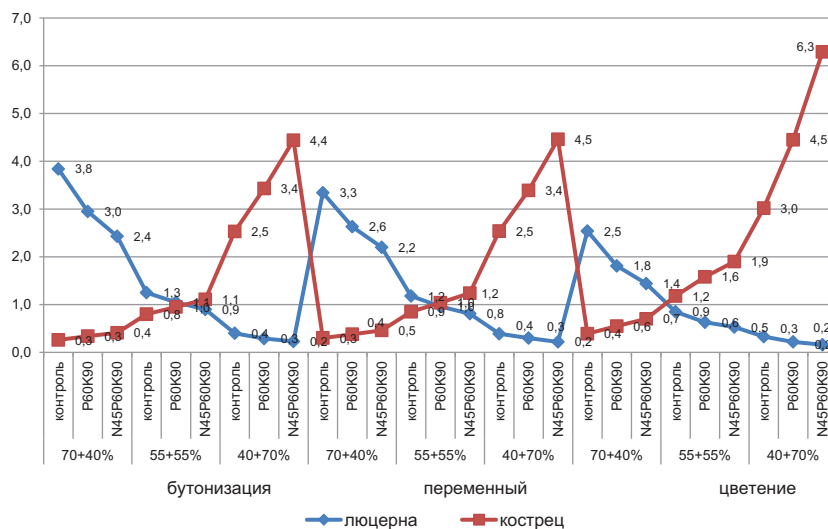


Рисунок 1. Коэффициент конкурентоспособности (CR) люцерны и костреца в смесях при различных нормах высева, уровне применения удобрений и сроках скашивания в 1-й год пользования (в среднем за 2018-2020 гг.)
Figure 1. Competitiveness coefficient (CR) of alfalfa and brome in mixtures at different seeding rates, level of fertilizer application and mowing terms in the 1st (average for 2018-2020)

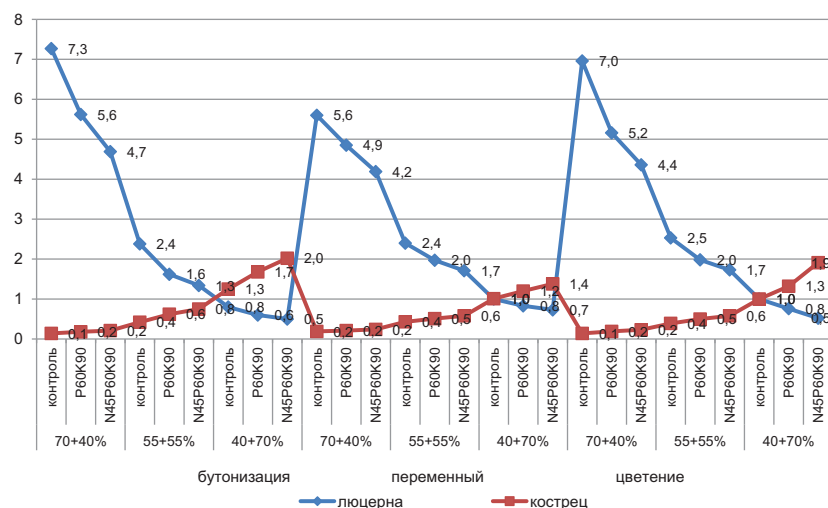


Рисунок 2. Коэффициент конкурентоспособности (CR) люцерны и костреца в смесях при различных нормах высева, уровне применения удобрений и сроках скашивания во 2-й год пользования (в среднем за 2019-2021 гг.)
Figure 2. Competitiveness coefficient (CR) of alfalfa and brome in mixtures at different seeding rates, level of fertilizer application and mowing terms in the 2nd year of use (average for 2019-2021)

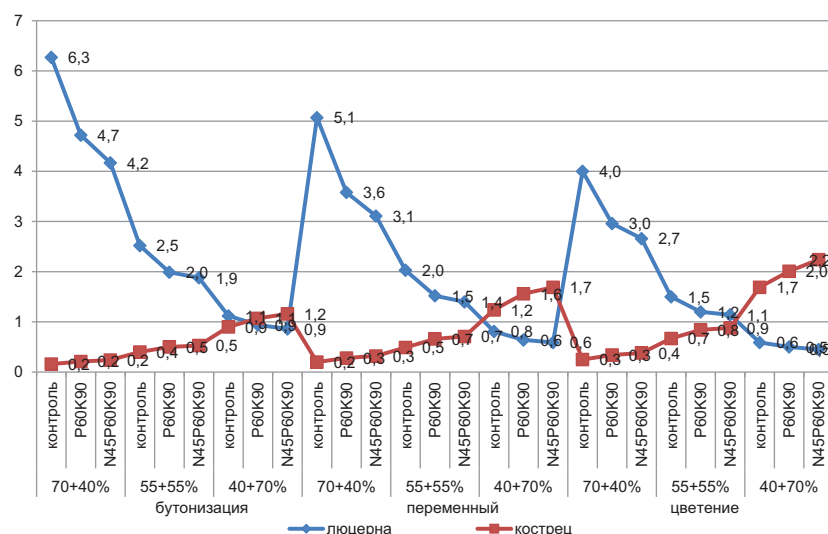


Рисунок 3. Коэффициент конкурентоспособности (CR) люцерны и костреца в смесях при различных нормах высева, уровне применения удобрений и сроках скашивания в 3-й год пользования (в среднем за 2020-2022 гг.)
Figure 3. Competitiveness coefficient (CR) of alfalfa and brome in mixtures at different seeding rates, level of fertilizer application and mowing terms in the 3rd year of use (average for 2020-2022)





Тенденция изменения CR компонентов в зависимости от применения удобрений изменилась по сравнению с предыдущими годами пользования и выглядела следующим образом: внесение $P_{60}K_{60}$ снижало CR люцерны при уборке в фазе бутонизации по сравнению с контролем (без удобрений) при всех нормах высева, а при уборке в фазе цветения CR увеличивался на 0,12-0,15. Внесение $N_{45}P_{60}K_{60}$ увеличивало CR люцерны по сравнению с внесением $P_{60}K_{60}$ при уборке в фазе бутонизации, а при уборке в фазе цветения CR превышал и контрольный вариант (без удобрений).

Тенденция изменения CR костреца при внесении удобрений была схожей с изменением CR люцерны, но носила обратную зависимость — увеличивалась по сравнению с контролем при внесении $P_{60}K_{60}$ и $N_{45}P_{60}K_{60}$ и скашивании в любой срок.

Ранний срок уборки (фаза бутонизации) обеспечивал более высокий CR люцерны — 0,9-6,3 по вариантам, при 0,6-5,1 при переменном скашивании и 0,5-4,0 при скашивании в поздний срок (фаза цветения). У костреца в более поздний срок уборки зеленой массы CR был несколько выше — 0,3-2,2 против 0,2-1,2 при ранней уборке и 0,2-1,7 при переменной уборке.

Заключение. Установлены существенные различия по сбору сухого вещества между нормами высева, уровнем применения удобрений и сроками скашивания в годы пользования. Уменьшение нормы высева люцерны в смеси с 70 до 40% снижает сбор сухого вещества в 1-й год пользования с 11,58 до 10,13 т/га, во 2-й год пользования — с 8,48 до 7,92 т/га, в 3-й год пользования — с 8,46 до 7,48 т/га. Внесение $P_{60}K_{60}$ и $N_{45}P_{60}K_{60}$ обеспечило в 1-й год пользования дополнительную прибавку сбора сухого вещества смесей — 6,9-11,9%, во 2-й год пользования — 8,7-16,4%, на 3-й год пользования — 9,3-18,2%. Скашивание смесей в фазе бутонизации в 1-й год пользования по сбору сухого вещества на 7,8% более эффективно, чем скашивание переменного и на 10,5% в фазе цветения. Во 2-й год пользования между сроками уборки по сбору сухого вещества не выявлено достоверных различий. На 3-й год пользования более эффективен срок уборки в фазе цветения, прибавка составила 6,8-7,1% к сроку уборки в фазе бутонизации и переменной уборке.

В годы пользования люцерны в смесях с кострецом отличалась высоким CR при норме высева 70%. Снижение нормы высева люцерны с 70 до 40% снижает ее CR при одновременном увеличении CR костреца. CR костреца по годам пользования снижается с 0,3-6,3 в 1-й год пользования до 0,2-2,2 в 3-й год пользования. Внесение удобрений способствовало росту CR костреца при его снижении у люцерны.

Список источников

1. Хисматуллин М.М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы — составная часть органического земледелия Республики Татарстан // Вестник

Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 2 (53). С. 64-67. doi: 10.12737/article_5d3e169f50a868.00369270

2. Sturludottir, E. et al. (2014). Benefits of grasses and legumes for herbage yield and nutritive value in Northern mixing Europe and Canada. *Grass and Forage Science*, vol. 69, no. 2, pp. 229-240.

3. Huyghe, C., Litrico, I., Surault, F. (2012). Agronomic value and provisioning services of multi-species swards. *EGF*, vol. 17, pp. 35-46.

4. Лукашов В.Н., Исаков А.Н. Продуктивное долголетие козлятника восточного и травосмесей с его участием // Земледелие. 2017. № 2. С. 26-28.

5. Субботин А.Г., Нарусhev В.Б., Солодовников А.П., Денисов К.Е. Создание высокопродуктивных кормовых агроценозов в условиях Нижнего Поволжья // Кормопроизводство. 2019. № 5. С. 8-12. doi: 10.26898/0370-8799-2021-1-5

6. Verret, V. et al. (2017). Can legume companion plants control weeds without decreasing crop yield? A meta-analysis. *Field Crops Research*, vol. 204, pp. 158-168.

7. Тюлин В.А. и др. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья: монография. Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. 232 с.

8. B.R. de Haas et al. (2019). Combining agro-ecological functions in grass-clover mixtures. *AIMS Agriculture and Food*, vol. 4, no. 3, pp. 547-567.

9. Иванова М.В., Плотников А.А. Сравнительная эффективность бобово-злаковых травостоев на основе козлятника восточного (*Galéga orientalis* Lam.) // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 1. С. 10-13. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10103

10. Dhakal, D., Islam, M. (2018). Grass-Legume Mixtures for Improved Soil Health in Cultivated Agroecosystem. *Sustainability*, vol. 10, no. 8, p. 2718.

11. Беляк В.Б., Тимошкин О.А. Совершенствование набора культур и структуры кормовых угодий для мясного скота в лесостепной зоне // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 1 (367). С. 49-52.

12. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. М.: Агропроект. 2008. Т. 1. 816 с.

13. Ракоца Э.Ю., Кудрявцева Т.Г., Хуснидинов Ш.К. Совместные посевы многолетних растений в Приангарье. Иркутск: ООО «Мегапринт», 2008. 160 с.

14. Варламов В.А. Агробиологическое обоснование формирования высокопродуктивных смешанных агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Пенза: РИО ПГСХА, 2008. 226 с.

15. Работнов Т.А. Экология луговых трав. М.: Изд-во Московского государственного университета, 1985. 176 с.

16. Willey, R.W., Rao, M.R. (1980). A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Experimental Agriculture*, vol. 16, no. 2, pp. 117-125.

17. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИ кормов, 1997. 193 с.

References

1. Khismatullin, M.M. (2019). Bobovye i bobovo-zlakovye mnogoletnie travy — sostavnaya chast' organicheskogo zemledeliya Respubliki Tatarstan [Legumes and legume-cereal perennial grasses — an integral part of organic farming in the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Kazan State Agrarian University], vol. 14, no. 2 (53), pp. 64-67. doi: 10.12737/article_5d3e169f50a868.00369270

2. Sturludottir, E. et al. (2014). Benefits of grasses and legumes for herbage yield and nutritive value in Northern

mixing Europe and Canada. *Grass and Forage Science*, vol. 69, no. 2, pp. 229-240.

3. Huyghe, C., Litrico, I., Surault, F. (2012). Agronomic value and provisioning services of multi-species swards. *EGF*, vol. 17, pp. 35-46.

4. Lukashov, V.N., Isakov, A.N. (2017). Produktivnoe dolgoletie kozlyatnika vostochnogo i travosmesei s ego uchastiem [Productive longevity of goat's rue and grass mixtures with its participation]. *Zemledelie*, no. 2, pp. 26-28.

5. Subbotin, A.G., Narushev, V.B., Solodovnikov, A.P., Denisov, K.E. (2019). Sozdanie vysokoproduktivnykh kormovykh agrotsenozov v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Creation of highly productive fodder agrocenoses in the conditions of the Lower Volga region]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 5, pp. 8-12. doi: 10.26898/0370-8799-2021-1-5

6. Verret, V. et al. (2017). Can legume companion plants control weeds without decreasing crop yield? A meta-analysis. *Field Crops Research*, vol. 204, pp. 158-168.

7. Tyulin, V.A. i dr. (2014). *Mноголетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья: монография* [Perennial leguminous grasses in agricultural landscapes of the Non-Chernozem region: monograph]. Tver, Tver State Agricultural Academy, 232 p.

8. B.R. de Haas et al. (2019). Combining agro-ecological functions in grass-clover mixtures. *AIMS Agriculture and Food*, vol. 4, no. 3, pp. 547-567.

9. Ivanova, M.V., Plotnikov, A.A. (2019). Sravnitel'naya ehffektivnost' bobovo-zlakovykh travostoev na osnove kozlyatnika vostochnogo (*Galéga orientalis* Lam.) [Comparative efficiency of legume-grass stands based on oriental goat's rue (*Galéga orientalis* Lam.)]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 33, no. 1, pp. 10-13. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10103

10. Dhakal, D., Islam, M. (2018). Grass-Legume Mixtures for Improved Soil Health in Cultivated Agroecosystem. *Sustainability*, vol. 10, no. 8, p. 2718.

11. Belyak, V.B., Timoshkin, O.A. (2019). Sovvershenstvovanie nabora kul'tur i struktury kormovykh ugodii dlya myasnogo skota v lesostepnoy zone [Improving the set of crops and the structure of fodder lands for beef cattle in the forest-steppe zone]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (367), pp. 49-52.

12. Zhuchenko, A.A. (2008). Adaptivnoe rastenievodstvo (ehkologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations). Theory and practice]. Moscow, Agropolis Publ., vol. 1, 816 p.

13. Rakotsa, E.Yu., Kudryavtseva, T.G., Khusnidinov, Sh.K. (2008). *Sovmestnye posovy mnogoletnikh rastenii v Priangare* [Joint crops of perennial plants in the Angara region]. Irkutsk, LLC "Megaprint", 160 p.

14. Varlamov, V.A. (2008). *Agrobiologicheskoe obosnovanie formirovaniya vysokoproduktivnykh smeshannykh agrofitozenozov mnogoletnikh i odnoletnikh kormovykh kul'tur v lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya* [Agrobiological substantiation of the formation of highly productive mixed agrophytocenoses of perennial and annual fodder crops in the forest-steppe of the Middle Volga region: monograph]. Penza, RIO PGSKhA, 226 p.

15. Rabotnov, T.A. (1985). *Ehkologiya lugovykh trav* [Ecology of meadow grasses]. Moscow, Publishing house of Moscow State University, 176 p.

16. Willey, R.W., Rao, M.R. (1980). A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Experimental Agriculture*, vol. 16, no. 2, pp. 117-125.

17. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami (1997). [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow, VNIi kormov Publ., 193 p.

Информация об авторе:

Тимошкин Олег Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6928-7343>, oatimoshkin@mail.ru

Information about the author:

Oleg A. Timoshkin, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6928-7343>, oatimoshkin@mail.ru



Научная статья

УДК 338.439

doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_85

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ

Н.А. Барышникова¹, Н.А. Киреева¹, О.В. Прущак²

¹Саратовская государственная юридическая академия, Саратов, Россия

²Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А., Саратов, Россия

Аннотация. Статья посвящена разработке теоретико-методологических основ исследования экономической безопасности национальной продовольственной системы. Авторы исходят из научного предположения о том, что только управление угрозами и рисками продовольственной безопасности не обеспечивает жизнестойкость и устойчивость развития продовольственной системы в условиях современных потрясений и стрессов. Новые геополитические и экономические условия функционирования сферы производства и потребления продовольствия требуют формирования новой концепции экономической безопасности. Авторы на основе оценки современных угроз и рисков устойчивого развития продовольственной системы развивают категориальный аппарат и формируют собственную систему методологических принципов исследования экономической безопасности продовольственной системы. Авторская методология исследования, основанная на использовании системного, комплексного, институционального подходов, позволила определить содержание экономической безопасности продовольственной системы как ее способности обеспечивать устойчивость и конкурентоспособность всех элементов и возможности противостоять внешним и внутренним угрозам, гарантируя, тем самым, продовольственную безопасность на уровне, определяемом стратегическими национальными приоритетами. Авторами разработаны критерии и индикаторы экономической безопасности, характеризующие устойчивость экономического роста продовольственной системы, а также такие аспекты экономической безопасности как продовольственная, финансовая, социальная, технологическая, инновационная, экологическая, внешнеэкономическая, институциональная. Сделан вывод о том, что предлагаемый методический подход целесообразно использовать в качестве базы для мониторинга экономической безопасности продовольственной системы на макро- и мезоуровне, а также при разработке направлений совершенствования агропродовольственной политики в новых геополитических и экономических условиях.

Ключевые слова: экономическая безопасность, продовольственная система, национальные интересы, угрозы, индикаторы, пороговые значения, мониторинг, агропродовольственная политика

Original article

ECONOMIC SECURITY OF THE FOOD SYSTEM: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO RESEARCH

N.A. Baryshnikova¹, N.A. Kireeva¹, O.V. Pruschk²

¹Saratov State Law Academy, Saratov, Russia

²Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

Abstract. The article is devoted to the development of theoretical and methodological foundations of the economic security of the national food system. The authors proceed from the scientific assumption that only the management of threats and risks to food security does not ensure the viability and sustainability of the development of the food system in the face of modern shocks and stresses. New geopolitical and economic conditions for the functioning of the sphere of food production and consumption require the formation of a new concept of economic security. Based on the assessment of modern threats and risks of sustainable development of the food system, the authors develop a categorical apparatus and form their own system of methodological principles for the study of the economic security of the food system. The author's research methodology, based on the use of systemic, integrated, institutional approaches, allowed to determine the content of the economic security of the food system as its ability to ensure the stability and competitiveness of all elements and the ability to withstand external and internal threats, thereby guaranteeing food security at the level determined by strategic national priorities. The authors have developed criteria and indicators of economic security that characterize the sustainability of economic growth of the food system, as well as such aspects of economic security as food, financial, social, technological, innovative, environmental, foreign economic, institutional. It is concluded that the proposed methodological approach should be used as a basis for monitoring the economic security of the food system at the national and regional levels, as well as for developing directions for improving agri-food policy in new geopolitical and economic conditions.

Keywords: economic security, food system, national interests, threats, indicators, thresholds, monitoring, agri-food policy

Актуальность темы. Среди глобальных проблем человечества в сложившихся политических и экономических условиях продовольственная проблема является сегодня наиболее серьезной, поскольку от ее решения зависит не только безопасность, политический и экономический суверенитет любого государства, но и физическое выживание его граждан. Мировой кризис, вызванный пандемией COVID-19, наглядно продемонстрировал уязвимость наци-

ональных продовольственных систем и связанную с ней вероятность обострения проблемы голода и недоедания при возникновении чрезвычайных обстоятельств. Учитывая, что мировая агропродовольственная система производит ежегодно 11 млрд. тонн продуктов питания с помощью труда 4 млрд человек, прямо или косвенно занятых в ней [16], можно говорить о ее масштабном влиянии не только на состояние продовольственной безопасности в мире, но

и на ликвидацию нищеты, изменение климата, эффективность использования производственных ресурсов. Таким образом, продовольственная система играет важнейшую роль в достижении ключевых целей в области устойчивого развития планеты.

Вышесказанным продиктована актуальность глубокого исследования условий и факторов, определяющих эффективность и стабильность функционирования всех элементов



продовольственной системы в целях обеспечения продовольственной безопасности на всех уровнях (глобальный, национальный, региональный, местный), способности продовольственной системы противостоять действию внешних и внутренних угроз, то есть, экономической безопасности продовольственной системы.

Постановка проблемы. Функционирование российской продовольственной системы происходит сегодня в сложнейших условиях: кроме сохраняющегося влияния постпандемического экономического кризиса, огромное воздействие на нее оказывают новые угрозы и риски, обусловленные крайне нестабильной внешнеполитической ситуацией, беспрецедентным давлением санкционного режима, изменением расстановки сил на мировых рынках товаров и факторов производства, неопределенностью и резкими колебаниями их конъюнктуры и т. д. Вызовы внешнего и внутреннего характера актуализируют необходимость формирования нового подхода к научному обоснованию перспектив и стратегических приоритетов устойчивого развития отечественной продовольственной системы в условиях ковариативных потрясений, то есть, когда негативные воздействия напрямую затрагивают группы домохозяйств, сообщества, регионы, целые страны.

Следует отметить, что проблема повышения эффективности функционирования сельского хозяйства, и обеспечения на этой основе продовольственной безопасности для России не нова и сейчас ее решение является одной из приоритетных задач национальной аграрной политики. Цели, задачи, критерии достижения продовольственной безопасности официально закреплены в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации. Реализуются Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, Комплексная программа развития сельских территорий, ряд ведомственных целевых программ и проектов. Данные стратегические документы направлены, в первую очередь, на достижение продовольственной независимости страны, наполнение внутреннего рынка собственными ресурсами, а также повышение эффективности функционирования отраслей агропромышленного комплекса, то есть нейтрализацию угроз и рисков потери продовольственной безопасности.

Однако устойчивость функционирования продовольственной системы России в новых геополитических и экономических условиях требует теоретико-методологического переосмысления трактовки самой категории «безопасность продовольственной системы», включения в данную категорию всего комплекса ее составляющих. На наш взгляд, сочетание «старых» системных угроз и рисков функционирования АПК России и новых, обусловленных режимом мобилизационной экономики, должно трансформировать концепт безопасности продовольственной системы в направлении исследования продовольственной системы государства не только с точки зрения выполнения ее целевой функции (обеспечение экономического и физического доступа населения к качественным продуктам питания), но и в контексте изучения экономической безопасности ключевых субъектов продовольственной системы. Необходимо единство методологии их анализа, оценки,

мониторинга и разработки механизмов нейтрализации угроз.

Степень разработанности проблемы. Теоретической базой исследования являются труды ведущих российских экономистов, изучающих вопросы экономической безопасности, проблемы и перспективы развития сфер производства, распределения и потребления продовольствия в условиях воздействия вызовов и угроз различного (в том числе, чрезвычайного) характера.

Исследованию теоретических и методологических концепций экономической безопасности посвящены труды многих авторитетных ученых. Анализ наиболее цитируемых публикаций в данной сфере позволяет сделать вывод о том, что категория «экономическая безопасность» является очень популярной среди исследователей. По словам А. Фомина, «Российская наука может похвастаться, пожалуй, наиболее глубокой разработкой проблем экономической безопасности» [21].

Среди изученных исследований в данном направлении особого внимания заслуживают работы Л.И. Абалкина, В.К. Сенчагова, С.Ю. Глазьева и А.И. Илларионова, сформировавших теоретико-методологическую базу исследования экономической безопасности государства в российской экономической науке [1,4,5,17]. Классическим является определение экономической безопасности, предложенное академиком Л.И. Абалкиным, трактующим ее как систему условий и факторов, обеспечивающих суверенитет экономики, ее стабильность и устойчивость, способность к постоянному обновлению [1].

Независимо от того, на чем сфокусировано понимание экономической безопасности отечественными исследователями (на экономическом суверенитете, устойчивости экономической системы или степени реализации национальных экономических интересов), все работы, предметом которых является экономическая безопасность, условно можно разделить на три группы в зависимости от уровня экономических систем, безопасность которых исследуется.

Первая группа ученых концентрирует свое внимание на экономической безопасности государства, подходах к ее оценке и измерению, а также на разработке направлений повышения (макроуровень исследований). Так, А.М. Фомин анализирует эволюцию теоретических концепций экономической безопасности государства в зарубежных и отечественных исследованиях и их практическое воплощение в политике правительства [21]. И.В. Караваева обобщает контуры исследований теоретических аспектов экономической безопасности в Институте экономики РАН [6]. Ю.Г. Наумов и Ю.В. Латов рассматривают проблемы обеспечения экономической безопасности в тесной взаимосвязи с таким феноменом как «теневая экономика» [14]. Целый ряд ученых исследуют и совершенствуют подходы к количественной и качественной оценке экономической безопасности государства [3,10,19].

Вторая группа ученых в своих трудах рассматривает мезо-уровень категории «экономическая безопасность» — уровень региона или отдельной отрасли экономики (отрасли промышленности, межотраслевого комплекса). Изучение их работ позволяет сделать вывод о том, что наиболее распространены и наиболее проработаны с теоретической и методологической точек зрения исследования региональной экономической безопасности. Данной проблемой занимаются, в частности, Т.В. Ускова

и И.А. Кондаков [20], А.А. Кораблева и В.В. Карпов [9] и многие другие экономисты.

Исследованию отраслевых аспектов экономической безопасности посвящено относительно немного работ российских ученых, причем следует констатировать, что часть исследователей проблемы отраслевой экономической безопасности рассматривает через призму экономической безопасности предприятий отрасли. В числе авторов, разрабатывающих общие теоретико-методологические подходы к изучению экономической безопасности отрасли, можно назвать Е.А. Колесниченко и Ж.Д. Османова [8], В.В. Акбердину и ее соавторов [2]. Экономическая безопасность продовольственной системы и ее элементов (сельского хозяйства, пищевой промышленности и др.) также является предметом исследования отечественных ученых. Так, Ю.А. Мажайский и В.Н. Минат исследуют безопасность агропромышленного производства на основе междисциплинарного эколого-экономического подхода [12]. Н.А. Кулагина пишет об агропродовольственной политике как инструменте обеспечения экономической безопасности АПК [11].

К ученым, исследующим проблемы обеспечения экономической безопасности агропродовольственной системы с позиций комплексного подхода, можно отнести Е.А. Подсеваткину и Т.Б. Путивскую, в центре внимания которых — экономическая безопасность региональных агросистем [15]. Авторы уточняют сущность понятия «экономическая безопасность региональных агросистем» и дают оценку информационной базы целевых параметров и индикаторов экономической безопасности. Также следует упомянуть публикацию В.Н. Мината, который исследует экономическую безопасность АПК во взаимосвязи с системой продовольственной безопасности [13].

Косвенно вопросы экономической безопасности продовольственной системы и ее отдельных элементов затрагиваются в работах российских ученых, занимающихся проблемами развития продовольственного рынка и продовольственной безопасности (Алтухов А., Анфиногентов А., Киселев С., Крылатых Э., Ревенко Л., Сиптиц С., Узун В., Ушачев И. и другие). Изучение их последних работ позволяет заключить, что фокус исследований явно сместился в сторону обеспечения продовольственной безопасности в условиях санкций, решения проблем импортозамещения и повышения технологического суверенитета АПК.

Наконец, третья группа ученых занимается исследованием проблем экономической безопасности на уровне организации (предприятия) [7,18]. Анализ их публикаций позволяет сделать вывод о том, что экономическая безопасность на микроуровне — проблема достаточно изученная и менее дискуссионная по сравнению с макро- и мезо-уровнями экономической безопасности. Среди ученых имеется четкое понимание возможных экзогенных и эндогенных угроз экономической безопасности организации, хорошо проработаны критерии и индикаторы экономической безопасности предприятия, разработаны методические подходы к созданию эффективных систем обеспечения экономической безопасности организации.

Методология исследования. Методология настоящего исследования определяется его целью, учитывает ключевые особенности объекта исследования и основана на использовании



системы общенаучных и специальных методов исследования, что позволяет решить научную проблему более эффективно.

Объектом исследования выступает национальная продовольственная система, представляющая собой систему экономических отношений и видов деятельности в сфере производства, распределения, обмена и потребления продовольствия, функционирование которой нацелено на обеспечение физического и экономического доступа граждан страны к качественным продуктам питания.

Предмет исследования — экономическая безопасность продовольственной системы государства, понимаемая нами как ее способность противостоять действию внешних и внутренних угроз и обеспечивать, тем самым, продовольственную безопасность на уровне, определяемом стратегическим национальными приоритетами.

Целью исследования является научное обоснование теоретико-методологических основ исследования экономической безопасности национальной продовольственной системы, включая уточнение и развитие категориального аппарата, разработку методологии исследования, формирование авторской системы критериев и индикаторов экономической безопасности для основных субъектов продовольственной системы в разрезе ключевых аспектов экономической безопасности.

Исходя из вышеизложенного, *рабочая гипотеза исследования* заключается в научном предположении о том, что только управление угрозами и рисками продовольственной безопасности (при всей их важности!) не обеспечивает жизнестойкость и устойчивость дальнейшего развития продовольственной системы России в условиях современных потрясений и стрессов. Жизненно необходима разработка новой концепции экономической безопасности продовольственной системы для выявления и прогнозирования внешних и внутренних угроз национальным интересам страны, которая позволит сформировать научно обоснованный механизм противодействия угрозам и рискам в социальной, финансовой, технологической, инновационной, экологической, внешнеэкономической, институциональной сферах.

В процессе исследования использованы различные методологические подходы и методы исследования. Главным методологическим подходом является диалектический подход, предполагающий исследование проблем экономической безопасности продовольственных систем в динамике, взаимосвязи и взаимообусловленности. При этом продовольственная система России рассматривается с точки зрения ее системных свойств, что означает реализацию системного подхода в исследовании. Комплексный подход заключается во всестороннем исследовании проблем экономической безопасности продовольственной системы включая изучение внешних и внутренних детерминант экономической безопасности, современных угроз стабильности и эффективности функционирования субъектов продовольственной системы, анализ воздействия ресурсного и рыночного потенциала производителей продовольствия на возможности достижения суверенитета по всем звеньям цепочек создания добавленной стоимости продовольствия. Наконец, большая роль отводится авторами стратегическому подходу, состоящему в том, что безопасное развитие

национальной продовольственной системы в перспективе рассматривается с точки зрения ее наилучшей адаптации к факторам и условиям внешней среды с целью повышения долгосрочной конкурентоспособности и максимального соответствия стратегическим национальным приоритетам Российской Федерации.

Что касается частных методологических подходов, то они состоят в следующем:

- исследование экономической безопасности продовольственной системы будет исходить, во-первых, из ее отраслевых особенностей (стратегическая важность для государства, высокая степень зависимости от природно-климатических условий, особенности государственного регулирования), и, во-вторых, из предположения о том, что современные продовольственные системы развиваются в условиях потрясений и интенсивных трансформаций как внутренних, так и внешних детерминант, причем имеет место высочайшая степень неопределенности и непредсказуемости внешнего окружения;
- применение системного анализа, позволяющего выявить противоречия между достижением целей обеспечения продовольственной безопасности и устойчивостью экономического роста продовольственной системы в условиях современных вызовов, угроз и рисков, что даст возможность обобщать возможные траектории развития продовольственной системы;
- в качестве объекта рассматриваются продовольственные производственно-сбытовые цепочки, характеризующиеся преимущественно восходящими связями (forward linkages in GVCs), временным разрывом создания добавленной стоимости, разным уровнем конкуренции и концентрации, а также противоречивостью интересов стейкхолдеров, что обуславливает взаимное переплетение угроз и усиливает вероятность попадания продовольственной системы в зону риска;
- формирование эмпирической базы исследования экономической безопасности продовольственной системы на основе использования критериев, качественных и количественных показателей, а также их пороговых значений для каждой выделенной подсистемы — экономической, социальной, финансовой, экологической, институциональной, позволяющих диагностировать опасные зоны, в которой угрозы могут вызывать резкие отрицательные последствия и приобрести системный характер;
- реализация институционального подхода, позволяющего оценить взаимосвязь состояния экономической безопасности продовольственной системы и институциональной среды, выявить наличие угроз и рисков, имеющих институциональные причины для того, чтобы избежать институциональных ловушек и институционального вакуума при обосновании механизма управления экономической безопасностью продовольственной системы;
- учет стратегических национальных интересов Российской Федерации в сфере производства сельскохозяйственного сырья и продовольствия.

Результаты и обсуждение. Как было отмечено выше, меняющийся ландшафт мировой экономики и политики является сегодня ключевым фактором развития продовольственных систем.

Примечательно, что в Докладе ФАО «Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства (2021 г.) акцент сделан на повышение *жизнестойкости* агропродовольственных систем в условиях потрясений и стрессов [16]. Под жизнестойкостью понимается способность продовольственных систем, столкнувшись с любыми препятствиями, на протяжении долгого времени устойчиво обеспечивать наличие и доступ к достаточному количеству безопасных и питательных продуктов питания для всех, а также поддерживать источники средств к существованию участников продовольственных систем.

На наш взгляд, повышение жизнестойкости является одним из главных факторов обеспечения экономической безопасности продовольственной системы. Без жизнестойкости не может быть безопасности. Полагаем, что **экономическая безопасность продовольственной системы — это такое ее состояние, при котором обеспечивается национальная продовольственная безопасность, устойчивость и конкурентоспособность всех элементов продовольственной системы, возможность противостоять внешним и внутренним угрозам и потрясениям.** Но следовало бы подчеркнуть, что экономическая безопасность — это не только возможность противостояния внешним и внутренним угрозам и рискам, но и способность к *постоянному обновлению и саморазвитию*.

Учитывая вышесказанное, оценка уровня экономической безопасности продовольственной системы должна исходить из того, что данная категория является комплексной и многоаспектной. На способность продовольственной системы адаптироваться к внешним условиям и противостоять воздействию угроз и рисков оказывают влияние разнообразные факторы (как внешнего, так и внутреннего характера), причем результат их воздействия на положение отдельных субъектов продовольственной системы может быть диаметрально противоположным вследствие различающихся экономических интересов (например, интересы производителей сельскохозяйственного сырья и предприятий пищевой промышленности).

Ядром мониторинга угроз и оценки экономической безопасности продовольственной системы выступают критерии и индикаторы экономической безопасности.

Критерии экономической безопасности дают качественную характеристику отдельных аспектов (подсистем) экономической безопасности продовольственной системы в контексте реализации стратегических национальных приоритетов в данной сфере. Количественно они выражаются индикаторами (показателями) продовольственной безопасности.

По нашему мнению, в качестве критериев экономической безопасности продовольственной системы должны выступать следующие:

- способность продовольственной системы государства (региона) обеспечивать экономический и физический доступ населения к качественным продуктам питания;
- способность всех элементов продовольственной системы функционировать в режиме расширенного воспроизводства;
- устойчивость (жизнестойкость) продовольственной системы, то есть ее способность устойчиво обеспечивать национальную продовольственную безопасность в любых условиях;





- эффективность и конкурентоспособность (обеспечение конкурентных преимуществ высокого порядка) всех субъектов продовольственной системы;
- обеспечение институциональной и структурной перестройки продовольственной системы на современной технологической основе, ее диверсификации и развития на основе использования прогрессивных технологий.

В соответствии с предложенными критериями обеспечения экономической безопасности продовольственной системы формируется система индикаторов (параметров), отражающая возможности ресурсного и рыночного потенциала достижения суверенитета по всем звеньям цепочек создания добавленной стоимости продовольствия, ее наилучшей адаптации к факторам и условиям внешней среды с целью повышения долгосрочной конкурентоспособности.

Безусловно, формирование перечня индикаторов экономической безопасности продовольственной системы — проблема исключительно сложная. Но еще более сложным является определение пороговых значений индикаторов. В предлагаемой авторами методике реализованы два взаимодополняющих метода к установлению пороговых значений: целевой и экспертный, что обеспечивает объективность (достоверность) пороговых значений и их максимальное соответствие цели исследования.

Целевой (задающий метод) к установлению пороговых значений состоит в том, что их величина определяется исходя из стратегических целей развития продовольственной системы России, укрепления ее конкурентных позиций на мировом рынке при соблюдении национальных интересов страны. В качестве источников информации использованы документы стратегического планирования Российской Федерации, затрагивающие различные аспекты безопасного функционирования национальной продовольственной системы:

- Указ о национальных целях развития России до 2030 года;
- Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 г.;
- Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации;
- Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года;
- Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года;
- Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации;
- Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года;
- Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов до 2030 года;
- Федеральный проект «Экспорт продукции АПК»;
- Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство».

Экспертный метод установления пороговых значений использован для тех индикаторов экономической безопасности продовольственной системы, в отношении которых отсутствуют законодательно установленные целевые

(нормативные) значения. В данном случае авторы опирались на эмпирические данные и результаты экспертно-аналитических исследований, например, таких как: «Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. Agriculture 4.0» (Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики, 2020 г.); Инвестиции как источник экономического роста. Аналитический доклад. Институт стратегического анализа. (2019 г.); Global value chains in agriculture and food: A synthesis of OECD analysis, OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 139, OECD Publishing, Paris; Оценка состояния конкурентной среды в России. Доклад аналитического центра при Правительстве Российской Федерации (2021 г.) и др.

Таким образом, пороговые значения представляют собой целевые значения индикаторов, описывающие желаемое состояние продовольственной системы в соответствии с документами стратегического планирования, а также с учетом тенденций и уровнем развития национальной и мировой продовольственной системы. При этом часть пороговых значений индикаторов экономической безопасности обозначает максимально допустимый предел индикаторов (например, удельный вес населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума в процентах от общей численности населения), другие пороговые значения обозначают

минимальный предел индикатора (например, среднегодовые темпы прироста продукции сельского хозяйства).

Индикаторы сгруппированы по блокам, характеризующим различные аспекты экономической безопасности продовольственной системы. Принцип отбора индикаторов заключается в том, что они отражают наиболее существенные, хорошо наблюдаемые аспекты экономической безопасности продовольственной системы, а полученная в результате система индикаторов является достаточно компактной и удобной для апробации.

В первый блок входят показатели, отражающие жизнестойкость и устойчивость экономического роста в сфере производства продуктов питания (табл. 1)

Учитывая, что главной целью функционирования продовольственной системы является обеспечение продовольственной безопасности, важный блок индикаторов характеризует продовольственную независимость, физическую и экономическую доступность продовольствия (табл. 2).

Следует отметить, что в мире в настоящее время прослеживается рост значимости социальной компоненты экономического развития, что определяет необходимость ее учета при исследовании проблем экономической устойчивости и экономического роста.

Таблица 1. Показатели экономической безопасности продовольственной системы по блоку «Устойчивость экономического роста»

Table 1. Indicators of economic security of the food system in the block «Sustainability of economic growth»

Индикаторы	Пороговое значение
Среднегодовые темпы прироста производства продукции сельского хозяйства, %	≥ 5,0
Среднегодовые темпы прироста производства продукции пищевой промышленности, %	≥ 5,5
Среднегодовые темпы прироста объема оптовой и розничной торговли продовольствием, %	≥ 6
Урожайность зерновых, ц/га	≥ 25
Сбор зерна, млн.т	≥ 110
Индекс производительности труда в сельском хозяйстве, % к предыдущему году	≥ 100
Индекс производительности труда в пищевой промышленности, % к предыдущему году	≥ 100
Обрабатываемая площадь в расчете на 1 работника, га/чел.	≥ 25
Уровень продовольственной инфляции, %	≤ ИПЦ

Таблица 2. Показатели экономической безопасности продовольственной системы по блоку «Продовольственная безопасность»

Table 2. Indicators of economic security of the food system in the «Food security» block

Индикаторы	Пороговое значение
Уровень самообеспечения, %	
а) зерна	≥ 95
б) сахара	≥ 90
в) растительного масла	≥ 90
г) мяса и мясопродуктов (в пересчете на мясо)	≥ 85
д) молока и молокопродуктов (в пересчете на молоко)	≥ 90
е) рыбы и рыбопродуктов (в живой массе — масса сырца)	≥ 85
ж) картофеля	≥ 95
з) овощей и бахчевых	≥ 90
и) фруктов и ягод	≥ 60
к) семян основных сельскохозяйственных культур отечественной селекции	≥ 75
л) соли пищевой	≥ 85
Экономическая доступность продовольствия:	
- удельный вес расходов на питание в расходах домашних хозяйств, %	≤ 15%
Физическая доступность продовольствия:	
- отношение фактического потребления основной пищевой продукции на душу населения к рациональным нормам ее потребления, отвечающим требованиям здорового питания, %	≥ 100



Поэтому важнейшим аспектом экономической безопасности продовольственной системы России является *социальная безопасность*. Прежде всего, речь идет о социальных аспектах ликвидации бедности, доступности продовольствия для всех групп населения независимо от уровня дохода и места проживания. Деформация рынка труда в аграрном секторе, сельская безработица, нехватка квалифицированных кадров являются ограничителем экономического роста и индуцируют сельскую бедность. В таблице 3 приведены индикаторы, характеризующие как общее состояние социальной сферы страны, уровень бедности населения, его поляризацию по уровню доходов и т.д., так и показатели, отражающие развитие социально-демографической сферы АПК.

Существенными вызовами, угрозами и рисками жизнестойкости продовольственной системы России является ее *технологическая уязвимость*. Введение санкционного режима актуализировало проблему технологических рисков, особенно это касается начальных стадий цепочки создания стоимости. Речь идет высокой зависимости от импортных поставок комплектующих для техники, оборудования, семян, средств защиты растений, племенного скота, молодняка птицы, упаковки для пищевой продукции и т.д. Без решения данной проблемы ни о каком технологическом суверенитете продовольственной системы страны речи быть не может. Индикаторы, характеризующие технологическую безопасность ПС, приведены в таблице 4.

Рост инфляции издержек, ограниченность платежеспособного спроса, ограниченность бюджетной поддержки остро ставят задачи *финансовой устойчивости* функционирования продовольственной системы. В условиях, когда управление добавленной стоимостью в продовольственной системе принадлежит «чужим» цепочкам (ГСМ, электроэнергия, упаковка, удобрения и т.д.), сохраняется межотраслевой диспаритет цен и структурные финансовые диспропорции. Финансово-инвестиционные риски, связанные с сохранением принципов действующей финансовой и бюджетной политик, формируют сдерживающие факторы устойчивого роста продовольственной системы. В качестве индикаторов финансовой безопасности должны использоваться показатели, характеризующие прибыльность, рентабельность, финансовую устойчивость предприятий и организаций, а также размер государственной поддержки продовольственной системы (табл.5).

С финансовыми рисками неразрывно связаны *инновационные риски*, управление которыми особенно актуально в условиях цифровой трансформации и перехода мировых продовольственных систем к Agriculture 4.0. Замедленное освоение передовых технологий (автоматизация и роботизация, селекция и биотехнологии, информационные и цифровые платформы, точное сельское хозяйство и т.п.) сокращение технологических заделов по ряду перспективных инновационных технологий на фоне уменьшения инвестиционной активности, низкая интенсивность процессов диффузии инноваций в продовольственной системе грозит потерей конкурентоспособности российской продовольственной системы на мировых рынках. Показатели экономической безопасности по блоку «Инновационная безопасность» приведены в таблице 6.

Таблица 3. Показатели экономической безопасности продовольственной системы по блоку «Социальная безопасность»

Table 3. Indicators of economic security of the food system in the «Social security» block

Индикаторы	Пороговое значение
Удельный вес населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума от общей численности населения, %	≤ 10
Реальные доходы населения, % к предыдущему году	≥ 100
Отношение медианного дохода к среднему доходу всего населения, %	≥ 90
Коэффициент фондов	≤ 7
Индекс концентрации доходов населения (коэффициент Джини)	≤ 30
Отношение заработной платы в сельском хозяйстве к средней заработной плате по экономике, %	≥ 80
Отношение заработной платы в пищевой промышленности к средней заработной плате по экономике, %	≥ 90
Соотношение среднемушевых располагаемых ресурсов сельских и городских домохозяйств, %	
Изменение численности сельского населения, % к предыдущему году	≥ 100
Уровень сельской безработицы, %	≤ 4
Продолжительность жизни сельского населения, лет	≥ 75,6
Удельный вес общей площади жилых помещений в сельских населенных пунктах, оборудованных всеми видами благоустройства, %	≥ 45

Таблица 4. Показатели экономической безопасности продовольственной системы по блоку «Технологическая безопасность»

Table 4. Indicators of economic security of the food system in the block «Technological security»

Индикаторы	Пороговое значение
Отношение инвестиций в основной капитал к валовой продукции сельского хозяйства	≥ 20
Инвестиции в основной капитал на развитие сельского хозяйства в % к общему объему инвестиций в основной капитал	≥ 4
Степень износа основных фондов в сельском хозяйстве, %	≤ 30
Степень износа основных фондов в пищевой промышленности, %	≤ 30
Доля импортных машин и оборудования в сельском хозяйстве, %	≤ 20
Доля импортных машин и оборудования в пищевой промышленности, %	≤ 20
Доля импортных предметов труда (семян, средств защиты растений и т.п.) в сельском хозяйстве, %	≤ 20
Доля импортных предметов труда (сырья, материалов, упаковки) в пищевой промышленности, %	≤ 20

Таблица 5. Показатели экономической безопасности продовольственной системы по блоку «Финансовая безопасность»

Table 5. Indicators of economic security of the food system in the «Financial security» block

Индикаторы	Пороговое значение
Удельный вес прибыльных организаций в общем числе организаций, %	≥ 90
Отношение среднемесячной начисленной заработной платы работников организаций к общероссийскому уровню, %	≥ 80
Рентабельность проданных товаров (сельское хозяйство), %	≥ 20
Рентабельность проданных товаров (пищевая промышленность), %	≥ 20
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	≥ 0,1
Коэффициент текущей ликвидности	≥ 1,5
Коэффициент автономии	≥ 0,5
Удельный вес расходов на сельское хозяйство в расходах консолидированного бюджета, %	≥ 3
Индекс ориентации государственных расходов на сельское хозяйство (AOI)	≥ 5

При этом нельзя забывать *экологические аспекты* безопасности: замедленное освоение ресурсосберегающих технологий, соответствующих требованиям «зеленой экономики» и критериям устойчивого развития; нерациональное использование отходов пищевых производств. Для того, чтобы не усложнять оценку экологической безопасности продовольственной системы в таблице приведены не пороговые значения показателей, а их направление (уменьшение, увеличение) (табл. 7).

Происходит и смена приоритетов и механизмов во *внешнеэкономических аспектах*

безопасности. Официально провозглашенная экспортноориентированная стратегия развития агропромышленного комплекса России до 2024 г. (в Федеральном проекте «Экспорт продукции АПК, поставлены амбициозные задачи по наращиванию экспорта агропромышленной продукции в два раза: с 23 млрд. долл. в 2018 году до 45 млрд. долл. в 2024 году), по всей видимости, будет скорректирована. В сложившихся условиях экспорт продукции сельского хозяйства вряд ли станет драйвером устойчивого роста продовольственной системы в ближайшем будущем. Экономическая





безопасность продовольственной системы во внешнеэкономической сфере будет определяться снижением импортоемкости и положительным экспортно-импортным балансом по поставкам продовольствия (табл. 8)

Угрозы институционального характера, на наш взгляд, обусловлены тем, что критически важна уязвимость малых и средних предприятий, которые в первую очередь испытывают на себе все риски и стрессы. Учитывая особенности институциональной структуры отечественного сельского хозяйства, где в производстве важнейших видов продовольствия существенное место занимают фермерские хозяйства

разного размера, а также домашние хозяйства, которые занимаются мелкомасштабным сельскохозяйственным производством, особое внимание должно уделяться механизмам защиты малого агробизнеса. Как показывает практика, именно в условиях потрясений и стрессов возрастает роль малых форм хозяйствования. Поэтому в качестве индикаторов устойчивого развития можно рассмотреть показатели, характеризующие позиции малого агробизнеса в институциональной структуре продовольственной системы, а также уровень развития конкурентной среды на отраслевых рынках (табл. 9).

Таблица 6. Показатели экономической безопасности продовольственной системы по блоку «Инновационная безопасность»

Table 6. Indicators of economic security of the food system in the block «Innovative security»

Индикаторы	Пороговое значение
Доля сельских домашних хозяйств, имеющих доступ к сети «Интернет» с домашнего компьютера, %	≥ 85
Доля затрат на аграрные науки в общем объеме внутренних затрат на исследования и разработки (ВЗИР), %	≥ 4
Доля бюджетных средств в структуре ВЗИР, %	≥ 60
Вклад бизнеса в аграрные исследования, %	≥ 14
Доля патентных заявок российских резидентов в общемировых показателях в сфере АПК, %	≥ 6
Уровень инновационной активности бизнеса в сельском хозяйстве, %	≥ 15
Уровень инновационной активности бизнеса в пищевой промышленности, %	≥ 20
Доля отгруженной инновационной продукции в общем объеме продукции, %	≥ 5
Темп роста производительности труда на предприятиях, внедривших комплексные цифровые агротехнологии, %	≥ 150
Доля специалистов сельскохозяйственных предприятий, прошедших переподготовку и обладающих компетенциями в области цифровой экономики, %	≥ 30

Таблица 7. Показатели экономической безопасности продовольственной системы по блоку «Экологическая безопасность»

Table 7. Indicators of economic security of the food system in the block «Environmental safety»

Индикаторы	Направление
Темп роста выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве, % к предыдущему году	≤ 100
Темп роста площади рекультивированных земель под сельскохозяйственные угодья, % к предыдущему году	≥ 100
Площадь сельскохозяйственных угодий, подверженных ветровой и водной эрозии, переувлажнению, в общей площади обследованных сельскохозяйственных угодий, % от общей площади	≤ 30 %
Динамика инвестиций в основной капитал, направленных на охрану и рациональное использование земель, % к предыдущему году	≥ 100
Доля затрат на защиту и реабилитацию земель, поверхностных и подземных вод в общем объеме текущих затрат на охрану окружающей среды, %	≥ 4,5

Таблица 8. Показатели экономической безопасности продовольственной системы по блоку «Внешнеэкономическая безопасность»

Table 8. Indicators of economic security of the food system in the block «Foreign economic security»

Индикаторы	Пороговое значение
Соотношение экспорта и импорта сельскохозяйственного сырья и продовольствия, раз	≥ 1
Доля импорта во внутреннем потреблении, %	≤ 20
Доля в экспорте продовольственных товаров с высокой добавленной стоимостью, %	≥ 15

Таблица 9. Показатели экономической безопасности продовольственной системы в институциональной сфере

Table 9. Indicators of economic security of the food system in the institutional sphere

Индикаторы	Пороговое значение
Доля занятых на малых и средних предприятиях в сельском хозяйстве, %	≥ 18
Доля занятых на малых и средних предприятиях в пищевой промышленности, %	≥ 12
Динамика индекса Херфиндала-Хиршмана, % к предыдущему году	≤ 100
Доля крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей в производстве продукции сельского хозяйства, %	≥ 20
Среднегодовой темп прироста выручки от продажи товаров, продукции, работ и услуг сельскохозяйственных потребительских кооперативов, %	≥ 12

Выводы. Таким образом, для сохранения своих функциональных возможностей и обеспечения продовольственной безопасности, качества питания и достаточных источников средств к существованию населения, продовольственная система должна стать более невосприимчивой к различным потрясениям и стрессам как биофизического, так и социально-экономического характера. Жизнестойкость и потенциал преодоления угроз и стрессов основан на сочетании управления рисками с превентивными и упреждающими действиями, что должно обеспечить позитивную адаптацию и инклюзивную, устойчивую трансформацию продовольственной системы.

Разработанные авторами методологические подходы могут быть положены в основу создания эффективного механизма мониторинга экономической безопасности продовольственной системы, результаты которого будут востребованы не только в теории, но и на практике, при обосновании приоритетов агропродовольственной политики Российской Федерации. Система критериев и индикаторов экономической безопасности продовольственной системы является универсальной, т.е. применимой не только на макроуровне, но и на других уровнях обеспечения экономической безопасности. Особую актуальность это имеет в условиях сохраняющейся асимметричности регионального развития и существенной дифференциации в уровне развития региональных агросистем.

Список источников

- Абалкин Л.И. Экономическая безопасность: угрозы и их отражение // Вопросы экономики. 1994. № 12. С. 4-13.
- Акбердина В.В., Гребенкин А.В., Смирнова О.П. Комплексный инструментальный оценки экономической безопасности отраслей экономики: региональный аспект // Экономика региона. 2017. Т. 13. № 4. С. 1264-1279.
- Виссарионов А.Б. Гумеров Р.Р. Об использовании предельных (пороговых) значений индикаторов экономической безопасности Российской Федерации // Управленческие науки. 2017. Т. 7. № 3. С. 12-20.
- Глазьев С.Ю. Основа обеспечения экономической безопасности страны — альтернативный реформаторский курс // Российский экономический журнал. 1997. № 1. С. 3-19.
- Илларионов А.И. Критерии экономической безопасности // Вопросы экономики. 1998. № 10. С. 35-58.
- Караева И.В. Национальная экономика: безопасность в теоретических исследованиях института экономики РАН // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2020. № 2. С. 27-42.
- Касперович С.А., Дербинская Е.А. Экономическая безопасность предприятия: сущность, цели и направления обеспечения // Труды БГТУ. № 7. Экономика и управление. 2016. № 7(189). С. 278-282.
- Колесниченко Е.А., Османов Ж.Д. Экономическая безопасность ключевых секторов Российской экономики: структурный подход к исследованию // Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5. № 2(18). С. 187-202.
- Кораблева А.А., Карпов В.В. Индикаторы экономической безопасности региона // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2017. № 3(23). С. 36-42.
- Кузнецов Д.А., Руденко М.Н. Система индикаторов оценки экономической безопасности страны // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. № 23(308). С. 59-68.



11. Кулагина Н.А. Совершенствование государственной агропродовольственной политики как инструмент обеспечения экономической безопасности АПК // Агропродовольственная политика России. 2014. № 10(34). С. 4-7.
12. Мажайский Ю.А., Минат В.Н. Методические аспекты диагностики эколого — экономической безопасности агропромышленного производства // Вестник сельского развития и социальной политики. 2017. № 2(14). С. 42-50.
13. Минат В.Н. Экономическая безопасность АПК и система продовольственной безопасности как основа повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции / В.Н. Минат // Повышение экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции на основе совершенствования экономического механизма хозяйствования: монография. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. С. 27-51.
14. Наумов Ю.Г. Латов Ю.В. Экономическая безопасность и теневая экономика: учебник. Москва: Академия управления Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2016. 246 с.
15. Подсевакина Е.А., Путивская Т.Б. Обеспечение экономической безопасности региональных агросистем // Региональные агросистемы: экономика и социология. 2018. № 5. С. 12.
16. Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства. Повышение жизнестойкости агропродовольственных систем в условиях потрясений и стрессов. Рим, ФАО. 2021. <https://doi.org/10.4060/cb4476ru>
17. Сенчагов В.К. Методология обеспечения экономической безопасности // Экономика региона. 2008. № 3. с. 28-39.
18. Серебрякова Н.А. Формирование системы обеспечения экономической безопасности предприятия // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 4(70). С. 460-465.
19. Трошин Д.В. Экономическая безопасность России: количественный макроанализ. — Москва: Научные технологии, 2018. 195 с.
20. Ускова Т.В. Угрозы экономической безопасности региона и пути их преодоления Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2011. № 2(14). С. 37-50.
21. Фомин А.М. Экономическая безопасность государства // Международные процессы. 2010. Т. 8. № 3(24). С. 118-133.
22. Akberdina V.V., Grebyonkin A.V., Smirnova O.P. (2017). *Kompleksnyi instrumentarii otsenki ehkonomicheskoi bezopasnosti otraslei ekonomiki: regional'nyi aspekt* [Comprehensive assessment of industries economic security: regional aspect]. *Economy of region*, vol. 7, no. 4, pp. 1264-1279.
23. Vissarionov A.B. Gumerov R.R. (2017). *Ob ispol'zovanii predel'nykh (porogovykh) znachenii indikatorov ehkonomicheskoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii* [Concerning the use of indicators' marginal (threshold) values of the Russian federation economic security]. *Upravlencheskie nauki*, v. 7, no. 3, pp. 12-20.
24. Glaz'ev S.YU. (1997). *Osnova obespecheniya ehkonomicheskoi bezopasnosti strany — al'ternativnyi reformatorskii kurs* [The basis for ensuring the economic security of the country is an alternative reform course]. *Russian Economic Journal*, no. 1, pp. 3-19.
25. Illarionov A.I. (1998). *Kriterii ehkonomicheskoi bezopasnosti* [Criteria of economic security]. *Voprosy ekonomiki*, no. 10, pp. 35-58.
26. Karavaeva I.V. (2020). *Natsional'naya ehkonomicheskaya bezopasnost' v teoreticheskikh issledovaniyakh instituta ekonomiki RAN* [National economic security in theoretical studies of the institute of economics of the Russian academy of sciences (the RAS)]. *Vestnik Instituta ekonomiki Rossiiskoi akademii nauk*, no. 2, pp. 27-42.
27. Kasperovich S.A., Derbinskaya E.A. (2016). *Ehkonomicheskaya bezopasnost' predpriyatiya: sushchnost', tseli i napravleniya obespecheniya* [Economic security of the enterprise: the essence, goals and directions of ensuring]. *Trudy BGU*. № 7. *Ehkonomika i upravlenie*, no. 7(189), pp. 278-282.
28. Kolesnichenko E.A., Osmanov Zh.D. (2015). *Ehkonomicheskaya bezopasnost' klyuchevykh sektorov Rossiiskoi ekonomiki: strukturnyi podkhod k issledovaniyu* [Safety key economic sectors of the Russian economy: structural approach to research]. *Lesotekhnicheskii zhurnal*, v. 5, no. 2(18), pp. 187-202.
29. Korabeleva A.A., Karpov V.V. (2017). *Indikatory ehkonomicheskoi bezopasnosti regiona* [Indicators of economic security of the region]. *Vestnik sibirskogo instituta biznesa i informatsionnykh tekhnologii*, no. 3(23), pp. 36-42.
30. Kuznetsov D.A., Rudenko M.N. (2015). *Sistema indikatorov otsenki ehkonomicheskoi bezopasnosti strany* [The system of indicators for evaluating the national economic security]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, v. 11, no. 23(308), pp. 59-68.
31. Kulagina N.A. (2014). *Sovershenstvovanie gosudarstvennoi agroprodovol'stvennoi politiki kak instrument obespecheniya ehkonomicheskoi bezopasnosti APK* [Improvement of the state agri-food policy as a tool for ensuring the economic security of the agro-industrial complex]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*, no. 10(34), pp. 4-7.
32. Mazhaiskii YU. A., Minat V.N. (2017). *Metodicheskie aspekty diagnostiki ehkologo — ehkonomicheskoi bezopasnosti agroprodovol'stvennogo proizvodstva* [Methodological aspects of diagnostics of ecological and economic security of agro-industrial production]. *Vestnik sel'skogo razvitiya i sotsial'noi politiki*, no. 2(14), pp. 42-50.
33. Minat V.N. (2017). *Ehkonomicheskaya bezopasnost' APK i sistema prodovol'stvennoi bezopasnosti kak osnova povysheniya ehffektivnosti proizvodstva sel'skokhozyaistvennoi produktsii* [The economic security of the agro-industrial complex and the food security system as the basis for improving the efficiency of agricultural production]. In: *Povyshenie ehkonomicheskoi ehffektivnosti proizvodstva sel'skokhozyaistvennoi produktsii na osnove sovershenstvovaniya ehkonomicheskogo mekhanizma khozyaistvovaniya* [Improving the economic efficiency of agricultural production on the basis of improving the economic mechanism of management]. Ryzan': Ryzanskii gosudarstvennyi agrotekhnologicheskii universitet im. P.A. Kostycheva, pp. 27-51.
34. Naumov YU.G. Latov YU.V. (2016). *Ehkonomicheskaya bezopasnost' i tenevaya ehkonomika* [Economic security and the shadow economy]. Moscow: *Akademiiya upravleniya Ministerstva vnutrennikh del Rossiiskoi Federatsii*.
35. Podsevatkina E.A., Putivskaya T.B. (2018). *Obespechenie ehkonomicheskoi bezopasnosti regional'nykh agrosistem* [Ensuring the economic security of the regional agrosystem]. *Regional'nye agrosistemy: ehkonomika i sotsiologiya*, no. 5, p. 12.
36. FAO. 2021. *The State of Food and Agriculture 2021. Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses*. Rome, FAO.
37. Senchagov V.K. (2008). *Metodologiya obespecheniya ehkonomicheskoi bezopasnosti* [Methodology of maintenance of the economic security]. *Economy of region*, no. 3, pp. 28-39.
38. Serebryakova N.A. (2016). *Formirovanie sistemy obespecheniya ehkonomicheskoi bezopasnosti predpriyatiya* [Formation of maintenance economic safety enterprise system]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*, no. 4(70), pp. 460-465.
39. Troshin D.V. (2018). *Ehkonomicheskaya bezopasnost' Rossii: kolichestvennyi makroanaliz* [Economic security of Russia: quantitative microanalysis]. Moscow: *Nauchnye tekhnologii*.
40. Uskova T.V. (2011). *Ugrozy ehkonomicheskoi bezopasnosti regiona i puti ikh preodoleniya* [Threats to the region's economic security and the ways to overcome them]. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, no. 2(14), pp. 37-50.
41. Fomin A.M. (2010). *Ehkonomicheskaya bezopasnost' gosudarstva* [Economic Security of the state]. *International Trends*, vol. 8, no. 3(24), pp. 118-133.

References

1. Abalkin L.I. (1994). *Ehkonomicheskaya bezopasnost': ugrozy i ikh otrazhenie* [Economic security: threats and their reflection]. *Voprosy ekonomiki*, no. 12, pp. 4-13.

Информация об авторах:

Барышникова Наталья Анатольевна, доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики, Саратовская государственная юридическая академия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6645-8212>, nvas_2000@mail.ru
Киреева Наталья Аркадьевна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики, Саратовская государственная юридическая академия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9410-5190>, natalkireeva1@yandex.ru
Прущак Олеся Владимировна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и маркетинга, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-2650>, o.prushak@yandex.ru

Information about the authors:

Natalia A. Baryshnikova, doctor of economic sciences, associate professor, head of the department of economics, Saratov State Law Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6645-8212>, nvas_2000@mail.ru
Natalia A. Kireeva, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of economics, Saratov State Law Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9410-5190>, natalkireeva1@yandex.ru
Olesya V. Prushak, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of economics and marketing, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-2650>, o.prushak@yandex.ru





ПОДХОДЫ К ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ НАЛОГОВОЙ СТАВКИ ЕСХН ДЛЯ КФХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Т.А. Бородина, Л.А. Овсянко, К.В. Чепелева

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются особенности природно-климатических и территориальных условий, оказывающих влияние на ведение хозяйственной деятельности крестьянскими (фермерскими) хозяйствами (КФХ) Красноярского края. Цель исследования — разработка дифференцированной налоговой ставки по ЕСХН для КФХ, функционирующих в разных условиях хозяйствования в силу природно-климатической, инфраструктурной и территориальной неоднородности региона. Рассмотрены особенности макрорайонов края с наиболее развитой деятельностью КФХ. Наилучшей теплообеспеченностью обладают Южный, Восточный и часть Центрального макрорайона. Наибольшая плотность населения отмечается в Центральном и Восточном макрорайонах, что коррелирует с их транспортной доступностью, развитость которой, в совокупности с природно-климатическими факторами, во многом влияет на степень освоения природно-ресурсного потенциала территорий, уровень дополнительных затрат и доходность КФХ. При этом благоприятные природно-климатические факторы наблюдаются в совокупности с большей территориальной удаленностью от сложившихся центров производства и потребления, что также оказывает влияние на хозяйственные результаты КФХ. Хозяйства Южного и Центрального макрорайонов имеют наименьшие расходы на производство 1 т продукции, а также наименьшие расходы на приобретение материальных ресурсов в расчете на 1 КФХ — 3035,6 тыс. руб. и 4374,5 тыс. руб. соответственно. Кроме того, для данных макрорайонов характерен наименьший уровень налоговой нагрузки в среднем на хозяйство — соответственно 0,379 тыс. руб. и 0,388 тыс. руб. В крае выделено три группы районов по уровню баллов влияния территориальных условий на хозяйственную деятельность КФХ. На основе предложенных авторами поправочных коэффициентов проведен расчет дифференцированной налоговой ставки по ЕСХН. Для КФХ первой группы рекомендуется налоговая ставка 6%, для КФХ второй и третьей группы районов налоговую ставку рекомендуется снизить до 4% и 3% соответственно.

Ключевые слова: налогообложение, единый сельскохозяйственный налог, налоговая ставка, сельское хозяйство, крестьянские (фермерские) хозяйства, природно-климатические условия, условия хозяйствования

Благодарности: проект «Эффективность применения различных видов систем налогообложения сельскохозяйственными организациями Красноярского края» проведен при поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности».

Original article

APPROACHES TO DIFFERENTIATION OF THE TAX RATE OF THE UAT FOR KFH OF THE KRASNOYARSK TERRITORY

T.A. Borodina, L.A. Ovsyanko, K.V. Chepeleva

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. The article discusses the features of natural, climatic and territorial conditions that affect the conduct of economic activities by peasant (farmer) households (PFH) of the Krasnoyarsk Territory. The purpose of the study is to develop a differentiated tax rate for the Unified Agricultural Tax for peasant farms operating in different business conditions due to the climatic, infrastructural and territorial heterogeneity of the region. The features of macrodistricts of the region with the most developed activity of peasant farms are considered. The Southern, Eastern and part of the Central macrodistrict have the best heat supply. The highest population density is noted in the Central and Eastern macroregions, which correlates with their transport accessibility, the development of which, in conjunction with natural and climatic factors, largely affects the degree of development of the natural resource potential of the territories, the level of additional costs and the profitability of peasant farms. At the same time, favorable natural and climatic factors are observed in combination with greater territorial remoteness from the established centers of production and consumption, which also affects the economic results of the peasant farm. The farms of the Southern and Central macrodistricts have the lowest costs for the production of 1 ton of products, as well as the lowest costs for the acquisition of material resources per 1 peasant farm — 3035.6 thousand rubles and 4374.5 thousand rubles respectively. In addition, these macro-districts are characterized by the lowest level of tax burden on average for the economy — 0.379 thousand rubles, respectively and 0.388 thousand rubles. In the region, three groups of districts are distinguished according to the level of points of influence of territorial conditions on the economic activity of peasant farms. On the basis of the correction factors proposed by the authors, a differentiated tax rate for the UAT was calculated. For peasant farms of the first group, a tax rate of 6% is recommended; for peasant farms of the second and third groups of districts, the tax rate is recommended to be reduced to 4% and 3%, respectively.

Keywords: taxation, unified agricultural tax, tax rate, agriculture, peasant (farm) enterprises, natural and climatic conditions, business conditions

Acknowledgments: the project «The effectiveness of the application of various types of taxation systems by agricultural organizations of the Krasnoyarsk Territory» was carried out with the support of the Krasnoyarsk Regional Fund for Support of Scientific and Scientific and Technical Activities.

Введение. Сельское хозяйство является отраслью, которая связана с биологическими акти-
вами, поэтому на результаты ее хозяйствен-
ной деятельности непосредственное влияние
оказывают температура воздуха и количество
осадков, плодородие почв и продолжительность
вегетационного периода, т.е. природно-клима-
тические факторы и сложившиеся территори-
альные условия хозяйствования [5]. О влиянии
географической среды на человека через про-
изводственные отношения, возникающие на ос-
нове имеющихся производительных сил, одним
из условий развития которых являются свойства
этой среды, писал Карл Маркс [7], поскольку при-

родная среда служит естественным базисом для
хозяйственной деятельности человека.

Дифференциация территорий России по аг-
роклиматическому потенциалу во многом опре-
деляет, насколько условия региона благоприят-
ны для сельского хозяйства [4]. Экстремальные
естественно-биологические условия осложняют
ведение сельского хозяйства, определяет разме-
щение производства, структуру сельских угодий
и пр. [9]. Богатые и в большей степени доступные
для освоения при ведении хозяйственной дея-
тельности экономического субъекта природные
ресурсы и благоприятные природные условия
позволяют получить более высокий результат

при равных затратах на производство в сравне-
нии с экономическими субъектами, находящими-
ся в менее благоприятных природно-климати-
ческих и территориально обусловленных условиях
хозяйствования. Качественная и территориаль-
ная неоднородность, а также ограниченность
лучших участков и объемов природных ресурсов
приводит к возникновению дифференциальной
рен-ты или добавочного дохода, что оказывает
влияние на финансовые результаты сельхозтова-
ропроизводителей, которые при равных расхо-
дах получают разный доход.

Оценка природно-ресурсного потенциала,
как регионов, так и сельхозтоваропроизводи-



телей, позволит сопоставить их ресурсообеспеченность и должна учитываться при прогнозировании их экономического развития, а также для улучшения системы государственной поддержки и экономического стимулирования, в том числе с помощью инструментов налогообложения.

Действующие в РФ системы налогообложения [8], в том числе ЕСХН, при исчислении суммы налога в качестве базы налогообложения, как правило, рассматривают доходы организации, уменьшенные на сумму признанных расходов. При этом НК РФ дает возможность дифференцировать размер применяемых налоговых ставок, законами субъектов Российской Федерации налоговая ставка по ЕСХН может быть уменьшена до 0% [6]. По мнению авторов исследования размер налоговой ставки должен быть увязан с природно-климатическими факторами и территориальными условиями хозяйствования, непосредственно влияющими на затраты и расходы сельхозтоваропроизводителей региона, а также их доходы.

Цель и объект исследования. Цель исследования — разработать подход к дифференциации налоговой ставки ЕСХН с учетом особенностей условий хозяйствования и природно-климатических факторов, влияющих на производство сельскохозяйственной продукции крестьянскими (фермерскими) хозяйствами Красноярского края.

Методы или методология проведения исследования. Для достижения поставленной цели в ходе исследования применялись абстрактно-логический, монографический, расчетно-конструктивный и статистический методы. Исходными материалами послужили: бухгалтерская (финансовая) отчетность крестьянских (фермерских) хозяйств Красноярского края за 2021 год, данные Федеральной государственной службы статистики по Красноярскому краю, научные труды, нормативно-правовые документы.

Результаты и обсуждение. Красноярский край расположен в Центральной Сибири, которая, как отмечает Першукевич П.М. [10], отличается значительной дифференциацией территории по агресурсному потенциалу, наличием обширных территорий со сложными условиями для развития сельскохозяйственного производства.

Территория исследуемого региона имеет большую протяженность в меридиональном направлении, ей присуще разнообразие рельефных форм и наличие нескольких климатических поясов с выраженными внутренними климатическими областями [1, 2, 3], что в совокупности оказывает значительное влияние на размещение сельскохозяйственного производства и эффективность его результатов. В соответствии с федеральным законом «О развитии сельского хозяйства» от 29.12.2006г. № 264-ФЗ Красноярский край относится к неблагоприятной для производства сельскохозяйственной продукции территории, на которой вследствие природно-климатических условий, состояния почвы, а также социально-экономических факторов уровень доходов сельскохозяйственных товаропроизводителей ниже, чем в среднем по сельскому хозяйству, но производство сельскохозяйственной продукции должно осуществляться для обеспечения занятости сельского населения, повышения уровня его доходов, сохранения местных традиций [12].

Аграрная политика Красноярского края ориентирована на сохранение ведущих позиций по инвестициям в сельское хозяйство [9], так как оно выступает базой для продовольственно-го обеспечения населения сельскохозяйствен-

ной продукцией собственного производства на территории всех муниципальных районов края, формируя систему расселения. Муниципальные образования края объединены в макрорайоны Центральный, Западный, Восточный, Южный, Приангарский и Северный исходя из географической дислокации и специализации экономики, единства инфраструктурной сети, общности проблем и перспектив социально-экономического развития [11].

Важную роль в производстве сельскохозяйственной продукции в крае занимают крестьянские (фермерские) хозяйства. Наибольшее развитие деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств в крае приходится на Центральный, Западный, Восточный и Южный макрорайоны, при этом более 73% из них применяют специальный режим налогообложения ЕСХН [13]. Макрорайоны между собой имеют существенные различия по природно-климатическим условиям, площади, численности населения и системе расселения, транспортной доступности и территориальной удаленности, потенциалу и уровню экономического развития, социальной инфраструктуры [3, с.48-62], что непосредственно отражается на хозяйственной деятельности КФХ (табл. 1).

Таким образом, по макрорайонам края наблюдается значительная разница в условия хозяйствования сельхозпроизводителей по природным, климатическим факторам и их территориальному расположению. При этом благоприятные природно-климатические факторы могут наблюдаться в совокупности с большей территориальной удаленностью от сложившихся центров производства и потребления, что также оказывает влияние на хозяйственные результаты.

В ходе исследования был проведен корреляционно-регрессионный анализ влияния природно-климатических, территориальных и хозяйственных условий макрорайонов края на расходы и доходы крестьянских (фермерских) хозяйств в расчете на 1 т общего объема произведенной продукции за 2021 год. В качестве факторных признаков, характеризующих специфику территорий, ресурсообеспеченности и климата

районов, в моделях использовались коэффициент Энгеля, сумма положительных температур выше 10°C, гидротермический коэффициент, удаленность от центра муниципального района до Красноярска, содержание гумуса, численность населения, коэффициент Василевского. Расчеты проводились по данным Красноярского краевого комитета государственной статистики и Министерства сельского хозяйства и торговли Красноярского края за 2021 г. по совокупности 34 муниципальных районов с использованием программы Regre, версия 2.81.

Коэффициенты множественной корреляции указанных регрессионных связей составили 0,61 и 0,62 соответственно, что свидетельствует о значительной связи между расходами и доходами крестьянских (фермерских) хозяйств и совокупностью включенных факторных признаков. Их вариация на 36,68% объясняет вариацию расходов КФХ и на 38,96% вариацию доходов КФХ.

При подстановке в модель в качестве результативного признака налоговой нагрузки на 1 КФХ, применяющего ЕСХН, влияние приведенных факторных признаков составляет 85,97%. Это позволяет сделать вывод о необходимости учета влияния природно-климатических факторов и иных территориальных условий хозяйствования на размер налоговой нагрузки КФХ и требует разработки подходов к дифференциации налоговой ставки по ЕСХН с учетом природно-климатических факторов и территориальной расположенности муниципальных районов Красноярского края.

Каждый из использованных в моделях семи факторов характеризует условия хозяйствования КФХ и оказывает существенное влияние на ведение ими сельскохозяйственной деятельности. Для выявления степени влияния данных факторов и различий между муниципальными районами края и расположенными на их территории КФХ проведена их оценка по совокупности 34 районов. Для каждого показателя определялось максимальное значение, которое приравнивалось к 100%, и находилось соотношение к нему для всех остальных районов.

Таблица 1. Характеристика условий хозяйствования крестьянских (фермерских) хозяйств по макрорайонам Красноярского края (средние)
Table 1. Characteristics of the economic conditions of peasant (farm) households by macro-districts of the Krasnoyarsk Territory (average)

Макрорайон	Восточный	Западный	Центральный	Южный
Природная зона	Подтайга Лесостепь	Подтайга Лесостепь Степь	Лесостепь	Лесостепь Степь
Продолжительность периода (дн)				
безморозного	85–105	85–110	85–105	95–120
с температурой воздуха выше 10°C	90–110	100–105	100–105	100–115
Сумма положительных температур выше 10°C	1500–1800	1450–1650	1400–1800	1650–1975
Сумма осадков за период с температурой выше 10°C (мм)	175–200	180–210	450	200–250
Гидротермический коэффициент	1,16	1,23	1,27	1,2
Коэффициент Энгеля	1,044	0,864	1,316	0,768
Коэффициент Василевского	0,395	0,299	0,416	0,281
Содержание гумуса, %	5,8	6,9	6,2	6,1
Численность населения, тыс. чел.	18,02	14,05	31,13	22,26
Удаленность от центра муниципального района до Красноярска (в среднем), км	215	218,45	50,8	500,57
Количество КФХ всего, ед.	237	193	136	154
Количество КФХ на ЕСХН, ед.	172	138	102	119
Налоговая нагрузка — всего на 1 КФХ, тыс. руб.	0,574	0,505	0,388	0,379
Расходы на 1 т ВП, тыс. руб.	10,0	8,1	9,1	6,9
Расходы на приобретение материальных ресурсов в расчете на 1 КФХ, тыс. руб.	6766,6	4776,9	4374,5	3035,6

* Составлено по данным бухгалтерской отчетности КФХ Красноярского края и [1, 2, 3]



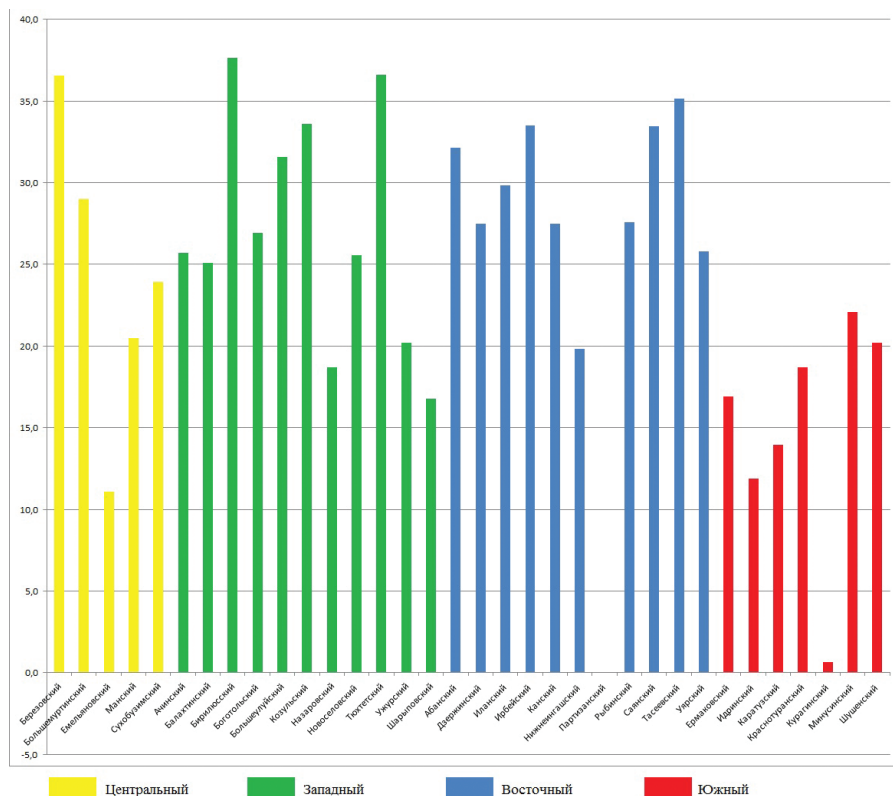


Рисунок 1. Баллы влияния территориальных условий на хозяйственную деятельность КФХ по муниципальным районам Красноярского края, %
Figure 1. Points of the influence of territorial conditions on the economic activity of peasant farms in the municipal districts of the Krasnoyarsk Territory, %

Полученные таким образом для отдельного района значения семи рассмотренных показателей суммировались, максимальное значение получал район с более благоприятными условиями. Значение его показателя в последующих расчетах приравнивается к 100% и находится соотношением для остальных районов. Балл влияния территориальных условий на хозяйственную деятельность КФХ для каждого района определяется вычитанием полученных показателей из 100. На рисунке 1 представлено сравнение полученных результатов.

Таким образом, баллы влияния территориальных условий, оказывающих непосредственное влияние на хозяйственную деятельность КФХ, существенно разнятся как по макрорайонам Красноярского края, так и внутри них в отдельно взятых муниципальных образованиях. Наиболее низкие значения баллов влияния территориальных условий на хозяйственную деятельность КФХ отмечаются в Южном макрорайоне края (Курагинский, Идринский, Караульский

район), а также в Емельяновском районе Центрального макрорайона. Наиболее высокие значения характерны для КФХ Бирилюского, Тюхтетского, Козульского (Западный макрорайон) и Тасеевского, Саянского, Ирбейского, Абанского (Восточный макрорайон) в связи с большей удаленностью от потребителей, слабо развитой дорожной инфраструктурой и более худшими природно-климатическими условиями хозяйствования.

Группировка муниципальных районов с применением формулы Г.А. Стерджесса позволила выделить в Красноярском крае три группы районов уровню баллов влияния территориальных условий на хозяйственную деятельность КФХ (табл. 2).

В Красноярском крае было выделено три группы по уровню баллов влияния территориальных условий на хозяйственную деятельность КФХ. В первую группу — от нуля до 11,845 баллов вошло 3 района, во вторую — от 11,846 до 23,69 баллов — 11 районов и в третью — от 23,691 до 38,497 баллов — 20 районов.

Выводы. В целях дифференциации налоговой ставки по ЕСХН и обоснования ее размера для КФХ, расположенных в разных муниципальных и макрорайонах края, необходимо учитывать влияние как внешних природно-климатических факторов и территориальных условий, так и внутренних факторов, непосредственно связанных с усилиями коллектива экономического субъекта. В данном случае считаем целесообразным для дальнейших расчетов провести сравнение КФХ по объему произведенной на территории продукции на 1 га земельной площади и уровню расходов на 1 т общего веса произведенной на территории продукции, что позволит нивелировать влияние только внешних факторов и условий.

Для определения дифференцированной налоговой ставки по ЕСХН авторами исследования предложен расчет поправочных коэффициентов:

- коэффициент территориальных условий (K_t) — по сумме баллов влияния территориальных условий хозяйствования КФХ, балл;
- коэффициент расходов (K_p) — по сумме расходов 1 т общего веса произведенной на территории продукции, тыс. руб.;
- коэффициент объема продукции (K_n) — по объему произведенной на территории продукции на 1 га земельной площади, т.

Значения поправочных коэффициентов определяются соотношением рассматриваемых показателей по выделенным группам к их среднему значению. Общий коэффициент ($K_{общ}$) дифференциации налоговой ставки для крестьянских (фермерских) хозяйств определяется как среднее от суммы поправочных коэффициентов, его минимальное значение приравнивается к 100% и находится соотношение для остальных двух групп.

Далее для КФХ выделенных групп по уровню баллов влияния территориальных условий были определены показатели объема произведенной на территории продукции на 1 га земельной площади и расходы на 1 т общего веса произведенной на территории продукции, что позволило определить поправочные коэффициенты для дифференциации налоговой ставки по ЕСХН (табл. 3).

Для поправочного коэффициента территориальных условий (K_t) для каждой группы средний балл, рассчитанный на основании данных районов, входящих в группы, составил в первой группе 3,8993 балла, во второй — 18,1556 балла, в третьей — 30,2315 балла. Средний балл по краю составил 17,4288 балла, при расчете коэффициента он берется за 1. Наибольшее значение коэффициента территориальных условий характерно для КФХ, относящихся к муниципальным районам третьей группы с менее благоприятными условиями хозяйствования — 1,7346, к данной группе относятся 343 КФХ из 20 муниципальных районов. Аналогичная ситуация складывается и с коэффициентом расходов (K_p), максимальное значение также наблюдается для КФХ третьей группы, минимальное — для КФХ первой группы с наиболее благоприятными условиями хозяйствования. При расчете коэффициента объема продукции (K_n) максимальное значение отмечено для КФХ второй группы. Применение поправочных коэффициентов расходов и объема продукции позволяет скорректировать влияние при определении размера налоговой ставки по ЕСХН только условий территориального расположения КФХ и учесть непосредственно размеры их производственной деятельности.

Наименьшее значение общего коэффициента ($K_{общ}$) в размере 0,64 получено в первой группе, оно берется равным 100% и для относящихся к ней КФХ рекомендуется налоговую ставку по ЕСХН оставить на уровне 6%. Для КФХ второй и третьей группы районов общий коэффициент составил 1,04 и 1,32 соответственно, что на 63,71% и 106,67% больше его минимального значения и позволяет налоговую ставку по ЕСХН для КФХ второй группы снизить до 4%, а для КФХ третьей группы — до 3%.

Применение поправочных коэффициентов позволит для хозяйств второй и третьей групп с менее благоприятными внешними условиями хозяйствования и наибольшими уровнями расходов и выхода валовой продукции снизить налоговую нагрузку. Такой подход

Таблица 2. Укрупненная группировка муниципальных районов по уровню баллов влияния территориальных условий на хозяйственную деятельность КФХ
Table 2. Enlarged grouping of municipal districts according to the level of points of influence of territorial conditions on the economic activity of peasant farms

Группа	Интервал по уровню баллов		Число районов в группе
1	0	11,845	3
2	11,846	23,690	11
3	23,691	38,497	20
Итого	x	x	34



Таблица 3. Расчет дифференцированной налоговой ставки по ЕСХН для КФХ Красноярского края с учетом природно-климатических факторов и территориальных условий хозяйствования, уровня объема произведенной продукции и расходов на ее производство
Table 3. Calculation of the differentiated tax rate for the Unified Agricultural Tax for the peasant farms of the Krasnoyarsk Territory, taking into account natural and climatic factors and territorial conditions of management, the level of volume of production and the cost of its production

Группы	1	2	3	По краю
Число районов	3	11	20	34
Число КФХ, применяющих ЕСХН	26	162	343	531
Средний балл влияния территориальных условий хозяйствования по группе	3,8993	18,1556	30,2315	17,4288
Соотношение баллов к среднекраевому показателю, %	22,3725	104,1704	173,4571	100
Коэффициенты территориальных условий (Кт)	0,2237	1,0417	1,7346	1
Расходы 1 т общего веса произведенной на территории продукции, тыс. руб.	6,6798	6,9686	9,8278	7,8254
Соотношение расходов на 1 т ВП к среднекраевому показателю, %	85,4	89,1	125,6	100
Коэффициенты расходов (Кр)	0,8536	0,8905	1,2559	1
Объем произведенной на территории продукции на 1 га земельной площади, т.	1,2334	1,7705	1,4220	1,4753
Соотношение веса произведенной на территории продукции на 1 га зем. пл. к среднекраевому показателю, %	83,6	120,0	96,4	100
Коэффициенты объема продукции (Кп)	0,84	1,20	0,96	1
Коэффициенты общий (Кобщ)	0,64	1,04	1,32	x
Весовое соотношение Кобщ к минимальному значению, %	100,00	163,71	206,67	x
Дифференциация ставки ЕСХН, %	6,00	3,67	2,90	x
Рекомендуемая ставка ЕСХН, %	6,00	4,00	3,00	x

к дифференциации налоговой ставки позволит простимулировать деятельность КФХ, поскольку к ним относится большинство фермерских хозяйств региона, обеспечивающих развитие соответствующих сельских территорий и занятость сельского населения.

Список источников

1. Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской автономной области / отв. ред. Н.П. Бахтин. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1961. 287 с.
2. Бендерский Ю.Г., Варфоломеев И.В., Лопатин А.П. Проблемы экономической оценки природно-ресурсного потенциала Красноярского края. Красноярск: «Кларетианум», 2001. 66 с.
3. Бородин Т.А. Природно-климатические аспекты управления производственными издержками в молочном скотоводстве (на материалах Красноярского края). Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2015. 187 с.
4. Воитлева З.А. Агроклиматический потенциал региона: целесообразность и возможности развития сельскохозяйственного производства // Экономика и управление: проблемы, решения. 2018. Т. 1. № 12. С. 51-57. EDN VNXWWI.
5. Дец И.А. Агропромышленный комплекс Сибири как ресурс территориального развития // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2019. № 3.

6. Зырянова Т.В., Загурская А.О. Факторная оценка эффективности применения налоговой ставки по ЕСХН регионами // Учет и контроль. 2019. № 4(42). С. 37-48. EDN ICYAGE.
7. Маркс К., Энгельс Ф. Капитал: сочинения. Т. 23, М.: Политиздат, 1961.
8. Налоговый кодекс Российской Федерации часть 2 (НК РФ ч.2) / Консультант-Плюс. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
9. Оборин М.С. Перспективы развития сельскохозяйственных услуг Сибирского федерального округа // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2019. № 1 (17).
10. Першукевич П.М., Тю Л.В. Стратегия развития АПК Сибири до 2035 года: социально-экономические аспекты // АПК: Экономика, управление. 2018. № 12. С. 4-12. doi: 10.33305/1812-4
11. Стратегия социально-экономического развития Красноярского края до 2030 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.krskstate.ru/2030/plan>
12. Федеральный закон от 29.12.2006 № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
13. Peculiarities and Prospects of the Application of the Unified Agricultural Tax / L.A. Ovsyanko, N.I. Pyzhikova, K.V. Chepeleva [et al.] // Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes. 2022. P. 371-380. doi: 10.1007/978-981-16-8731-0_36. EDN YGXRCW.

Информация об авторах:

- Бородин Татьяна Анатольевна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета и статистики, заместитель директора по воспитательной работе, Красноярский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8661-3195>, rigit25@mail.ru
- Овсянко Лидия Александровна**, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры бухгалтерского учета и статистики, Красноярский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4724-5964>, Lidiya-ovs@mail.ru
- Чепелева Кристина Викторовна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры логистики и маркетинга в АПК, Красноярский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7520-3334>, kristychepeleva@mail.ru

Information about the authors:

- Tatyana A. Borodina**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of accounting and statistics, deputy director for educational work, Krasnoyarsk State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8661-3195>, rigit25@mail.ru
- Lidia A. Ovsyanko**, doctor of economics, associate professor, professor of the department of accounting and statistics, Krasnoyarsk State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4724-5964>, Lidiya-ovs@mail.ru
- Kristina V. Chepeleva**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of logistics and marketing in the Agroindustrial Complex, Krasnoyarsk State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7520-3334>, kristychepeleva@mail.ru





ФОРМИРОВАНИЕ БИЗНЕС-МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ С УЧЁТОМ ПРИНЦИПОВ ОТВЕТСТВЕННОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

Е.А. Жуковская

Новосибирский государственный аграрный университет,
Новосибирск, Россия

Аннотация. Статья затрагивает важные аспекты связанные с развитием стратегии устойчивого развития в производстве и реализации органической продукции. Производство органической продукции тесно связано с концепцией ответственного потребления, которая на сегодняшний день начинает приобретать все большую актуальность, в связи с ухудшением экологической обстановки. Автором проводится анализ существующих в мире маркетинговых стратегий продвижения ответственного потребления, а также их сравнительная характеристика и возможность применения при производстве и реализации органической продукции. С целью определения механизмов и способов реализации стратегии устойчивого развития автором дается характеристика ESG-критериев. На основе комплексного анализа и проведенных ранее исследований формируется бизнес-модель производства и реализации органической продукции, направленной на ответственных (устойчивых) потребителей.

Ключевые слова: ответственное потребление, устойчивое развитие, маркетинговая концепция, органическая продукция, бизнес-модели

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ НШ-1129.2022.2

Original article

FORMATION OF A BUSINESS MODEL FOR PRODUCTION AND SALE OF ORGANIC PRODUCTS TAKING INTO ACCOUNT THE PRINCIPLES OF RESPONSIBLE CONSUMPTION

E.A. Zhukovskaya

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article touches on important aspects related to the development of a sustainable development strategy in the production and sale of organic products. The production of organic products is closely related to the concept of responsible consumption, which is becoming increasingly relevant today, due to the deterioration of the environmental situation. The author analyzes the marketing strategies existing in the world to promote responsible consumption, as well as their comparative characteristics and the possibility of application in the production and sale of organic products. In order to determine the mechanisms and ways of implementing the sustainable development strategy, the author characterizes the ESG criteria. Based on a comprehensive analysis and previously conducted research, a business model for the production and sale of organic products aimed at responsible (sustainable) consumers is being formed.

Keywords: responsible consumption, sustainable development, marketing concept, organic products, business models

Acknowledgments: The work was carried out with the financial support of the grant of the President of the Russian Federation for state support of leading scientific schools NSh-1129.2022.2

Введение. Развитие технологий зачастую приводит к тому, что в мире нарушается экологическая обстановка. Это связано с тем, что не всегда достижения науки и техники идут на пользу людям. Скорее, чем быстрее развиваются технологии, тем чаще люди начинают задумываться о том, как это влияет на человеческий организм, животный и растительный мир, на природу в целом.

На фоне возникающих вопросов в 60-х годах двадцатого столетия в мире начинается формироваться концепция ответственного потребления, а в 1973 году Дж.Фиском было сформулировано первое понятие ответственного потребления, как рационального и эффективного использования ресурсов в интересах мирового населения. Данная концепция начала формироваться как критичный ответ на маркетинговую концепцию 70-х (Feldman, 1971; Kotler, 1972; Lavidge, 1970), которая высказывала идею о том, что индивидуальное потре-

бление не имеет влияния на общество в целом. Дж. Фиск же утверждал, что как только происходит увеличение потребления, так над человечеством нависает угроза выживания и призывал правительство и бизнес-сообщество обращать внимание не только на экономические затраты и доходы, но и на экологические потери, которые может понести общество от принятия решений о потреблении. Также он говорил о том, что людям необходимо бережнее относиться к истощаемым ресурсам и по возможности стараться заменять привычные продукты теми, которые в меньшей степени оказывают негативное влияние на окружающую среду.

Фредерик и Вебстер в своем исследовании 1975 года, опубликованном в Journal of Consumer Research определили социально сознательного потребителя как потребителя, который принимает во внимание общественные последствия своего частного потребления или который пытается использовать

свою покупательную способность для осуществления социальных изменений. То есть потребители включают социальные вопросы в свои решения о покупке, оценивая последствия своего потребления для общества. Поэтому потребители, которые считают окружающую среду важной, будут оценивать экологические последствия, связанные с покупкой продукта.

Опираясь на проводимые ранее исследования и анализируя существующие подходы к реализации концепции ответственного потребления, выявлены 4 основные маркетинговые стратегии по его продвижению (табл.1).

Следует отметить, что маркетинговые концепции продвижения ответственного потребления затрагивают практически все сферы экономики, но в данном исследовании автором сделан акцент на производство и реализацию органической продукции.

Согласно Федеральному закону Российской Федерации от 3 августа 2018 г. «Об органической



продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», «органическая продукция — экологически чистые сельскохозяйственная продукция, сырье и продовольствие, производство которых соответствует требованиям, установленным настоящим Федеральным законом».

Изучив требования Федерального закона, изложенные в статье 4, можно сделать вывод, что при производстве и реализации органической продукции сельхозтоваропроизводители могут руководствоваться и применять с целью продвижения данных товаров на рынок в совокупности все четыре маркетинговые концепции, представленные в таблице 1.

Таким образом, переход на ответственный маркетинг предпринимательстве формирует предпосылки для разработки бизнес-модели производства и реализации органической продукции с учетом принципов ответственного потребления.

Почему эти понятия можно гармонично объединять между собой? Связано это с тем, что производство и реализация органической продукции, так же как и концепция ответственного потребления идеально встраиваются в стратегию устойчивого развития.

«Ответственный подход к производству и потреблению направлен на снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду; для бизнеса — это движущая сила роста производительности, достижения устойчивого экономического роста и создания новых возможностей для занятости населения территорий присутствия компании» [2] (сельских территорий при производстве органической продукции). Для любого бизнеса, а агробизнеса в особенности, следование принципам устойчивого развития — это огромный творческий и инновационный потенциал роста, позволяющий не только выходить на новые рынки, но и внести полезный вклад в улучшение качества жизни общества и защиту окружающей среды.

Разработка бизнес-модели с учётом ESG-критериев является способом достижения гармонизации сегментов устойчивого развития через экономический сегмент. Само понятие «бизнес-модель» можно рассматривать как концептуальное представление о том, каким образом можно осуществлять предпринимательскую деятельность, т.е. макет или схема, описывающая, что и кому производит и продаёт организация.

Исследование литературы, посвященной теории создания и функционирования бизнеса, а также разработке бизнес-моделей, позволило сделать вывод, что существует множество подходов, которые отличаются между собой не только по наполняемости, но и по визуальному представлению.

В таблице 3 автором представлены и описаны одни из самых популярных вариантов бизнес-моделей.

Цель исследования. На основе проведенного анализа существующих маркетинговых концепций и бизнес-моделей сформировать бизнес-модель производства и реализации органической продукции с учётом принципов ответственного потребления.

Методы исследования. Исследование базируется на методологии и принципах устойчивого развития в предпринимательстве, связанном с производством органической продукции. Сравнительный анализ бизнес-моделей

Таблица 1. Маркетинговые стратегии продвижения ответственного потребления
Table 1. Marketing strategies for promoting responsible consumption

Название стратегии	Описание
Экодизайн или Устойчивый дизайн (Sustainable Design)	Подход к созданию продуктов и услуг, учитывающий экологические, социальные и экономические последствия от начального этапа до конца срока службы. Данная стратегия основывается на том, что если посмотреть на полный жизненный цикл продукта и потенциальные последствия, которые он может оказать, будь то на стадии производства или в конце жизненного цикла, то можно увидеть, что последствия непреднамеренно определяются и, таким образом, внедряются в продукт разработчиками на стадии принятия проектных решений по его созданию.
Корпоративная социальная ответственность или КСО (Responsibility)	«Добровольный вклад организации в развитие общества в социальной, экономической и экологической сферах, напрямую связанный с основной деятельностью организации и осуществляемый преимущественно дополнительно по отношению к требованиям законодательства»[3] Стремление организации не только зарабатывать деньги, но и улучшать мир вокруг себя.
«Зеленое» ценообразование (Green Pricing)	Чаще всего на товары с маркировкой «ЕСО» устанавливается более высокая цена, которая объясняется тем, что организации применяют экологические технологии производства и используют экологически-чистое сырье. За счет данных факторов себестоимость товаров выше, а, следовательно, происходит увеличение рыночной стоимости.
Устойчивая упаковка (Sustainable Packaging)	Использование для реализации продуктов или услуг упаковки, которая со временем уменьшает свое воздействие на окружающую среду. Эко-упаковка должна учитывать экономический фактор. Цена должна быть конкурентоспособной по сравнению с традиционными вариантами упаковки.

Таблица 2. Характеристика сегментов устойчивого развития
Table 2. Characteristics of sustainable development segments

Сегмент	Ресурс	Цель	Способ достижения
Экологический	Природный	Защита окружающей среды от негативного воздействия производств.	Внедрение нефинансовой отчетности, стандартов оценки качества продукции
Экономический	Материальный	Обеспечение безотходного производства, бережливого производства, непрерывный контроль бизнес-процессов, честные и прозрачные корпоративные практики ведения бизнеса	Разработка бизнес-моделей с учётом ESG-критериев, направленных на экологию-защиту производства и потребления производимой продукции.
Социальный	Человеческий капитал	Ответственное потребление и улучшение качества жизни	Развитие новых компетенций и экологической культуры общества

позволяет определить слабые и сильные стороны, а также дополнить блоки, особенно актуальные для отраслевой специфики производства и реализации продукции.

В результате проведенных исследований в основу формирования бизнес-модели производства и реализации органической продукции с учётом принципов ответственного потребления был положен классический чертёж бизнес-модели, разработанный швейцарским предпринимателем и бизнес-теоретиком Александром Остервальдером, а также бизнес-модель Эш Маурью, адаптированная к бережливому производству.

Используемый шаблон данных бизнес-моделей отражает две основные стороны построения бизнеса: деятельность и ценность. На сегодняшний день, когда конкуренция очень высока, именно ценность зачастую является залогом успеха вновь созданного или развивающегося бизнеса, а, следовательно, является центральным звеном, вокруг которого и выстраивается вся дальнейшая структура.

Для того чтобы создать действительно что-то стоящее, нужно не просто создать схему построения бизнеса, но важно выстроить эту схему глазами клиента, отталкиваясь от его потребностей и тех уникальных свойств продукции, которые можно ему предложить. Это не значит, что при формировании бизнес-модели необходимо отталкиваться исключительно от мнения потребителя, но учитывать его мнение нужно обязательно.

Таблица 3. Сравнительная характеристика бизнес-моделей
Table 3. Comparative characteristics of business models

Автор (название)	Составляющие бизнес-модели
Бизнес-модель А. Остервальдера и И. Пинье	1. Потребительские сегменты 2. Ценностное предложение 3. Взаимоотношения с клиентами 4. Каналы сбыта 5. Потоки поступления дохода 6. Ключевые ресурсы 7. Ключевые виды деятельности 8. Структура издержек 9. Ключевые партнёры
Бизнес-модель Эш Маурья (Lean Canvas) Модель, адаптированная к бережливому подходу	1. Сегменты потребителей, ранние последователи 2. Ценностное предложение 3. Скрытое преимущество 4. Каналы сбыта 5. Потоки поступления дохода 6. Ключевые метрики 7. Решение 8. Структура издержек 9. Проблема, существующие альтернативы
Бизнес-модель М.Джонсона, К.Кристенсена, Х.Кагерманн	1. Предложенная потребителям ценность 2. Формула получения прибыли 3. Ключевые ресурсы 4. Ключевые процессы
Матрица или бизнес-модель И. Ансоффа	1. Проникновение на рынок 2. Развитие продукта 3. Развитие рынка 4. Диверсификация
Трёхмерная бизнес-модель Д. Абеля	1. Потребности клиентов 2. Целевые группы 3. Технологии





Рисунок 1. Бизнес-модель производства и реализации органической продукции с учётом принципов ответственного потребления
Figure 1. Business model for the production and sale of organic products, taking into account the principles of responsible consumption (Organic Canva)

На основе данного алгоритма разработана типовая бизнес-модель, предназначенная для предпринимателей, которые занимаются или планируют связать свою деятельность с производством и реализацией органической продукции (рис. 1). Кроме того, автором была дополнена и переработана разработанная им в более ранней исследовательской работе типовая бизнес-модель субъекта малого и среднего бизнеса в сельском хозяйстве, в которой был дополнен и введен новый 10-й блок «Вспомогательные виды деятельности», позволяющие минимизировать определенные сезонные риски в сельском хозяйстве.

В предложенной автором бизнес-модели производства и реализации органической продукции с учётом принципов ответственного потребления (рис. 1) ценностным предложением (блок 02) выступает органическая продукция. При этом необходимо учитывать, что данная модель подходит и для производства, и для переработки, т.е. стандартам экопродукции должны соответствовать и сырье, и конечный продукт.

Отталкиваясь от того, что является ценностным предложением, формируем представление о потребительском сегменте (блок 01), т.е. о тех, кто будет покупать товары/услуги. Автором определена основная категория — ответственные потребители. Данная группа потребителей может стать ключевой и приносить наибольший доход за счет того, что именно эти потребители могут остаться в категории постоянных или возвратных клиентов. В связи с этим

взаимоотношения с клиентом (блок 03) можно выстраивать по принципу «совместное создание» и «удержание», что позволит потребителю быть причастным к созданию данного продукта. Каждый предприниматель для себя может определить самостоятельно, какие методы он выберет. Это может быть и микроинвестирование, когда потребитель вкладывает деньги в развитие бизнес-проекта, а взамен получает товары, услуги или дивиденды. Предприниматель может привлечь потребителя к разработке рецептуры продукта или дизайна упаковки. Любой из данных методов позволит усилить лояльность к компании, а, следовательно, обеспечить удержание клиента и стабильный спрос на продукцию.

При этом важно понимать, что ответственными потребителями могут быть как розничные, так и оптовые. Розничные потребители — это те, кто покупают продукт, но, возможно, совершают разовую покупку. Для такой категории потребителей перед предпринимателем стоит задача перевести их в категорию возвратных, либо хотя бы не оставить отрицательных эмоций о данном продукте. Оптовые потребители — это те, кто совершают покупку оптом для дальнейшей розничной продажи, либо приобретают сырье для переработки.

Формирование того или иного потребительского сегмента определяет потоки поступления доходов (блок 05) — это выручка, на которую предприниматель может рассчитывать от каждого потребительского сегмента. Соответственно, в предложенной бизнес-модели

предприниматель может рассчитывать на два типа потока доходов:

- доход от разовых покупок;
- регулярный доход, получаемый за счет усиления лояльности к бизнесу, а, следовательно, формированию годовой потребительской корзины.

И в том, и в другом случае важным для оценки деятельности бизнеса будет расчет показателя жизненной ценности или LTV (lifetime value) — это прибыль организации, полученная от одного клиента за всё время сотрудничества с ним.

Для того чтобы взаимоотношения с клиентами (блок 03) выстраивались правильно и привели к максимизации прибыли, рекомендуется применять различные стратегии ценообразования для разных типов потребителей:

1. Фиксированная цена — для розничных потребителей, совершающих разовую покупку.

2. Дисконтная цена — для ответственных потребителей, формирующих годовую потребительскую корзину (стратегия зависимости цены от объема приобретаемой продукции). Данную стратегию можно применять как к оптовому, так и к розничному потребителю. Шкала скидок может формироваться в зависимости от объемов продаж или суммы единовременной покупки.

3. Бонусные программы — для любого потребительского сегмента.

Основные каналы сбыта (блок 04) продукции и услуг — куда производитель может реализовать свою продукцию и какие средства для этого



использует. Автором определены наиболее приоритетные направления для органического производства:

- HoReCa — сфера гостеприимства и услуг общественного питания;
- ритейл — это розничные торговые сети, желательны, не федеральные, а местные, что обусловлено доступностью входа в сеть при условии меньших затрат, а, следовательно, возможностью сделать цену товара более доступной для рынка широкого потребления (FMCG).
- интернет-рынок — позволит значительно сократить издержки, связанные с реализацией продукции;
- ярмарки — доступный способ заявить о себе за счет государственной поддержки;
- ферма — нет затрат на организацию сбыта, клиент сможет купить продукт напрямую у производителя (например, во время экскурсионного посещения).

При разработке любой бизнес-модели одним из основных элементов является определение ключевого вида деятельности (блок 07), т.е. того без чего бизнес фактически не может функционировать. Для сельскохозяйственной отрасли, к которой относится производство органической продукции, данным видом деятельности может являться само её производство или переработка. Производство затрагивает весь технологический процесс от разработки идеи до вывода на рынок нового продукта/услуги. Таким продуктом в органическом производстве может стать сырьё, реализованное оптом, полуфабрикатом или готовой продукцией.

Представленная автором бизнес-модель дополнена блоком 10 — «Вспомогательный вид деятельности» — направление в бизнесе, которое может позволить минимизировать возникающие риски. Для производства органической продукции таким видом деятельности может стать агротуризм. В связи с пандемией COVID-19, введением санкций и сложившейся экономической и политической ситуацией данный вид туризма стал не только более активно пользоваться спросом у россиян, но и поддерживаться на государственном уровне.

Именно сочетание производства и туризма позволит обеспечить производителей органической продукции не только альтернативным источником дохода, но и устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям, неурожаю, а также наладить эффективные каналы продвижения сельскохозяйственной продукции.

В процессе деятельности предприниматель должен отвечать на следующие вопросы: какие ключевые ресурсы (блок 06) нужны для формирования его уникального предложения и доведения до потребителя. Автор выделяет три основных ресурса, без которых сложно будет развивать любой бизнес:

- Финансовый капитал (совокупность собственных средств, средств государственной

поддержки, средств финансовых институтов и частных инвесторов)

- Человеческий капитал — люди, обладающие соответствующими личностными и профессиональными компетенциями.
 - Интеллектуальный капитал — бренд, уникальные технологии возделывания, патенты.
- Для того, чтобы идеи были реализованы, необходимо определить состав и структуру издержек (или затрат) (блок 08), т.е. расходы, которые должен понести предприниматель, чтобы его бизнес мог функционировать и развиваться. При разработке бизнес-модели, используя шаблон, отсутствует необходимость составлять комплексный бизнес-план с расчетом рентабельности и сроков окупаемости проекта, но важно оценить те издержки, без которых производство не сможет быть реализовано.

Помимо оценки структуры издержек, важно определить «проблемы и риски» (блок 09), с которыми может столкнуться бизнес на этапе создания и развития. Рынок органической продукции в России находится в стадии формирования и зачастую сопряжен с большим количеством различных моментов, которые могут отрицательно сказываться на динамике развития.

Кроме разработанного макета бизнес-модели, в котором представлено описание ключевых вопросов, на которые необходимо представлять акценты, автором было проработано наполнение блоков для субъектов бизнеса, планирующих создать или развивать бизнес, связанный с производством органической продукции, т.е. предложена модель, позволяющая в существующих условиях конкуренции найти свою нишу.

Выводы:

- Представлен краткий анализ маркетинговых стратегий продвижения ответственного потребления, которые могут применяться на практике как по отдельности, так и в совокупности друг с другом, с целью популяризации и продвижения органической продукции на рынке;
- проанализирована и дана характеристика элементов устойчивого развития с точки зрения используемых ресурсов, целей и способов их достижения;
- на основе анализа существующих бизнес-моделей автором разработана бизнес-модель производства и реализации органической продукции с учётом принципов ответственного потребления;
- разработанную бизнес-модель могут применять предприниматели на этапе формирования идеи и проработки концепта ведения деятельности в области органического земледелия, при этом руководствуясь принципами ответственного потребления (блок 01, 02, 10 — остаются закреплены), но, внося свои корректировки (блоки 03-09 — корректируются исходя из потребностей и целей бизнеса).

Список источников

1. Жуковская Е.А. Развитие малого и среднего бизнеса в сельском хозяйстве (на материалах Новосибирской области): автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Новосибирск, 2019. 24 с.
2. Кожевина О.В., Беляевская-Плотник Л.А. Формирование моделей «зеленого» предпринимательства на основе сегментации рынка с учетом принципов ответственного потребления // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2022. Т. 13. № 1. С. 111-125.
3. Корпоративная социальная ответственность. Новая философия бизнеса. Учебное пособие. Москва: Внeshэкономбанк, 2011. 56 с.
4. Федеральный закон от 3.08.2018 № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
5. Органическое сельское хозяйство в странах Евразийского экономического союза: текущее состояние и перспективы. Евразийский центр по продовольственной безопасности, 2020, 100 с.
6. Ответственное потребление: пространство новых возможностей для бизнеса и опыт российских компаний. Институт исследований развивающихся рынков бизнес-школы Сколково (IEMS). Центр устойчивого развития бизнеса 2018, 101 с.
7. Остервальдер А. Построение бизнес-моделей. Настольная книга стратега и новатора. Москва: Альпина Диджитал, 2010. 257 с.
8. Fisk G. Marketing and the ecological crisis. NY: Harper & Row, 1974. 218 p.
9. Frederick E. Webster, Jr. Determining the Characteristics of the Socially Conscious Consumer. *Journal of Consumer Research*, Volume 2, Issue 3, December 1975, Pages 188-196.
10. Scott B. Follows, David Jobber. Environmentally responsible purchase behaviour: a test of a consumer model. *European Journal of Marketing* 34,5/6, P. 723-746.

References

1. Zhukovskaya E.A. (2019). Development of small and medium-sized businesses in agriculture (based on materials of the Novosibirsk region): author's abstract. dis. ... candidate of economic sciences: 08.00.05, Novosibirsk, 24 p.
2. Kozhevina O.V., Belyaevskaya-Plotnik L.A. (2022). Formation of models of «green» entrepreneurship based on market segmentation taking into account the principles of responsible consumption. *MIR (Modernization. Innovation. Development)*, vol. 13, no. 1, pp. 111-125.
3. Corporate social responsibility. New business philosophy. Textbook. Moscow: Vnesheconombank, 2011, 56 p.
4. Federal law No. 280-FZ of 3.08.2018 «On organic products and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation».
5. Organic agriculture in the countries of the Eurasian Economic Union: current state and prospects. Eurasian Center for Food Security, 2020, 100 p.
6. Responsible consumption: the space of new business opportunities and the experience of Russian companies. Institute of Emerging Market Research of the SKOLKOVO Business School (IEMS). Center for Sustainable Business Development, 2018, 101 p.
7. Osterwalder A. (2010). Building business models. The strategist and innovator's handbook. Moscow: Alpina Digital, 257 p.
8. Fisk G. (1974). Marketing and the ecological crisis. NY: Harper & Row, 218 p.
9. Frederick E. Webster Jr. (1975). Determining the Characteristics of the Socially Conscious Consumer. *Journal of Consumer Research*, vol. 2, issue 3, december 1975, pp. 188-196.
10. Scott B. Follows, David Jobber. Environmentally responsible purchase behaviour: a test of a consumer model. *European Journal of Marketing* 34,5/6, pp. 723-746.

Информация об авторе:

Жуковская Евгения Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры учета и финансовых технологий, Новосибирский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0155-5043>, ea3107@yandex.ru

Information about the author:

Evgeniya A. Zhukovskaya, candidate of economic sciences, associate professor of accounting and financial technologies department, Novosibirsk State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0155-5043>, ea3107@yandex.ru





Научная статья

УДК 37.01:631.145

doi: 10.55186/25876740_2023_66_1_100

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АГРАРНОГО ВУЗА С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА ДЛЯ ОТРАСЛЕЙ АПК

М.С. Петухова, С.В. Коваль

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

Аннотация. Университеты являются одним из фундаментальных институциональных образований, целью которого является формирование будущего любой страны — подготовка квалифицированных человеческих ресурсов для отраслей. Стратегическая значимость высших учебных заведений (вузов), осуществляющих подготовку специалистов для аграрной отрасли, обусловлена прямой зависимостью продовольственной безопасности России от качества подготовки выпускников. В связи с этим, образовательный процесс остается одним из основных бизнес-процессов вуза, качество которого обеспечивается эффективной организацией всех процессов верхнего уровня высшего образовательного учреждения. Целью работы является разработка методики оценки результативности образовательного процесса путем оценки процессов верхнего уровня. В качестве теоретической базы для методики выступили: научные труды отечественных и зарубежных теоретиков и практиков в области организации работы отраслевых высших учебных заведений; аналитические обзоры, посвященные высшему образованию и его ключевому процессу — образовательной деятельности; нормативно-правовая и законодательная база Российской Федерации, статистические данные, отражающие результаты деятельности аграрных вузов. Для создания методики использовались методы структурного и сравнительного анализа, эконометрические, социометрические методы, а также экспертная оценка. Предлагаемая к рассмотрению методика оценки результативности образовательного процесса была апробирована в одном из региональных аграрных университетов и показала невысокую результативность образовательного процесса, причиной которой изначально является низкое качество организации профориентационной деятельности.

Ключевые слова: образовательная деятельность, процессный подход, учебный процесс, человеческий капитал, аграрный университет, аграрный промышленный комплекс

Original article

A PROCESS APPROACH TO ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL ACTIVITIES OF AN AGRICULTURAL UNIVERSITY IN ORDER TO FORM HIGH-QUALITY HUMAN CAPITAL FOR AGRICULTURAL INDUSTRIES

M.S. Petukhova, S.V. Koval

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Abstract. Universities are one of the fundamental institutional formations, the purpose of which is to shape the future of any country — the training of qualified human resources for industries. The strategic importance of higher educational institutions (universities) that train specialists for the agricultural sector is due to the direct dependence of Russia's food security on the quality of graduate training. In this regard, the educational process remains one of the main business processes of the university, the quality of which is ensured by the effective organization of all top-level processes. The aim of the work is to develop a methodology for evaluating the effectiveness of the educational process by evaluating top-level processes. The theoretical basis for the methodology was: scientific works of domestic and foreign theorists and practitioners in the field of organization of the work of branch higher educational institutions; analytical reviews on higher education and its key process — educational activities; regulatory and legislative framework of the Russian Federation, statistical data reflecting the results of the activities of agricultural universities. To create the methodology, methods of structural and comparative analysis, econometric, sociometric methods, as well as expert assessment were used. The proposed methodology for evaluating the effectiveness of the educational process was tested in one of the regional agrarian universities and showed low effectiveness of the educational process, the reason for which is initially the poor quality of the organization of career guidance activities.

Keywords: educational activities, process approach, educational process, human capital, agricultural university, agricultural industrial complex

Введение. В зависимости от целей и создаваемой ценности процессы высшего учебного заведения, особенно имеющего ярко выраженную отраслевую принадлежность, как и любой организации, могут быть классифицированы. На основании подхода, основанного на анализе цепочки создания ценности, проведена классификация процессов вуза при осуществлении ими своей деятельности. В качестве создаваемой ценности рассматривается выпускник университета, обладающий необходимыми рабочими компетенциями в соответствии с направлением, профилем и уровнем подготовки

и поэтому востребованный на рынке труда. Обращает на себя внимание и то, что аграрное образование должно соответствовать цифровому развитию отрасли. Цифровизация широко входит в сельскохозяйственную отрасль, позволяет оптимизировать и сократить временные затраты производства, но при этом устанавливает новые требования к компетенциям, которыми должен обладать сотрудник, следовательно, и подходы к подготовке данного специалиста должны меняться. Чтобы изменить подходы важно понимать ситуацию, которая доминирует сегодня в аграрном образовании и как осуществляется

деятельность вуза, который должен выступать «кузницей кадров» для сельского хозяйства и аграрного комплекса в целом.

Особенность аграрных вузов России состоит в массовой подготовке кадров для АПК и, одновременно, наблюдаемым кадровым дефицитом в отрасли. При этом в последние годы наблюдается и сокращение численности студентов, обучающихся по программам высшего образования (табл. 1).

Основным показателем, характеризующим контингент вуза, является общий средний балл ЕГЭ, как фактор, от которого зависит



Таблица 1. Показатели, характеризующие масштабы деятельности аграрных вузов России
Table 1. Indicators characterizing the scale of activity of agricultural universities in Russia

Показатель	2018 г.	2019 г.	Абсолютное изменение 2019 г. к 2018 г.
Численность студентов ВО всего, чел.	292875	280118	-12757
Число принятых на программы ВО, всего, чел.	75591	73352	-2239
Выпуск студентов по программам ВО, всего, чел.	60736	61203	467
Средний балл ЕГЭ студентов, принятых по результатам ЕГЭ на обучение по очной форме по программам бакалавриата и специалитета	...	59,17	-

Источник: Департамент научно-технической политики и образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Таблица 2. Группировка аграрных вузов по абсолютному изменению показателя трудоустройства выпускников в АПК, процентных пункта
Table 2. Grouping of agricultural universities by absolute change in the employment rate of graduates in agriculture, percentage points

Интервал значений абсолютного прироста	Число вузов	Наименование вузов
Абсолютный прирост доли от 22 до 41 п.п.	9	Вятская ГСХА, Великолукская ГСХА, Кузбасская ГСХА, Орловский ГАУ, Курганская ГСХА, Новосибирский ГАУ, Ижевская ГСХА, Мичуринский ГАУ, Кабардино-Балкарский ГАУ
Абсолютный прирост доли от 10 до 17 п.п.	9	Казанская ГАВМ, Горский ГАУ, Приморская ГСХА, Смоленская ГСХА, Бурятская ГСХА, Ульяновский ГАУ, Башкирский ГАУ, Дагестанский ГАУ, Санкт-Петербургский ГУВМ
Абсолютный прирост доли от 0,2 до 9,0 п.п.	24	Южно-Уральский ГАУ, Санкт-Петербургский ГАУ, Чувашский ГАУ, Костромская ГСХА, Красноярский ГАУ, Иркутский ГАУ, Самарский ГАУ, Казанский ГАУ, Белгородский ГАУ, Московская ГАВМ, Волгоградский ГАУ, Ярославская ГСХА, Омский ГАУ, Брянский ГАУ, Пермский ГАТУ, Воронежский ГАУ, Алтайский ГАУ, Ставропольский ГАУ, ГУЗ, Рязанский ГАТУ, Пензенский ГАУ, Саратовский ГАУ, Уральский ГАУ, Курская ГСХА
Доля трудоустроенных в АПК снизилась	11	Российский ГАУ, Дальневосточный ГАУ, Нижегородская ГСХА, Арктический ГАТУ, Вологодская ГМХА, Тверская ГСХА, Ивановская ГСХА, Северного Зауралья ГАУ, Оренбургский ГАУ, Кубанский ГАУ, Донской ГАУ

будущая успеваемость студента, в 2020 году составил:

- принятых за счет средств соответствующих бюджетов бюджетной системы Российской Федерации и с оплатой стоимости затрат на обучение физическими и юридическими лицами — 58,56;
- принятых за счет средств соответствующих бюджетов бюджетной системы Российской Федерации — 58,82 (в 2019 году равен 59,17);
- принятых с оплатой стоимости затрат на обучение физическими и юридическими лицами — 57,72.

Средний показатель результатов ЕГЭ 2020 г. снизился по сравнению с 2019 г. на 1,14 балла с 59,7 до 58,56 баллов.

Также одним из важных показателей образовательной деятельности вуза является количество трудоустроенных в АПК выпускников. Таблица 2 отражает ситуацию в России по аграрным вузам по состоянию на 2020 г.

Все данные оценки трудоустройства и обновления кадрового состава в АПК, свидетельствуют о том, что требуется пересмотр процессов именно на начальном этапе. Начальным этапом при формировании человеческого капитала отрасли выступает вуз. Деятельность университета, в свою очередь, зависит от уровня финансирования, от этого зависит уровень научной базы, качество специалистов вовлеченных в процесс обучения и другое.

Финансовые потоки университетов могут быть сформированы в результате двух бизнес-процессов: образовательная деятельность и научно-исследовательская деятельность (НИР). Последний процесс стал основным для аграрных вузов в результате реализации концепций Университет 3.0 и тройной спирали, когда перед

образовательными университетами была поставлена задача коммерциализации научных разработок и результатов научной деятельности сотрудников. Критерии оценки именно этих процессов в настоящее время определяют уровень учебного заведения, его место в рейтингах.

«Организация финансирования вузов, исходя из нормативно-душевого дохода, предполагает смену классической парадигмы управления учреждениями высшего образования как некоммерческими творческими организациями на адаптационную модель коммерческих организаций с применением инструментов для управления бизнесом» [1].

Второй причиной конвергенции подходов к менеджменту отечественных образовательных и коммерческих организаций с точки зрения их принадлежности к бизнес-среде является коммерциализация образовательных услуг с начала 90-х годов. Три десятилетия масштаб предоставления платных услуг рос. Согласно данным, Высшей школы экономики по мониторингу качества приема в вузы, за период с 2011 по 2020 год доля бюджетных мест неуклонно снижалась в пользу коммерческого набора с 74,3% в начале периода до 60,9% в год окончания периода анализа. Незначительное снижение на 2% доли платного приема было лишь в кризисном 2015 году, после чего произошел существенный рост показателя. Стоимость обучения на коммерческой основе, как правило, формируется вузами исходя из нормативов Министерства науки и высшего образования. В 2021 г. в среднем по России стоимость обучения в вузе составляет 139 тыс. рублей в год. Это соответствует среднему бюджетному финансированию вузов в расчете на студента (с учетом «сдвига» платного приема на относительно менее капиталоемкие направления).

Изменение принципов финансирования и рост платного набора в вузы позволяют говорить об управлении финансовыми потоками, финансовом менеджменте. Кроме того, признание образовательной деятельности бизнес-процессом, то есть процессом, генерирующим доход, обосновывается и доходом от услуг дополнительного профессионального образования, повсеместно оказываемых университетами по профильным и непрофильным направлениям. Последнее, в случае наличия у учебного заведения возможности привлечения компетентных квалифицированных кадров для реализации непрофильных программ.

Таким образом, образовательный процесс аграрного вуза позволяет генерировать финансовые потоки из двух источников: бюджетное финансирование и внебюджетные средства от оплаты образовательных услуг по основной образовательной деятельности и услуг дополнительного образования. Финансовая составляющая любой деятельности всегда предполагает оценку качества оплачиваемых работ.

Для понимания задач управления изменением процессов конкретного высшего учебного заведения необходимо формализовать и провести адаптацию теории процессного подхода для высших учебных заведений. Несмотря на то, что в условиях быстро изменяющихся требований к деятельности вузов, необходимость применения такого подхода в высшем образовании неоднократно обсуждалась в научно-педагогической среде, процессы в вузах не формализованы и не описаны. В исследованиях отдельных авторов отражены результаты внедрения процессного подхода в отдельных структурных подразделениях — кафедрах [4].

Научная новизна исследования обозначена в разработке методики оценки результативности образовательной деятельности аграрного вуза, которую можно масштабировать для применения во всех высших учебных учреждениях аграрного профиля.

Целью проведенного исследования является оценка результативности образовательной деятельности вуза с целью повышения качества данного процесса.

Задачи:

1. Определить и описать индикаторы бизнес-процессов верхнего уровня аграрного университета.
2. Разработать методику для оценки результативности каждого из бизнес-процессов.
3. Определить критерии значимости для бизнес-процессов.
4. Разработать шкалу для оценки результативности бизнес-процессов.
5. Апробировать методику: провести оценку результативности процессов верхнего уровня.

В соответствии с поставленной целью **объектом** исследования является образовательный бизнес-процесс. **Предмет исследования** — методика оценки результативности, которая позволила бы сформировать формальный критерий качества образовательного процесса в целом и составляющих его процессов верхнего уровня. Данная методика в последующем должна позволить редактировать процессы университета, под потребности сельскохозяйственной отрасли.

Исследование проводилось с 2020 по 2022 год в Новосибирском государственном аграрном университете.





Таблица 3. Индикаторы для оценки эффективности процесса профессиональной ориентации
Table 3. Indicators for evaluating the effectiveness of the vocational guidance process

Входы/выходы	Описание	Показатели Zi	Критерии результативности процесса
Начальный вход	Целевой прием Выпускников Средних учебных заведений и Средних профессиональных учебных заведений	$Z_1 = \frac{x_1 y_1}{x_2 y_2}$; $Z_2 = \frac{x_3 y_3}{x_4 y_4}$	x_1 — количество посетивших дни открытых дверей в вузе в текущем году x_2 — количество посетивших дни открытых дверей в вузе в прошлом году x_3 — количество школ, в которых была проведена профориентационная работа в текущем году x_4 — количество школ, в которых была проведена профориентационная работа в прошлом году y_1 — средства, затраченные вузом на организацию дней открытых дверей в текущем году y_2 — средства, затраченные вузом на организацию дней открытых дверей в прошлом году y_3 — средства, затраченные вузом на организацию профориентационной работы в текущем году y_4 — средства, затраченные вузом на организацию профориентационной работы в прошлом году
Вторичный вход	Рекламный бюджет. Маркетинговый план.	$Z_3 = \frac{x_5 y_5}{x_6 y_6}$	x_5 — количество упоминаний вуза в СМИ в текущем году x_6 — количество упоминаний вуза в СМИ в прошлом году y_5 — средства, затраченные вузом на продвижение образовательных услуг по основному набору (не включают продвижение услуг дополнительного профессионального образования и т.п.) в текущем году y_6 — средства, затраченные вузом на продвижение образовательных услуг по основному набору (не включают продвижение услуг дополнительного профессионального образования и т.п.) в прошлом году
Начальный выход	Заявления на поступление в университет. Количество конкурсников среди претендентов.	$Z_4 = \frac{x_7}{x_8}$; $Z_5 = \frac{x_9}{x_{10}}$	x_7 — количество поступивших в вуз на бюджетную основу обучения и по договору оказания образовательных услуг в текущем году x_8 — количество поступивших в вуз на бюджетную основу обучения и по договору оказания образовательных услуг в прошлом году x_9 — количество поданных оригиналов документов для зачисления в первую волну в текущем году x_{10} — количество поданных оригиналов документов для зачисления в первую волну в прошлом году
Вторичный выход	Имидж вуза на региональном, российском и международном рынках.	$Z_6 = \frac{x_{11}}{x_{12}}$; $Z_7 = \frac{x_{13}}{x_{14}}$	x_{11} — место вуза в российском рейтинге вузов в текущем году x_{12} — место вуза в российском рейтинге вузов в прошлом году x_{13} — место вуза в международном рейтинге вузов в текущем году x_{14} — место вуза в международном рейтинге вузов в прошлом году

Методы исследования. Для описания бизнес-процесса образовательная деятельность в вузе адаптирована модель IBL (The International Business Language) выделения процессов верхнего уровня, разработанная для бизнеса компанией Price Water House Coopers [18]. Выявлены процессы верхнего уровня (указаны в порядке осуществления): Профориентация — Vocational Guidance (VG); Приемная кампания — Admission Campaign (AC); Учебный процесс — Training According (TA); Государственная итоговая аттестация — State Final Attestation (SFA); построение Карьерной траектории — building a Career Trajectory (CT). Кроме того, определены обеспечивающие, управляющие процессы и процессы развития.

Ресурсами (входом) для профориентации — первого процесса верхнего уровня являются выпускники средних образовательных учреждений (СОУ) и учреждений среднего профессионального образования (СПО), а также другие категории абитуриентов, которые по каким-либо причинам решают поступить для получения образования в вуз («потенциальные абитуриенты»). По итогам прохождения всех этапов образовательного бизнес-процесса именно они должны представлять собой ожидаемую создаваемую ценность (выход) — востребованного на рынке выпускника.

В статье авторами была изложена методика расчета результативности процесса Vocational Guidance (профориентация), критерии результативности которого отражены в таблице 3 [19]. Критерии результативности взяты с учетом показателей эффективности деятельности федеральных бюджетных и автономных образовательных учреждений высшего образования и работы их руководителей, находящихся в ведении Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, утвержденных Приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 23 января 2018 года № 41 «Об утверждении показателей эффективности деятельности федеральных бюджетных и автономных образовательных учреждений высшего образования и работы их руководителей, находящихся в ведении Министерства образования и науки Российской Федерации».

Для упрощения математической модели вводятся показатели Zi, как отношение значений n-фактора от текущего года к прошлому.

Формула для оценки результативности процесса Vocational Guidance (профориентация):

$$F_{VG} = \frac{1}{\sum_{i=1}^7 \alpha_i} \left(\alpha_1 \times Z_1 / Z_{\max} + \alpha_2 \times Z_2 / Z_{\max} + \alpha_3 \times Z_3 / Z_{\max} + \alpha_4 \times Z_4 / Z_{\max} + \alpha_5 \times Z_5 / Z_{\max} + \alpha_6 \times Z_6 / Z_{\max} + \alpha_7 \times Z_7 / Z_{\max} \right) \quad (1)$$

где $\frac{\alpha_i}{\sum_{i=1}^7 \alpha_i} \geq 0$ — значимость i-той компоненты метрики F, определяемая экспертным методом;

$Z_{\max}$ — максимально значение, среди всех Z.

Значимость определяется экспертной комиссией. Критерии значимости методологии от 0 до 1, где 0 — малозначимый; 1 — очень значимый, при этом сумма всех $\alpha = 1$.

Vocational Guidance (профориентация) является предшествующим процессом для Admission Campaign (приемная кампания), соответственно выходы VG являются входами в AC. Результативность процесса AC определяется по критериям, представленным в таблице 4.

Формула для оценки результативности процесса Admission Campaign:

$$F_{AC} = \frac{1}{\sum_{i=1}^6 \alpha_i} \left(\alpha_4 \times Z_4 / Z_{\max} + \alpha_5 \times Z_5 / Z_{\max} + \alpha_6 \times Z_6 / Z_{\max} + \alpha_7 \times Z_7 / Z_{\max} + \alpha_8 \times Z_8 / Z_{\max} + \alpha_9 \times Z_9 / Z_{\max} \right), \quad (2)$$

где α_i — значимость i-той компоненты метрики F.

Результаты процесса Admission Campaign (приемная кампания) являются входами в Training According (учебный процесс), результаты (выходы) и критерии результативности которого определены в таблице 5.

Формула для оценки результативности Training according (учебный процесс) в вузе имеет вид:

$$F_{TA} = \frac{1}{\sum_{i=1}^6 \alpha_i} \left(\alpha_8 \times Z_8 / Z_{\max} + \alpha_9 \times Z_9 / Z_{\max} + \alpha_{10} \times Z_{10} / Z_{\max} + \alpha_{11} \times Z_{11} / Z_{\max} + \alpha_{12} \times Z_{12} / Z_{\max} + \alpha_{13} \times Z_{13} / Z_{\max} \right), \quad (3)$$

где α_i — значимость i-той компоненты метрики F.

Показатели эффективности последующего процесса верхнего уровня — State Final Attestation (государственная итоговая аттестация) — определены в таблице 6.

Оценка результативности процесса государственной итоговой аттестации производится по формуле:

$$F_{SFA} = \frac{1}{\sum_{i=1}^6 \alpha_i} \left(\alpha_{10} \times Z_{10} / Z_{\max} + \alpha_{11} \times Z_{11} / Z_{\max} + \alpha_{12} \times Z_{12} / Z_{\max} + \alpha_{13} \times Z_{13} / Z_{\max} + \alpha_{14} \times Z_{14} / Z_{\max} + \alpha_{15} \times Z_{15} / Z_{\max} \right), \quad (4)$$

где α_i — значимость i-той компоненты метрики F.



Таблица 4. Индикаторы оценки эффективности приемной кампании
Table 4. Indicators for evaluating the effectiveness of the admission campaign

Выход	Описание	Показатели Zi	Критерии результативности процесса
Начальный выход	Сформированный контингент вуза в разрезе контрольных цифр приема (КЦП)	$Z_8 = \frac{x_{15}}{x_{16}}$	x_{15} — контрольные цифры приема текущего года x_{16} — контрольные цифры приема прошлого года
Вторичный выход	Выполнение показателей вуза по среднему баллу приема (Единый государственный экзамен (ЕГЭ))	$Z_9 = \frac{x_{17}}{x_{18}}$	x_{17} — средний балл ЕГЭ поступивших в вуз в текущем году x_{18} — средний балл ЕГЭ поступивших в вуз в прошлом году

Таблица 5. Индикаторы оценки эффективности обучения
Table 5. Indicators for evaluating the effectiveness of training

Выход	Описание	Показатели Zi	Критерии результативности процесса
Начальный выход	Количество доучившихся до государственной итоговой аттестации (ГИА), в т. ч. процент к зачисленным в год приема	$Z_{10} = \frac{(x_{20} + u_1) / x_{19}}{(x_{35} + u_2) / x_{34}}$	x_{19} — число поступивших в год приема (по году выпуска анализируемого периода) x_{20} — количество студентов, допущенных до государственной итоговой аттестации текущего года u_1 — число восстановившихся студентов + число переведенных из других вузов текущего года выпуска x_{34} — число поступивших в год приема (по предшествующему году выпуска анализируемого периода) x_{35} — количество студентов, допущенных до государственной итоговой аттестации прошлого года. u_2 — число восстановившихся студентов + число переведенных из других вузов прошлого года выпуска
Вторичный выход	Средний балл успеваемости, количество отчисленных	$Z_{11} = \frac{x_{21}}{x_{36}}$ $Z_{12} = \frac{x_{22}}{x_{23}}$ $Z_{13} = \frac{x_{24}}{x_{25}}$	x_{21} — средний балл успеваемости студентов текущего года выпуска, исчисленный как среднее арифметическое за весь период обучения по всем студентам, допущенным до ГИА x_{36} — средний балл успеваемости студентов прошлого года выпуска, исчисленный как среднее арифметическое за весь период обучения по всем студентам, допущенным до ГИА x_{22} — количество отчисленных студентов за период обучения (по году выпуска анализируемого периода) x_{23} — количество отчисленных студентов за период обучения (по предыдущему году выпуска анализируемого периода) x_{24} — суммарное количество призеров студенческих олимпиад, победителей конкурсов научных работ, количество научных публикаций, грантов, специальных стипендий, субсидий и других научных побед студентов выпуска текущего года за весь период обучения x_{25} — суммарное количество призеров студенческих олимпиад, победителей конкурсов научных работ, количество научных публикаций, грантов, специальных стипендий, субсидий и других научных побед студентов выпуска прошлого года за весь период обучения

Таблица 6. Показатели оценки эффективности государственной итоговой аттестации
Table 6. Indicators for evaluating the effectiveness of the state final certification

Выход	Описание	Показатели Zi	Критерии результативности процесса
Начальный выход	Количество студентов успешно прошедших ГИА	$Z_{14} = \frac{x_{26}}{x_{27}}$	x_{26} — доля студентов, успешно сдавших ГИА в текущем году x_{27} — доля студентов, успешно сдавших ГИА в прошлом году
Вторичный выход	Средний балл ГИА	$Z_{15} = \frac{x_{28}}{x_{29}}$	x_{28} — средний балл ГИА, исчисленный как среднее арифметическое по всем студентам текущего года выпуска x_{29} — средний балл ГИА, исчисленный как среднее арифметическое по всем студентам прошлого года выпуска

Таблица 7. Критерии результативности процесса построения карьерной траектории
Table 7. Criteria for the effectiveness of the process of building a career trajectory

Выход	Описание	Показатели Zi	Критерии результативности процесса
Начальный выход	Количество выпускников, трудоустроившихся по специальности в течение года после выпуска	$Z_{16} = \frac{x_{30}}{x_{31}}$	x_{30} — доля выпускников вуза, трудоустроившихся по специальности в течение года после выпуска последнего года x_{31} — доля выпускников вуза, трудоустроившихся по специальности в течение года после выпуска предшествующего года
Вторичный выход	Количество выпускников, работающих по специальности через 3 года после выпуска	$Z_{17} = \frac{x_{32}}{x_{33}}$	x_{32} — доля выпускников вуза, трудоустроившихся по специальности в течение трех лет после выпуска к текущему году x_{33} — доля выпускников вуза, трудоустроившихся по специальности в течение трех лет после выпуска к предшествующему году

Результирующим процессом верхнего уровня бизнес-процесса Образовательная деятельность является процесс Career Trajectory (карьерная траектория). В таблице 7 определены критерии результативности процесса.

Формула для оценки результативности процесса Career Trajectory (карьерная траектория):

$$F_{CT} = \frac{1}{\sum_{i=1}^4 \alpha_i} \left(\alpha_{14} \times \frac{Z_{14}}{Z_{max}} + \alpha_{15} \times \frac{Z_{15}}{Z_{max}} + \alpha_{16} \times \frac{Z_{16}}{Z_{max}} + \alpha_{17} \times \frac{Z_{17}}{Z_{max}} \right), \quad (5)$$

где α_i — значимость i -той компоненты метрики F .

Итоговая формула оценки результативности основного бизнес-процесса Образовательная деятельность формируется как суммирующая функция по итогам расчета результативности пяти процессов верхнего уровня:

$$F = \sum f_i \times \beta_i = f_{пр} \times \beta_1 + f_{пк} \times \beta_2 + f_{уп} \times \beta_3 + f_{гиа} \times \beta_4 + f_{кт} \times \beta_5, \quad (6)$$

где f_i — метрика каждого из процессов;

β_i — вес i -той метрики f , $\sum_{i=0}^1 f_i$

Вес определяется экспертной группой. В сумме вес не больше 1.

Методика не предусматривает расчет и не учитывает результативность обеспечивающих процессов и зависимость от них процессов верхнего уровня и основного бизнес-процесса.

Показатели рассчитываются по итогам каждого учебного года для выявления наиболее проблемного процесса и оценки динамики индикативных критериев процессов в рамках оперативного контроля.

Достижение приведенных ниже значений позволяет определить качество процесса:

0,0-0,25 балла — бизнес-процесс не удовлетворительный, требует серьезной корректировки, пересмотра бизнес-процессов;

0,25-0,5 балла — бизнес-процесс удовлетворительный, но мало результативен, требуется корректировка бизнес-процессов;

0,5-0,75 балла — бизнес-процесс является результативным корректировки на усмотрение руководства вуза;

0,75-1 балл — бизнес-процесс результативен, корректировки не требует.





Таблица 8. Критерии значимости процессов верхнего уровня университета
Table 8. Criteria for the significance of university top-level processes

Критерии значимости	Показатель значимости
α_1 — количества посетивших день открытых дверей и средств, затраченных на ДОД	0,02
α_2 — количества школ и средств на профориентацию	0,05
α_3 — количества упоминаний в средствах массовой информации и средств на рекламную кампанию	0,03
α_4 — количества поступивших на бюджет	0,1
α_5 — количества поданных оригиналов	0,09
α_6 — номера в российском рейтинге	0,03
α_7 — номера в международном рейтинге	0,02
α_8 — установленные контрольные цифр приема	0,1
α_9 — среднего балла ЕГЭ	0,12
α_{10} — числа поступивших и переведенных и тех, кто из них допущен до ГИА	0,03
α_{11} — среднего балла успеваемости	0,07
α_{12} — количества отчисленных	0,02
α_{13} — количества призеров олимпиад, конференций	0,06
α_{14} — количества успешно сдавших ГИА	0,1
α_{15} — среднего балла ГИА	0,11
α_{16} — количества выпускников, работающих по специальности в течение 1-го года	0,02
α_{17} — количества выпускников, работающих по специальности в течение 3-х лет	0,03

Таблица 9. Оценки результативности процессов верхнего уровня Новосибирского ГАУ
Table 9. Evaluation of the effectiveness of the top-level processes of the Novosibirsk State Agrarian University

Процесс верхнего уровня	Результат	Вес показателя в итоговой оценке β_i *
Профориентация	0,14	0,25
Приемная кампания	0,19	0,15
Учебный процесс	0,17	0,20
Государственная итоговая аттестация	0,18	0,05
Карьерная траектория	0,13	0,35

*определено экспертным путем

Методика была разработана для оценки эффективности процессов в Новосибирском государственном аграрном университете. Для проверки методики были собраны эмпирические данные и проведены расчеты.

Апробация. Данная методика оценки эффективности процесса была апробирована на данных Новосибирского ГАУ.

Авторами методики были обработаны результаты работы университета по итогам 2020 и 2021 и определены значения x_i и y_j по всем показателям результативности.

На основании мнения привлеченных экспертов (сотрудников руководящего состава университета) определены критерии значимости α_i , что отражено в таблице 8.

В результате проведенных расчетов были получены следующие данные по каждому из критериев, отраженные в таблице 9.

По формуле 6 была определена оценка результативности бизнес-процесса Образовательная деятельность по итогам 2018-2019 учебного года, которая составила $F=0,15$. Показатель меньше единицы: результативность бизнес-процесса имеет отрицательную динамику, что говорит о необходимости анализа и пересмотра процессов для повышения результатов деятельности вуза в следующем году.

Выводы. Под влиянием требований концепций Университет 3.0 и Университет 4.0 меняются требования к результатам деятельности высших учебных заведений, ожидается повышение их финансовой самостоятельности. Результативность образовательного процесса, как основного бизнес-процесса, определяет конкурентоспособность вуза и приводит к необходимости

разработки комплексной методики, позволяющей учесть эффективность всех элементов бизнес-процесса получения высшего образования.

В исследовании сформирован подход, в рамках которого сформулированы пять видов бизнес-процессов верхнего уровня образовательной деятельности вуза:

- Профориентация — Vocational guidance (VG).
- Приемная кампания — Admission campaign (AC).
- Учебный процесс — Training according (TA).
- Государственная итоговая аттестация — State Final Attestation (SFA).
- Карьерная траектория — Building a career trajectory (CT).

В качестве оценки результативности процесса VG используются критерии:

- контрольные цифры приема — отражается эффективность профориентационных мероприятий;
- рекламный бюджет, план маркетинга — показывает динамику затрат вуза на продвижение образовательных программ и их активность в средствах массовой информации;
- заявления о приеме в вуз — отражает привлекательность образовательных программ, в том числе, за счет обучающихся на коммерческих местах;
- имидж вуза на региональном, российском и международном рынках — отражает динамику положения вуза в международном и российском рейтингах вузов.

В качестве критериев оценки результативности процесса AC используются критерии: сформированный контингент вуза в разрезе контрольных цифр приема; выполнение показа-

телей вуза по среднему баллу приема (ЕГЭ). Рост показателей свидетельствует о соответствии качества контингента требованиям министерства, а также рост привлекательности вуза для абитуриентов с высоким проходным баллом.

В качестве критериев оценки результативности процесса TA используются критерии: количество доучившихся до ГИА, в т. ч. процент к зачисленным в год набора; средний балл успеваемости, количество отчисленных. Положительная динамика показателей показывает способность поступивших эффективно освоить образовательные программы, в том числе суммарное количество призеров студенческих олимпиад, победителей конкурсов научных работ, количество научных публикаций, грантов, специальных стипендий, субсидий и других научных побед студентов выпуска прошлого года за весь период обучения.

В качестве критериев оценки результативности процесса SFA используются критерии: количество студентов, успешно прошедших ГИА; средний балл ГИА. Положительная динамика показателя позволяет сделать вывод об изменении эффективности образовательного процесса, способностью студентов успешно защитить выпускную работу.

В качестве критериев оценки результативности процесса TC используются критерии: количество выпускников, трудоустроившихся по специальности в течение года после выпуска, количество выпускников, работающих по специальности через 3 года после выпуска. Это итоговый бизнес-процесс, дающий оценку образовательному процессу университета работодателем. Положительная динамика данного показателя позволяет сделать вывод об изменении востребованности студентов и их направлений подготовки на рынке труда.

Итоговая функция оценки результативности основного образовательного процесса дает возможность кластеризовать вузы по группам результативности и определить критерии, которые наибольшим образом повлияли на итоговую оценку. Оценка носит динамический характер и дает возможность увидеть снижение или рост результативности образовательного процесса, показывает на что необходимо обратить внимание, чтобы динамика опять стала положительной.

Сформулированная методика показала, что на исследуемом объекте наблюдения проблема низкой оценки результативности образовательного процесса связана с бизнес-процессами верхнего уровня университета, а именно низким качеством профориентации. На основе собранной эмпирической информации и статистических данных проиллюстрировано, что бюджетные деньги были вложены в подготовку выпускников, которые не будут работать по специальности, а значит, средства налогоплательщиков тратятся неэффективно. Потери происходят при реализации процесса учебной деятельности из-за отчислений выпускников и далее — в процессе построения карьерной траектории, когда выпускники работают не по специальности.

Анкетирование, проведенное среди выпускников аграрных специальностей, показало, что одной из причин работы не по специальности является, в том числе, низкий уровень зарплаты (22%). Однако, основной причиной является отсутствие либо потеря интереса к профессии (78%), обусловленные низкой результативностью первых трех процессов верхнего уровня бизнес-процесса Образовательная



деятельность. Данное исследование подтвердило необходимость усилить эффективность первых процессов верхнего уровня бизнес-процесса Образовательная деятельность.

В результате случайности выбора абитуриентом профессии на этапе профориентации, в итоге не достигается основной ожидаемый результат образовательной деятельности университета — востребованный в соответствии со специальностью выпускник, что приводит в свою очередь к большим потерям инвестируемых государством средств в высшее образование.

Такой подход формирования контингента в аграрных вузах обосновывает необходимость применения методики разработанной автором, для того чтобы университет аграрного профиля смог оценить и понимать тренды, продиктованные аграрным комплексом и подстраиваться под ту компетентностную модель, которая нужна в период повсеместной цифровизации в сельхозорганизациях.

Список источников

1. Коваль С.В. Практические аспекты и проблемы финансового менеджмента в вузах / Актуальные проблемы экономики и управления: теория и практика. Материалы III Республиканской с международным участием интернет-конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, 2019. С. 166-171.
2. Осипова О.С., Сахарова Н.В. Оптимизация бизнес-процессов современного вуза // Финансы: теория и практика. 2016. 20(5).
3. Давлеткиреева Л.З., Новинова Т.Б., Курзаева Л.В. Развитие бизнес-процессов образовательного учреждения на основе применения стандартов управления ИТ-инфраструктурой // Фундаментальные исследования. 2016. № 12. С. 266-271.
4. Казанцев А.К., Мещикис Д.К. Моделирование бизнес-процессов современного вуза на основе информационных технологий // Инновации. 2006. № 2.
5. Ефимов В.С., Лаптева А.В. Университет 4.0: Философско-методологический анализ // Университетское управление: практика и анализ. 2017. Том 21. № 1. С. 16-28.
6. Норицугу Уэмура. Общество 5.0: взгляд Mitsubishi Electric // Экономические стратегии. 2017. № 4. С. 2-11.
7. Колесникова Н.А., Петенева А.С. Реализация модели тройной спирали в российской экономике // Постулат. 2017. № 2. <http://e-postulat.ru/index.php/Postulat/issue/view/16>
8. Давыденко Е.В. Модели национальных инновационных систем: зарубежный опыт и адаптация для России // Проблемы современной экономики. 2014. № 2 (50). С. 23-26.
9. Романов Е.В. Методология и теория инновационного развития высшего образования в России. Москва: Инфра-М, 2019. 302 с.
10. Савельева И.Н. Модели национальных инновационных систем. Наука и образование в современных условиях. / Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Под общей редакцией А.И. Вострецова. 2017. С. 323-329.
11. Касенов Р.Р. Модель национальной инновационной системы // Вестник ЧелГУ. 2013. № 32 (323).

Информация об авторах:

Петухова Марина Сергеевна, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник, руководитель центра прогнозирования и мониторинга научно-технологического развития АПК, Новосибирский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0133-2851>, petuhova_ms@nsau.edu.ru
Коваль Сергей Витальевич, ассистент кафедры управления и отраслевой экономики, Новосибирский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-13-57-1753>, svkkoval@yandex.ru

Information about the authors:

Marina S. Petukhova, leading researcher, head of the center for forecasting and monitoring of scientific and technological development of agriculture, Novosibirsk State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0133-2851>, petuhova_ms@nsau.edu.ru
Sergey V. Koval, assistant of the department of management and branch economics, Novosibirsk State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-13-57-1753>, svkkoval@yandex.ru

12. Сергеев В.М., Алексеенкова Е.С., Нечаев В.Д. Типология моделей инновационного развития // Политика. 2008. № 4.
13. Фролов А.В. Национальные инновационные системы США и стран Азии: совпадающие приоритеты // Вопросы новой экономики. 2014. № 1 (29). С. 29-37.
14. Клавдиенко В.П. Национальная инновационная система Китая: становление и развитие // Инновации. 2016. № 4 (210).
15. Захарова Н.В., Лабудин А.В. Особенности формирования инновационной экономики в некоторых азиатских странах: возможности заимствования опыта в условиях российской Федерации // Управленческое консультирование. 2018. № 11 (119).
16. Попов С.В. Развитие национальной инновационной системы России: функциональный подход // Социально-экономические явления и процессы. 2011. № 5-6.
17. Павлова А.С., Никушина А.Н., Сарафанов А.Д., Анастасова А.С. Анализ и типология инноваций в условиях формирования национальной инновационной системы // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2016. № 12.
18. Варзунов, А.В., Торосян Е.К., Сажнева Л.П. Анализ и управление бизнес-процессами. СПб: Университет ИТМО, 2016. 112 с.
19. Емельянович А.А., Коваль С.В., Коложвари Ю.Б., Кулягина Е.А. Оценка эффективности профориентации в вузе // Revista Inclusiones. 2020. № 7. С. 38-50.
20. Coleman M., DeLeire T. An Economic Model of Locus of Control and the Human Capital Investment Decision // The Journal of Human Resources. 2003. Vol. 38. № 3. P. 701-721.
21. Петухова М.С., Коваль С.В. Прогноз потребности в высококвалифицированных кадрах аграрного сектора Новосибирской области в условиях нового технологического уклада // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1 (385). С. 53-56.

References

1. Koval' S.V. (2019). *Prakticheskie aspekty i problemy finansovogo menedzhmenta v vuzakh* [Practical aspects and problems of financial management in universities]. *Actual problems of economics and management: theory and practice Materials of the III Republican Internet Conference of students, undergraduates and postgraduates with international participation, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky*, pp. 166-171.
2. Osipova O.S., Sakharova N.V. (2016). *Optimizatsiya biznes-protsessov sovremennogo vuzha* [Optimization of business processes of a modern university]. *Finance: theory and practice*, no. 20 (5).
3. Davletkireeva L.Z., Novinova T.B., Kurzaeva L.V. (2016). *Razvitie biznes-protsessov obrazovatel'nogo uchrezhdeniya na osnove primeneniya standartov upravleniya IT-infrastrukturou* [Development of business processes of an educational institution based on the application of IT infrastructure management standards]. *Fundamental Research*, no. 12, pp. 266-271.
4. Kazantsev A.K., Meshchikis D.K. (2006). *Modelirovanie biznes-protsessov sovremennogo vuzha na osnove informatsionnykh tekhnologii* [Modeling of business processes of a modern university based on information technologies]. *Innovations*, no. 2.
5. Efimov V.S., Lapteva A.V. (2017). *Universitet 4.0: Filosofsko-metodologicheskii analiz* [University 4.0: Philosophical and methodological analysis]. *University management: practice and analysis*, vol. 21, no. 1, pp. 16-28.
6. Noritsugu Uehmura (2017). *Obshchestvo 5.0: vzglyad Mitsubishi Electric* [Society 5.0: The view of Mitsubishi Electric]. *Economic Strategies*, no. 4, pp. 2-11.
7. Kolesnikova N.A., Peteneva A.S. (2017). *Realizatsiya modeli troinnoi spirali v rossiiskoi ekonomike* [Implementation of the triple helix model in the Russian economy]. *Postulate*, no. 2, <http://e-postulat.ru/index.php/Postulat/issue/view/16>
8. Davydenko E.V. (2014). *Modeli natsional'nykh innovatsionnykh sistem: zarubezhnyi opyt i adaptatsiya dlya Rossii* [Models of national innovation systems: foreign experience and adaptation for Russia]. *Problems of Modern Economy*, no. 2 (50), pp. 23-26.
9. Romanov E.V. (2019). *Metodologiya i teoriya innovatsionnogo razvitiya vysshego obrazovaniya v Rossii* [Methodology and theory of innovative development of higher education in Russia]. Moscow: Infra-M, p. 302.
10. Savelyeva I.N. (2017). *Modeli natsional'nykh innovatsionnykh sistem. Nauka i obrazovanie v sovremennykh usloviyakh* [Models of national innovation systems. Science and education in modern conditions]. *Materials of the International (correspondence) scientific and practical conference. Under the general editorship of A.I. Vostretsov*, pp. 323-329.
11. Kasenov R.R. (2013). *Model' natsional'noi innovatsionnoi sistemy* [Model of the national innovation system]. *Bulletin of ChelSU* (electronic journal), no. 32 (323).
12. Sergeev V.M., Alekseenkova E.S., Nechaev V.D. (2008). *Tipologiya modeli innovatsionnogo razvitiya* [Typology of innovative development models]. *Politiya* (electronic journal), no. 4.
13. Frolov A.V. (2014). *Natsional'nye innovatsionnye sistemy SHA i stran Azii: sovpadayushchie priority* [National innovation systems of the USA and Asian countries: overlapping priorities]. *Issues of the New Economy*, no. 1 (29), pp. 29-37.
14. Klavdienco V.P. (2016). *Natsional'naya innovatsionnaya sistema Kitaya: stanovlenie i razvitiye* [China's National Innovation System: Formation and development]. *Innovations*, no. 4 (210).
15. Zakharova N.V., Labudin A.V. (2018). *Osobennosti formirovaniya innovatsionnoi ekonomiki v nekotorykh aziatskikh stranakh: vozmozhnosti zaistovovaniya opyta v usloviyakh rossiiskoi Federatsii* [Features of the formation of an innovative economy in some Asian countries: the possibility of borrowing experience in the conditions of the Russian Federation]. *Management Consulting* (electronic journal), no. 11 (119).
16. Popov S.V. (2011). *Razvitie natsional'noi innovatsionnoi sistemy Rossii: funktsional'nyi podkhod* [Development of the national innovation system of Russia: a functional approach]. *Socio-economic phenomena and processes*, no. 5-6.
17. Pavlova A.S., Nikushina A.N., Sarafanov A.D., Anastasova A.S. (2016). *Analiz i tipologiya innovatsii v usloviyakh formirovaniya natsional'noi innovatsionnoi sistemy* [Analysis and typology of innovations in the conditions of formation of the national innovation system]. *Economics and management of innovative technologies*, no. 12.
18. Varzunov, A.V., Torosyan E.K., Sazhneva L.P. (2016). *Analiz i upravlenie biznes-protsessami* [Analysis and management of business processes]. St. Petersburg: ITMO University, p. 112.
19. Emel'yanovich A.A., Koval' S.V., Kolozhvari Y.U.B., Kulyagina E.A. (2020). *Otsenka effektivnosti proforientatsii v vuzhe* [Evaluation of the effectiveness of career guidance in higher education]. *Revista Inclusiones*, no. 7, pp. 38-50.
20. Coleman M., DeLeire T. (2003). *An Economic Model of Locus of Control and the Human Capital Investment Decision*. *The Journal of Human Resources*, vol. 38, no. 3, pp. 701-721.
21. Petukhova M.S., Koval' S.V. (2022). *Prognoz potrebnosti v vysokokvalificirovannykh kadrah agrarnogo sektora Novosibirskoy oblasti v usloviyakh novogo tekhnologicheskogo uklada* [Forecast of the need for highly qualified personnel in the agricultural sector of the Novosibirsk region in the conditions of a new technological structure]. *International Agricultural Journal*, no. 1 (385), pp. 53-56.





ГЕОГРАФИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКОГО ЭКСПОРТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Д.А. Зюкин¹, О.В. Святова², С.А. Беляев³, Е.В. Репринцева³

¹Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова, Курск, Россия

²Курский государственный университет, Курск, Россия

³Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

Аннотация. Зерновой экспорт для России в условиях усиления международной напряженности становится не только альтернативным инструментом получения экспортной выручки, но и политическим инструментом, позволяющим воздействовать на мировую политическую обстановку в российскую пользу посредством обеспечения поставок в регионы мира, население которых страдает от голода. В ходе исследования проводится анализ динамики экспорта зерновых в привязке к динамике валовых сборов, рассматривается структура основных видов поставляемых зерновых, а также анализируются основные направления экспорта ключевых видов зерновых в разрезе культур и стран-импортеров. Как было установлено, экспорт зерновых в динамике имеет скорее положительные тенденции развития, сбыт ключевых видов культур развивается согласно общим тенденциям развития экспорта. Экспорт пшеницы многократно превышает объемы экспорта ячменя и кукурузы, в разрезе культур существенных изменений в структуре потребителей не наблюдается. Отмечается снижение объемов закупок ключевых культур крупнейшими потребителями в 2021 г. относительно 2017 г. В статье отмечается, что наращивание экспортного потенциала должно происходить не в ущерб внутреннему рынку и импортозамещению; экспорт на данный момент является лишь инструментом санации рынка, а не приоритетной целью. В качестве рекомендаций по развитию зернового экспорта предлагается развитие транспортно-логистической сети, задействованной в перемещении экспортной продукции, а также изменение мер государственной поддержки зернового экспорта в части прямого перераспределения финансирования от таможенных сборов в пользу реальных производителей зерновых культур пропорционально объемам валовых сборов.

Ключевые слова: зерновое хозяйство, зерновые культуры, санкции, импортозамещение, экспорт зерна, диверсификация рынка сбыта, эффективность, регулирование

Original article

GEOGRAPHY AND PROSPECTS OF RUSSIAN GRAIN EXPORTS

D.A. Zyukin¹, O.V. Svyatova², S.A. Belyaev³, E.V. Reprintseva³

¹Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

²Kursk State University, Kursk, Russia

³Kursk State Medical University, Kursk, Russia

Abstract. Grain exports for Russia in the conditions of increasing international tension are becoming not only an alternative tool for obtaining export earnings, but also a political tool of influence that allows influencing the global political situation in Russia's favor by providing supplies to regions of the world whose population is suffering from hunger. The study analyzes the dynamics of grain exports in relation to the dynamics of gross fees, examines the structure of the main types of grain supplied, and analyzes the main export directions of key types of grain in the context of crops and importing countries. As it was found, the export of grain dynamics has rather positive development trends, the sale of key types of crops is developing according to the general export development trends. Wheat exports are many times higher than exports of barley and corn, in terms of crops, there are no significant changes in the structure of consumers. There is a decrease in the volume of purchases of key crops by the largest consumers in 2021 compared to 2017. The article notes that the increase in export potential should not occur to the detriment of the domestic market and import substitution, and export at the moment is only a tool for market rehabilitation, and not a priority goal. As recommendations for the development of grain exports, it is proposed to develop a transport and logistics network involved in the movement of export products, as well as to change the measures of state support for grain exports in terms of direct redistribution of financing from customs duties in favor of real grain producers in proportion to the volume of gross fees.

Keywords: grain farming, grain crops, sanctions, import substitution, grain exports, market diversification, efficiency, regulation

Введение. События последнего года показали, что российское зерно на мировом продовольственном рынке имеет очень важное значение, выступая как инструмент обеспечения его стабильности и решения проблемы голода в беднейших странах мира. Поэтому экспортный потенциал российского зернового хозяйства в перспективе не должен пострадать, а ситуация должна вернуться к вектору предшествующих лет, когда снижалось негативное влияние неблагоприятных факторов на развитие отечественного зернового производства и логистические операции, связанные с экспортом зерна [1, 2].

После обострения политической ситуации в рамках первой волны санкций в 2014 г. в качестве ответных мер со стороны российского правительства было введено продовольственное эмбарго в отношении стран, поддерживавших антироссийские санкции. Данные меры,

при имеющихся негативных моментах, позволили улучшить конкурентные позиции российских агропроизводителей на отечественном продовольственном рынке. В дальнейшем задача полного обеспечения продовольственной безопасности определяет стабильность социально-экономического положения страны и по ряду продуктов питания [3]. Однако российским зерном полностью обеспечивается не только внутренний рынок, но и имеются огромные возможности проводить активную экспортную экспансию. В новых условиях зерновое хозяйство является примером итоговой цели развития АПК России — перейти от импортозависимости к экспорту продовольствия.

Безусловно, санкции, наложенные на энергетический сектор, как ранее, так и в 2022 г., серьезно сказываются на российской экономике, но предприятия добывающей промышленности

продолжают свою работу. При этом бизнес-активность отечественных производителей, направленная на обеспечение отраслей импортозамещающей продукцией, имеющих стратегическое значение в экономике, должна поддерживаться. И, тем не менее, сужение пространства свободного рынка, отягощенное замедлением мировой экономики в 2019-2020 гг., порождает новые риски для российской экономики, внутри которой усилились процессы стагнации внутреннего производства, особенно имеющего значительную зависимость от импорта и технологий, что касается и сельскохозяйственного производства [4].

Необходимость ускоренного импортозамещения коснулась не только производственных и перерабатывающих предприятий, но и предприятий агропромышленного сектора, в частности, в вопросах обеспечения населения



продовольствием достойного качества и в доступной форме по уровню цен. Доступность продовольствия для населения — одна из основных задач современной экономики, так как под воздействием санкционных ограничений реальные доходы населения существенно упали, что в совокупности с общей напряженностью в обществе будет только ухудшать настроения нации и создавать угрозу внутренних конфликтов. В свою очередь, рост бедности населения будет препятствовать развитию агропродовольственного производства [5, 6].

Задача сегодняшнего дня по наращиванию экспортного потенциала актуализируется, поскольку в условиях ограничений энергетического экспорта возрастает необходимость диверсификации источников валютной выручки. Также все больше изменений происходит на мировой политической арене, где Россия за счет наращивания зернового экспорта также может закрепить свое влияние в определенных регионах.

В текущий момент участие России в мировой экономике фрагментарное, товарное разнообразие экспорта низкое, что требует изменения траекторий позиционирования в глобальных производственных и торговых цепочках и в настоящее время имеет крайне важное значение [7].

Это обуславливает значимость анализа экспорта зерновых, в результате которого необходимо выявить основные тенденции развития экспорта зерновых, выделить преобладающие виды экспортируемого зерна и определить ключевых партнеров по покупке каждого из вида зерновых, преобладающих в структуре экспорта.

Методика исследования. Исследование проводится в период с 2017 по 2021 гг. В 2017 г. российская экономика вступила в фазу оживления после преодоления острого периода структурного кризиса, вызванного первой волной антироссийских санкций. 2021 г. является ближайшим к текущему периоду времени и позволяет проанализировать состояние экспортного рынка по итогам 2020 г., когда было введено множество ограничительных мер на фоне распространения пандемии, вызванной COVID-2019, с одной стороны, а с другой — оценить состояние экспортного рынка на пороге новых сложностей, связанных с событиями начала 2022 г., где Россия стала ключевым фигурантом, освещаемым во всем мире в негативном ключе.

Исследование проводится на основе данных Центрального таможенного управления [8], Федеральной службы государственной статистики [9] и новостного источника Финмаркет [10], на базе которых отобраны сведения об объемах экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья из Российской Федерации во все страны.

На первом этапе следует оценить динамику общего объема экспорта зерновых на фоне валовых сборов зерна за последние 10 лет. На втором этапе — определить структуру ключевых видов экспортируемого зерна в рамках последних трех сезонов. На третьем — рассмотреть динамику экспорта ключевых видов зерновых в страны СНГ и страны дальнего зарубежья. На четвертом — проанализировать основные направления экспорта зерновых в разрезе ключевых культур и крупнейших потребителей.

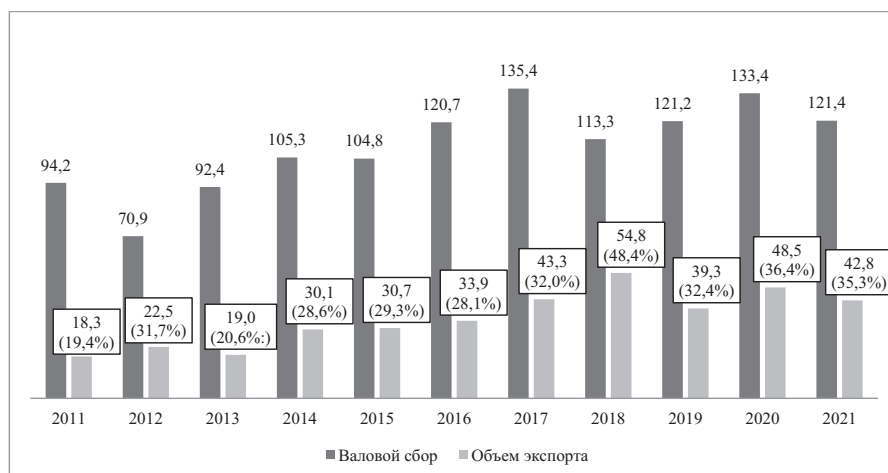
Результаты исследования. Реализация потенциала России в качестве игрока на мировом рынке зерна началась в 2002 г., но стабильные

позиции на мировом зерновом рынке страна заняла с сезона 2006-2007 гг. За последние 10 лет валовой сбор зерновых в России вырос на 28,9%, тогда как экспорт зерновых увеличился на 133,9% (рис. 1).

В 2014 г. российский экспорт зерна приобрел новые очертания, поскольку с 2014 г. изменилась внешнеполитическая позиция России и страна начала подготовку к экономическому противостоянию со странами «Запада». С этих пор экспорт зерновых стал превышать 30% от объемов валового сбора зерновых. В 2022 г. энергетический экспорт оказался под санкциями и возникла необходимость диверсификации валютной выручки, одним из альтернативных вариантов может стать наращивание экспорта продовольствия.

Рекордный объем экспорта зерна из России отмечается в 2018 г., объем экспорта от валового сбора составил почти половину в процентном соотношении. По сравнению с 2014 г., когда взаимоотношения России с западными странами обострились, экспорт зерновых в максимальном пиковом периоде оказался в 1,8 раза выше результатов 2014 г. В среднем с 2014 по 2021 гг. Россия экспортировала 40,4 млн т зерна ежегодно. В последние 5 лет, за исключением 2019 г.,

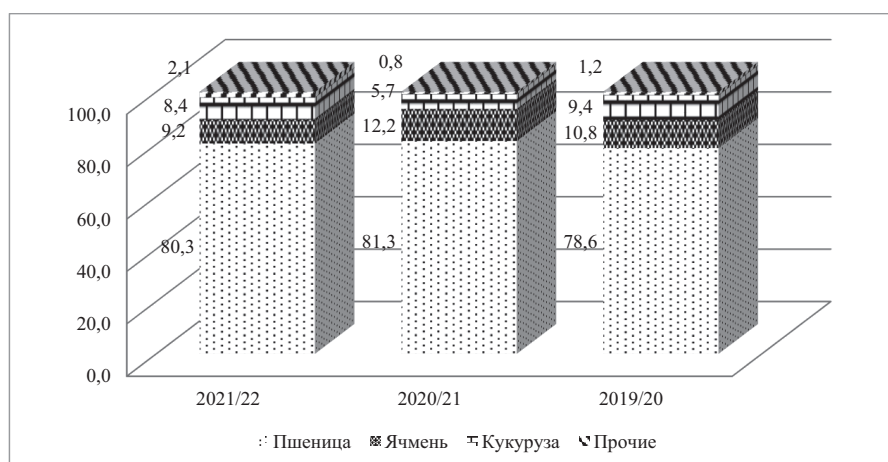
экспорт зерновых превышал 43 млн т, что вдвое выше уровня экспорта зерна, наблюдавшегося до 2014 г. Это косвенно указывает на влияние ограничений энергетического экспорта на ситуацию с экспортом продовольствия и получением валютной выручки. Стоит также отметить, что в 2020 г., когда вся мировая экономика находилась в состоянии торможения из-за ограничений, направленных на борьбу с распространением коронавирусной инфекции, Россия экспортировала на мировой рынок 48,5 млн т зерна, что также может служить индикатором попытки возмещения экономических потерь, образовавшихся на фоне замедления деятельности в других отраслях. В 2021 г. объем экспорта зерна оказался чуть ниже среднего уровня, наблюдавшегося в последние 5 лет, и в 1,3 раза ниже уровня 2018 г., но все же выше уровня 2019 г., в котором урожай зерновых был практически на том же уровне, что и в 2021 г. Это снова подтверждает необходимость повышения продаж за рубеж тех видов продукции, которые не попадают под ограничения, остро востребованы на мировом рынке и позволяют получить не только валютную выручку, но и сыграть на политическом поле в качестве спасителя нуждающихся стран от голода.



Составлено на основе данных Федеральной службы государственной статистики [9].

Рисунок 1. Динамика экспорта российского зерна в 2011-2021 гг., млн т

Figure 1. Dynamics of Russian grain exports in 2011-2021, million tons

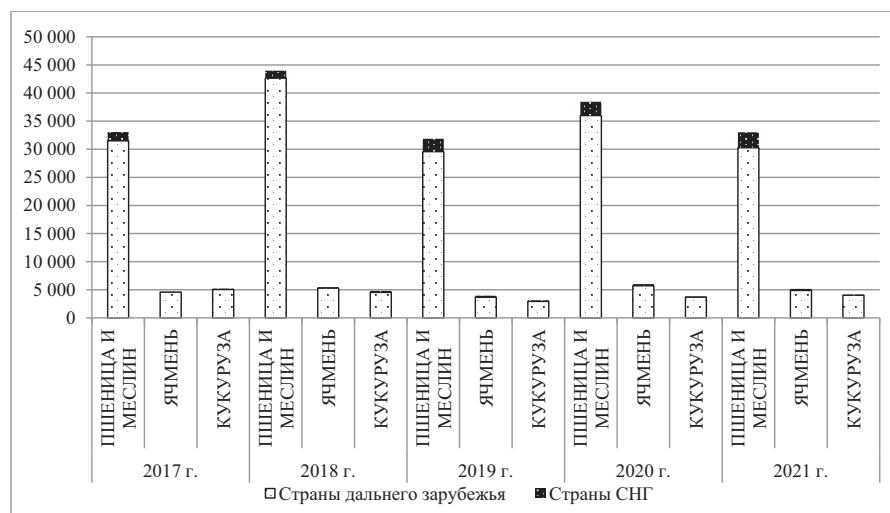


Составлено на основе данных новостного агентства Финмаркет [10].

Рисунок 2. Структура российского экспорта зерновых и зернобобовых, %

Figure 2. Structure of Russian grain and leguminous exports, %





Составлено на основе данных Центрального таможенного управления [8].

Рисунок 3. Динамика экспорта ключевых видов зерновых в страны СНГ и страны дальнего зарубежья, тыс. т

Figure 3. Dynamics of exports of key types of grain to the CIS and non-CIS countries, thousand tons

Таблица 1. Топ-10 покупателей пшеницы и меслина

Table 1. Top-10 buyers of wheat and meslin

2017 г.			2021 г.			Изменение позиции в 2021 г. к 2017 г.
Место в рейтинге	Страна	Количество, тыс. т	Место в рейтинге	Страна	Количество, тыс. т	
1	Египет	7835	1	Турция	6711	+1
2	Турция	3445	2	Египет	5655	-1
3	Бангладеш	1923	3	Азербайджан	1058	+4
4	Судан	1454	4	Казахстан	1047	-3
5	Йемен	1435	5	Нигерия	974	+1
6	Нигерия	1386	6	Бангладеш	737	-3
7	Азербайджан	1213	7	Судан	689	-3
8	Индонезия	1184	8	Латвия	668	+7
9	Объединенные Арабские Эмираты	970	9	Саудовская Аравия	663	в 2017 г. не являлась покупателем
10	Ливан	957	10	Йемен	578	-5

Составлено на основе данных Центрального таможенного управления [8].

Таблица 2. Топ-10 покупателей ячменя

Table 2. Top-10 buyers of barley

2017 г.			2021 г.			Изменение позиции в 2021 г. к 2017 г.
Место в рейтинге	Страна	Количество, тыс. т	Место в рейтинге	Страна	Количество, тыс. т	
1	Саудовская Аравия	1627	1	Турция	1202	+4
2	Иран	1188	2	Саудовская Аравия	1080	-1
3	Иордания	358	3	Ливия	493	+1
4	Ливия	314	4	Тунис	434	+11
5	Турция	198	5	Израиль	161	+6
6	Ливан	175	6	Беларусь	100	+14
7	Сирия	127	7	Казахстан	90	+11
8	Кувейт	126	8	Китай	86	в 2017 г. не являлся покупателем
9	Катар	112	9	Ирак	64	+27
10	Алжир	91	10	Иордания	63	-7

Составлено на основе данных Центрального таможенного управления [8].

Основное место в структуре зернового экспорта России занимает пшеница, на долю которой в динамике приходится порядка 80%. Среди остальных культур можно выделить ячмень, доля которого составляет 9-12% в структуре экспорта, а также кукурузу — от 5,7 до 9,4% (рис. 2). Доля прочих видов зерновых в структуре экспорта крайне мала, но в динамике увеличивается до 2,1%. Это свидетельствует о росте диверсификации поставок отличных от монокультурных культур, и, следовательно, об увеличении интереса международного рынка к другим видам аграрной продукции, производимой в России.

География поставок ключевых видов зерновых культур довольно широка. Ключевыми импортерами российских злаков являются южные страны, расположенные в Африке, на Аравийском полуострове и в Азиатской части Евразии. Среди крупнейших партнеров в покупке российского зерна на протяжении последних 5 лет значатся Турция, Египет и Иран. Стабильными покупателями первой десятки являются Саудовская Аравия, Азербайджан, Йемен, Судан и Нигерия, Бангладеш. Диапазон второй десятки включает, в основном, страны Африки, ближнего зарубежья, Юго-Восточную Азию и ряд островных государств.

Стоит отметить, что в структуре экспорта ключевых видов культур основные поставки приходятся на долю стран дальнего зарубежья, экспорт в страны СНГ, например пшеницы, в среднем составляет 6%, ячменя — 4,4%, кукурузы — 3,9% от общего объема (рис. 3).

При этом стоит отметить, что, несмотря на рекордные объемы экспорта в 2018 г., поставки пшеницы на долю стран СНГ оказались минимальными относительно других периодов.

В разрезе ключевых культур география поставок отличается, так как на определенные их виды спрос у отдельных государств различен. Так, основные покупатели российской пшеницы — Турция и Египет, устойчиво занимающие лидирующие позиции в анализируемых периодах (табл. 1).

В исследуемом периоде в списке крупнейших покупателей пшеницы и меслина сохранились Судан, Бангладеш, Нигерия, Азербайджан и Йемен. Объем экспорта пшеницы и меслина в 2017 г. в страны, лидирующие по объемам закупок, был значительно выше. При этом все импортеры, кроме Турции, снизили объемы закупаемой продукции. Даже те страны, которые поднимались выше в рейтинге покупателей, стали закупать меньше, чем в 2017 г. Стоит также отметить, что до 2020 г. Бангладеш устойчиво занимал третью позицию, закупая порядка 2-2,5 млн т. Довольно крупные объемы продукции закупал и Вьетнам, а Латвия вошла десятку лидеров в 2018 г. Вместе с тем Объединенные Арабские Эмираты, Индонезия и Танзания покинули перечень крупнейших покупателей российской пшеницы и меслина.

Объемы экспорта ячменя существенно ниже объемов экспорта пшеницы и меслина, лидеры по экспорту ячменя закупают объемы, соответствующие уровню закупки пшеницы и меслина покупателями третьей-четвертой очереди. В свою очередь, покупка ячменя покупателями третьего порядка по объемам ниже уровня последнего участника топ-10 покупателей пшеницы и меслина (табл. 2).

В 2017 г. крупнейшим покупателем ячменя была Саудовская Аравия, в 2021 г. первое место



заняла Турция. В тройку крупнейших покупателей ячменя также входит Ливия. Аналогично развитию ситуации с экспортом пшеницы и меслина, объемы закупок ячменя представителями топ-10 сократились. Но среди покупателей ячменя в 2021 г. появился Китай, и значительно поднялись в рейтинге Беларусь и Казахстан.

Третьей из крупнейших экспортируемых культур является кукуруза (табл. 3).

Крупнейшими покупателями кукурузы являются Турция и Республика Корея. Также среди покупателей кукурузы присутствуют европейские страны в большем количестве, чем среди топ-10 покупателей ячменя или пшеницы и меслина.

География продаж кукурузы и ячменя не столь обширна, как география продажи пшеницы и меслина. В 2021 г. пшеницу и меслин продали более чем в 85 стран, а ячмень и кукурузу — в 24 и 36 стран соответственно. В 2017 г. в списке покупателей российской пшеницы было 132 страны, ячменя — 30, а кукурузы — 42.

Динамика суммарного объема экспорта ключевых видов зерновых не имеет устойчивых тенденций (рис. 4).

Экспорт пшеницы крупнейшим потребителям осуществляется нестабильно — скачкообразно, а в динамике снижается. Это же происходит и в разрезе других экспортируемых зерновых культур — ячменя и кукурузы. Топ-10 покупателей пшеницы ежегодно закупает в 5-6 раз больше покупателей ячменя и в 6-8 раз (а в 2020 г. в 12 раз) больше покупателей кукурузы, но, тем не менее, все они соответствуют единым тенденциям осуществления зернового экспорта в отношении всех стран.

Рост объемов производства зерна определяет повышение экспортного потенциала, но также является фундаментом для развития других смежных направлений сельскохозяйственного производства. Особенно в контексте реализации импортозамещения по животноводческой продукции, в рамках чего происходит увеличение мощностей животноводческого комплекса, что определяет необходимость обеспечения его соответствующей кормовой базой.

Немаловажным является и тот факт, что на развитие аграрного экспорта косвенно влияют меры по обеспечению продовольственной безопасности внутри страны, что обуславливает

повышенное внимание государства к агропроизводителям. Россия, хотя и обладает крупнейшими в мире природными ресурсами, но потребляет их в 8 раз меньше, чем страны Европы и США, и долгие годы была не в состоянии удовлетворить потребности внутреннего рынка в продовольствии. По данным Глобального индекса продовольственной безопасности, Россия занимает 24 место по наличию продуктов питания, 30 место — по их качеству и безопасности и 20 место — по доступности продуктов питания для населения [11].

Для преодоления множества трудностей и вызовов следует продолжать политику ограничения импортных поставок продовольственной продукции, а также сдерживания притока импортных комплектующих и готовой продукции, что должно побудить отечественных производителей к освоению новых ниш внутреннего рынка и развития собственных производств [12]. Данная мера является важной по причине снижения ликвидности большинства регионов страны, возникновения сложностей с реализацией инвестиционных проектов, изменения приоритетов потребительского поведения экономических субъектов и иных факторов, способных оказать негативное воздействие на сельскохозяйственных производителей.

Роль зернового хозяйства во многом является определяющей для комплексного развития АПК России и повышения уровня обеспеченности продовольствием, поэтому и подходить к задаче наращивания экспортного потенциала необходимо с учетом внутренних задач. При этом экспорт на данный момент является необходимым способом санации внутреннего зернового рынка, обеспечивая экономическую мотивацию зернопроизводителей. Поэтому подходить к регулированию экспорта зерновых культур, как в отношении его стимулирования, так и ограничений, необходимо весьма сдержанно, без резких изменений в государственной политике, которые могут вызвать шоковые реакции на зерновом рынке.

Выводы и рекомендации. Экспорт зерновых в условиях нарастающей опасности мирового голода, вызванного дестабилизацией ситуации на мировом продовольственном рынке из-за конфликта на Украине, для России приобретает не только экономическую, но и политическую составляющую, оказывающую влияние на положение России на мировом глобальном рынке.

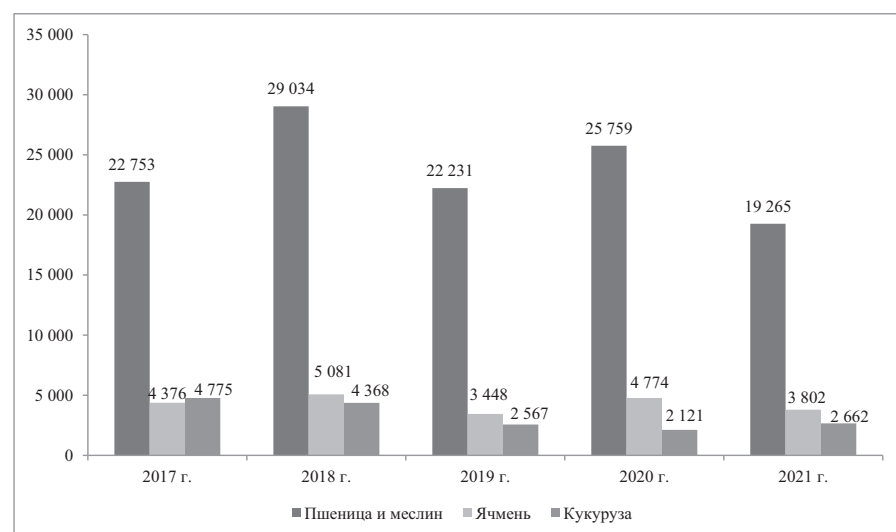
Направление на экспорт излишков зерна, производимого на территории России, позволяет сохранять баланс цен на внутреннем рынке, поддерживая отечественных зернопроизводителей. С другой стороны, в свете последних событий, Россия, имея намерения оказать безвозмездную поддержку беднейшим странам в виде поставок зерна, может сдерживать развитие негативных последствий для целых народностей, страдающих от дефицита продовольствия.

Для наращивания экспортного потенциала необходимо работать не только над вопросами повышения валовых сборов зерновых, но и над вопросами непосредственной поддержки прямых производителей зерна, которые напрямую от экспорта не получают выгоды. На текущий момент экспорт зерновых осуществляется из малого количества регионов, часть из которых только номинально владеют продукцией, не имея отношения к ее производству. Для устранения дисбаланса и поддержки

Таблица 3. Топ-10 покупателей кукурузы
Table 3. Top-10 Corn buyers

2017 г.			2021 г.			Изменение позиции в 2021 г. к 2017 г.
Место в рейтинге	Страна	Количество, тыс. т	Место в рейтинге	Страна	Количество, тыс. т	
1	Турция	1321	1	Турция	1076	0
2	Республика Корея	1010	2	Республика Корея	566	0
3	Иран	788	3	Грузия	172	+4
4	Вьетнам	743	4	Латвия	162	+5
5	Ливан	297	5	Греция	147	+1
6	Греция	114	6	Вьетнам	111	-2
7	Грузия	106	7	Италия	106	+3
8	Азербайджан	94	8	Япония	97	+4
9	Латвия	82	9	Китай	94	+23
10	Италия	76	10	Ливия	72	+5

Составлено на основе данных Центрального таможенного управления [8].



Составлено на основе данных Центрального таможенного управления [8].

Рисунок 4. Динамика суммарного экспорта ключевых видов зерновых потребителям топ-10, тыс. т
Figure 4. Dynamics of total exports of key types of grain to consumers of the top-10, thousand tons





производителей на местах необходимо развивать меры государственной поддержки посредством распределения финансовых средств от таможенных сборов пропорционально произведенной продукции. А также развивать транспортно-логистическую систему в целях сокращения сроков доставки продукции до мест отправки на экспорт, улучшения условий хранения зерна и снижения затрат на транспортировку до конечного потребителя.

Следует также отметить, что для организации более эффективной схемы производства и распределения зерна на внутреннем рынке и сокращения при отправке на экспорт потерь как физических, так и экономических, стоит придерживаться рационального регионального распределения ролей регионов-производителей.

Таким образом, при расширении географии экспорта в зону Восточной и Юго-Восточной Азии возникает необходимость формирования дальневосточной транспортной и портовой инфраструктуры, что не только будет способствовать решению вопросов развития экспорта, но и создаст стимул к наращиванию урожаев зерна и повышению инвестиционной привлекательности аграрного сектора в восточносибирских регионах. На территории Центральной и Южной России следует направить потенциал удаленных от границ регионов на обеспечение внутреннего рынка, а регионов, расположенных вблизи границ и возле крупнейших транспортных магистралей, в прибрежных зонах водной транспортной инфраструктуры — на обеспечение экспорта.

Список источников

1. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of Russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, vol. 12, no. 32, pp. 87-101.
2. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Golovin, A.A., Belova, T.V. (2020). Prospects for increasing exports of Russian wheat to the world market. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 28, pp. 346-355.
3. Golovin A., Derkach N., Zyukin D. Development of food exports to ensure economic security // *Економічний часопис-XXI*. 2020. № 186 (11-12). С. 75-85.
4. Глазатова М.К., Данильцев А.В. Основные тенденции в развитии мировой торговли и структурные особенности российского экспорта // *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2020. № 1 (45). С. 183-192.

Информация об авторах:

Зюкин Данил Алексеевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, nightingale46@rambler.ru

Святлова Ольга Викторовна, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и учета, <http://orcid.org/0000-0003-3468-1396>, olga_svyatova@mail.ru

Беляев Сергей Александрович, кандидат исторических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, <http://orcid.org/0000-0002-8685-5995>, serg-belyaev13@yandex.ru

Репринцева Елена Васильевна, кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, <http://orcid.org/0000-0003-0655-6360>, elena.reprin@yandex.ru

Information about the authors:

Danil A. Zyukin, candidate of economic sciences, associate professor of the department of accounting and finance, <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, nightingale46@rambler.ru

Olga V. Svyatova, doctor of economic sciences, professor of the department of economics and accounting, <http://orcid.org/0000-0003-3468-1396>, olga_svyatova@mail.ru

Sergei A. Belyaev, candidate of historical sciences, associate professor of the department of economics and management, <http://orcid.org/0000-0002-8685-5995>, serg-belyaev13@yandex.ru

Elena V. Reprintseva, candidate of pharmaceutical sciences, associate professor of the department of economics and management, <http://orcid.org/0000-0003-0655-6360>, elena.reprin@yandex.ru

5. Гончаренко К.А., Печерица Е.В. Влияние импортозамещения на состояние экономической доступности продовольствия в РФ // *Национальная безопасность и стратегическое планирование*. 2021. № 1 (33). С. 71-77.

6. Соловьева Т.Н., Зюкин Д.А. Бедность населения как препятствие развития агропродовольственного производства в России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. № 3 (381). С. 19-22.

7. Симачев Ю.В., Федюнина А.А., Кузык М.Г. Российская промышленная политика в условиях трансформации системы мирового производства и жестких ограничений // *Вопросы экономики*. 2022. № 6. С. 5-25.

8. Экспорт и импорт РФ по товарным группам в торговле со всеми странами. Центральное таможенное управление. Режим доступа: <http://stat.customs.ru/documents> (дата обращения: 05.11.2022).

9. Балансы продовольственных ресурсов. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy# (дата обращения: 05.11.2022).

10. Экспорт зерна из России в 2020/21 сельхозгоду вырос на 9%. Финмаркет. Режим доступа: <https://www.interfax.ru/business/850538> (дата обращения: 05.11.2022).

11. Анищенко А.Н. Проблемы обеспечения продовольственной безопасности России в условиях глобальных вызовов и угроз // *Проблемы рыночной экономики*. 2021. № 3. С. 131-147.

12. Сафиуллин М.Р., Гафаров М.Р., Ельшин Л.А. Импортзамещение как инструмент обеспечения устойчивого развития экономики в условиях системных преобразований: регионально-отраслевой аспект // *Экономические отношения*. 2022. Том 12. № 3. С. 407-432.

References

1. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of Russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, vol. 12, no. 32, pp. 87-101.
2. Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Golovin, A.A., Belova, T.V. (2020). Prospects for increasing exports of Russian wheat to the world market. *Amazonia Investiga*, vol. 9, no. 28, pp. 346-355.
3. Golovin, A., Derkach, N., Zyukin, D. (2020). Development of food exports to ensure economic security. *Економічний часопис-XXI*, no. 186 (11-12), pp. 75-85.
4. Glazatova, M.K., Danil'tsev, A.V. (2020). Osnovnye tendentsii v razvitiі mirovoi trgovli i strukturnye osobennosti rossiiskogo ehksporta [The main trends in the development of world trade and structural features of Russian exports]. *Zhurnal Novoi ehkonomicheskoi assotsiatsii* [Journal of the New economic association], no. 1 (45), pp. 183-192.

5. Goncharenko, K.A., Pecheritsa, E.V. (2021). Vliyaniye importozameshcheniya na sostoyaniye ehkonomicheskoi dostupnosti prodovol'stviya v RF [The impact of import substitution on the state of economic availability of food in the Russian Federation]. *Natsional'naya bezopasnost' i strategicheskoe planirovaniye* [National security and strategic planning], no. 1 (33), pp. 71-77.

6. Solov'eva, T.N., Zyukin, D.A. (2021). Bednost' naseleeniya kak prepyatstvie razvitiya agroprodovol'stvennogo proizvodstva v Rossii [Poverty of the population as an obstacle to the development of agri-food production in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3 (381), pp. 19-22.

7. Simachev, Yu.V., Fedyunina, A.A., Kuzyk, M.G. (2022). Rossiiskaya promyshlennaya politika v usloviyakh transformatsii sistemy mirovogo proizvodstva i zhestkikh ograniichenii [Russian industrial policy in the context of the transformation of the world production system and severe restrictions]. *Voprosy ehkonomiki*, no. 6, pp. 5-25.

8. Ehksport i import RF po tovarnym gruppam v torgovle so vsemi stranami. Tsentral'noe tamozhennoe upravleniye [Export and import of the Russian Federation by commodity groups in trade with all countries. Central Customs Administration]. Available at: <http://stat.customs.ru/documents> (accessed: 05.11.2022).

9. Balansy prodovol'stvennykh resursov. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki [Balances of food resources. Federal State Statistics Service]. Available at: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy# (accessed: 05.11.2022).

10. Ehksport zerna iz Rossii v 2020/21 sel'khozgodu vyros na 9%. Finmarket [Grain exports from Russia in the 2020/21 agricultural year increased by 9%. Finmarket]. Available at: <https://www.interfax.ru/business/850538> (accessed: 05.11.2022).

11. Anishchenko, A.N. (2021). Problemy obespecheniya prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossii v usloviyakh global'nykh vyzovov i ugroz [Problems of ensuring Russia's food security in the context of global challenges and threats]. *Problemy rynochnoi ehkonomiki* [Market economy problems], no. 3, pp. 131-147.

12. Safiullin, M.R., Gafarov, M.R., El'shin, L.A. (2022). Importozameshcheniye kak instrument obespecheniya ustoychivogo razvitiya ehkonomiki v usloviyakh sistemnykh preobrazovaniy: regional'no-otraslevoi aspekt [Import substitution as a tool for ensuring sustainable economic development in the context of systemic transformations: regional and sectoral aspect]. *Ehkonomicheskie otnosheniya*, vol. 12, no. 3, pp. 407-432.