

INTERNATIONAL AGRICULTURAL JOURNAL

ISSN 2588-0209



Vol.9 Part 4

2026



№ 4/2026

Научно-практический ежеквартальный
сетевой журнал

СВИДЕТЕЛЬСТВО о регистрации
средства массовой информации ЭЛ № ФС
77 - 78850

Международный стандартный
серийный номер **ISSN 2588-0209**

Публикации в журнале размещаются
в системе Российского индекса научного
цитирования (**РИНЦ**)

«Международный агрокультурный
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

Издатель ООО «Электронная наука»

Председатель редколлегии: Фомин
Александр Анатольевич, к.э.н., доцент,
профессор кафедры управления
сельскохозяйственным производством и
менеджмента, ФГБОУ ВО
«Государственный университет по
землеустройству»

Редактор выпуска: Сямина Е.И.

105064, г. Москва, ул. Казакова, д.
10/2, (495)543-65-62, e-science@list.ru

Scientific-practical quarterly journal

CERTIFICATE of registration media
Al № FS 77 - 78850

International standard serial number
ISSN 2588-0209

Publication in the journal placed in the
system of Russian index of scientific citing

«International agricultural journal» is
included in the VAK list of peer-reviewed
scientific publications, where must be
published basic scientific results of
dissertations on competition of a scientific
degree of candidate of Sciences, on
competition of a scientific degree of doctor of
science

Publisher «E-science Ltd»

Chairman of the editorial board:

Fomin Aleksandr Anatolevich,
candidate of economic sciences, associate
professor, professor of the department of
management and managerial of agricultural
production, State university of land use
planning

Editor: Siamina E.I.

105064, Moscow, Kazakova str., 10/2,
(495)543-65-62, e-science@list.ru

Редакционный совет

Председатель редколлегии, главный редактор: Фомин Александр Анатольевич, к.э.н., доцент, профессор кафедры менеджмента и управления сельскохозяйственным производством, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»

Чекмарев П.А. - председатель редакционного совета, д.э.н., д.с.-х.н., профессор, Заместитель президента, Российская академия наук, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, академик Российской академии наук; ORCID iD 0000-0002-0931-065X

Баутин В.М. — д.э.н., профессор, член Российской академии наук, Заслуженный деятель науки Российской Федерации

Белобров В.П. — д.с.-х.н., профессор, ФГБНУ ФИЦ "Почвенный институт им. В.В. Докучаева" (Межинститутский отдел по изучению черноземных почв, заведующий отделом); ORCID iD 0000-0001-6126-5676

Бунин М.С. - д.с.-х.н., профессор, директор, заслуженный деятель науки РФ, ФГБНУ «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека», действительный государственный советник Российской Федерации 3 класса

Вершинин В.В. - д.э.н., профессор, заведующий кафедрой почвоведения экологии и природопользования, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, академик РАН, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»; ORCID iD 0000-0001-9046-827X

Гордеев А.В. – д.э.н., профессор, академик РАН, академик РАСХН, Заместитель председателя Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации

Гусаков В.Г. – д.э.н., профессор, академик НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, академик РАСН, академик УААН, Председатель Президиума, Национальная академия наук Беларуси; ORCID ID 0000-0001-9897-9349

Долгушкин Н.К. — д.э.н., профессор, вице-президент отделения сельскохозяйственных наук РАН, Российская академия наук, Заслуженный деятель науки Российской Федерации

Завалин А.А. — д.с.-х.н., профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт имени Д.Н.Прянишникова (Научный руководитель института), академик Российской академии наук (РАН)

Закшевский В.Г. – д.э.н., профессор, руководитель НИИ, Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса центрально-черноземного района – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева», академик РАН, почетный работник агропромышленного комплекса

Замотаев И.В. — д.г.н., профессор, ведущий научный сотрудник, Отдел географии и эволюции почв, Институт географии Российской академии наук; ORCID iD 0000-0003-4587-4070

Иванов А.И. – д.с.-х.н., профессор, заведующий отделом и лабораторией опытного дела, член-корреспондент РАН, ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»

Коробейников М.А. – д.э.н., профессор, член-корреспондент РАН, вице-президент Международного союза экономистов, действительный государственный советник Российской Федерации 1 класса

Петриков А.В. – д.э.н., профессор, академик РАН, директор, ФГБНУ «Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А. А. Никонова»

Романенко Г.А. – д.э.н., профессор, член президиума, Российская академия наук, Академик РАН

Савин И.Ю. — д.с.-х.н., профессор, заведующий отделом, г.н.с., ФГБНУ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», Академик РАН

Серова Е.В. – д.э.н., профессор, директор Института аграрных исследований, НИУ «Высшая школа экономики»; руководитель, Московский офис Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО ООН)

Сиптиц С.О. — д.э.н., профессор, зав. отделом системных исследований экономических проблем АПК , Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова - филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ

Узун В.Я. – д.э.н., профессор, главный научный сотрудник Центра агропродовольственной политики ИПЭИ, ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы»

Ушачев И.Г. — д.э.н., профессор, академик Российской академии наук, Заслуженный деятель науки Российской Федерации

Хлыстун В.Н. – д.э.н., профессор, профессор кафедры экономики управления, академик РАН, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»

Цыпкин Ю.А. – д.э.н., профессор, заведующий кафедрой маркетинга, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»; ORCID ID 0000-0002-0774-485X

Шагайда Н.И. - д.э.н., доцент, зав. лабораторией аграрной политики Научного направления «Реальный сектор»; директор Центра агропродовольственной политики Института прикладных экономических исследований, ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ»

Широкова В.А. – д.г.н., профессор, профессор кафедры почвоведения, экологии и природопользования, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»; заведующая отделом истории наук о Земле, ФГБУН Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова Российской академии наук; ORCID ID 0000-0003-0839-1416

Editorial board

Chairman of the editorial board, Chief Editor: Fomin Aleksandr Anatolevich, candidate of economic sciences, associate professor, professor of the department of management and managerial of agricultural production, State university of land use planning

Chekmarev P.A. - Chairman of the Editorial Board, Doctor of Economics, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Deputy President, Russian Academy of Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Academician of the Russian Academy of Sciences; ORCID iD 0000-0002-0931-065X

Bautin V.M. — Doctor of Economics, Professor, Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation

Belobrov V.P. — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, V.V. Dokuchaev Federal State Budgetary Scientific Research Center (Interinstitutional Department for the Study of Chernozem Soils, Head of the Department); ORCID ID 0000-0001-6126-5676

Bunin M.S. - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director, Honored Scientist of the Russian Federation, Central Scientific Agricultural Library, Full State Adviser of the Russian Federation, 3rd class

Vershinin V.V. - Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Soil Science, Ecology and Nature Management, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Land Management"; ORCID iD 0000-0001-9046-827X

Gordeev A.V. – Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Academician of the RAS, Deputy Chairman of the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation

Gusakov V.G. – Doctor of Economics, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Honored Scientist of the Republic of Belarus, Academician of RAS, Academician of the UAAS, Chairman of the Presidium, National Academy of Sciences of Belarus; ORCID ID 0000-0001-9897-9349

Dolgushkin N.K. — Doctor of Economics, Professor, Vice-President of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences, Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation

Zavalin A.A. — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, All-Russian Scientific Research Institute named after D.N.Pryanishnikov (Scientific Director of the Institute), Academician of the Russian Academy of Sciences (RAS)

Zakshevsky V.G. – Doctor of Economics, Professor, Head of the Research Institute, Scientific Research Institute of Economics and Organization of the Agro-Industrial Complex of the Central Chernozem region - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Voronezh Federal Agrarian Scientific Center named after V.V. Dokuchaev", Academician of the Russian Academy of Sciences, Honorary worker of the agro-industrial complex

Zamotaev I.V. — Doctor of Geographical Sciences, Professor, Leading Researcher, Department of Geography and Soil Evolution, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences; ORCID iD 0000-0003-4587-4070

Ivanov A.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department and Laboratory of Experimental Business, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Federal State Budgetary Scientific Institution "Agrophysical Research Institute"

Korobeynikov M.A. - Doctor of Economics, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Vice-President of the International Union of Economists, Full State Adviser of the Russian Federation 1 class

Petrikov A.V. – Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director, Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics named after A. A. Nikonov"

Romanenko G.A. — Doctor of Economics, Professor, Member of the Presidium, Russian Academy of Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences

Savin I.Y. - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department, PhD, Dokuchaev Soil Institute, Academician of the Russian Academy of Sciences

Serova E.V. – Doctor of Economics, Professor, Director of the Institute of Agricultural Research, Higher School of Economics; Head, Moscow Office of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Siptitz S.O. — Doctor of Economics, Professor, Head. Department of System Research of Economic Problems of the Agroindustrial Complex , A.A. Nikonov All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics - branch of the Federal State Budgetary Scientific Research Center VNIIEKH

Uzun V.Ya. – Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher at the Center for Agri-Food Policy at IPEI, Russian Academy of National Economy and Public Administration

Ushachev I.G. — Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation

Khlystun V.N. – Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Management Economics, Academician of the Russian Academy of Sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Land Management"

Tsyarkin Y.A. – Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Marketing, State University of Land Management; ORCID ID 0000-0002-0774-485X

Shagaida N.I. - Doctor of Economics, Associate Professor, Head of Laboratory of Agrarian Policy of the Scientific direction "Real Sector"; Director of the Center for Agri-Food Policy of the Institute of Applied Economic Research, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

Shirokova V.A. – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Professor of the Department of Soil Science, Ecology and Nature Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Land Management"; Head of the Department of History of Earth Sciences, S.I. Vavilov Institute of History of Natural Sciences and Technology of the Russian Academy of Sciences; ORCID ID 0000-0003-0839-1416

СОДЕРЖАНИЕ

Семочкин В.Н., Шадманов М.Р., Грехов А.А., Демидов К.Д. Роль и значение землеустройства в реализации управленческих решений по организации использования и охране земель	9-27
Барсукова Г.Н., Агапитова Я.Д., Шершнёв О.А., Сторчак И.А. Организация и устройство территории севооборота на земельном участке в Белореченском районе Краснодарского края	28-43
Сямина Е.И. Устойчивое развитие в условиях геополитических трансформаций: новые приоритеты и критерии оценки	44-57
Рязанцев А.И., Антипов А.О., Евсеев Е.Ю., Малько И.В. Методика определения оптимальных параметров стационарных дождевальных систем	58-75
Климов А.П., Суслов С.В., Безбородов А.Г., Безбородов Ю.Г. Особенности спектрального состава света при выращивании рассады цветочно-декоративных культур в тепличных хозяйствах России	76-93
Барахоев М.Ю., Цыпкин Ю.А. Интеграция искусственного интеллекта в мониторинг водных ресурсов	94-109
Нугманов А.А., Рогатнёв Ю.М. Анализ изученности состояния земельных ресурсов	110-125
Соколов А.А., Травкина А.Р. Исследование влияния схем посадки и применения регуляторов роста на продуктивность салата айсберг	126-142
Золотухин Д.А., Толмачев А.В. Аспекты развития регионального кооперативного землеустройства	143-157
Пургина А.В., Смольский Е.В. Влияние агрохимических мероприятий на изменения макроэлементного состава корнеплодов цикория корневого и баланс элементов при его возделывании	158-171
Сердечная Ю.Н., Зайцев А.Г. Направления инновационной деятельности в современном агропромышленном комплексе на примере точного земледелия	172-190
Абдиева Н., Мамедов Г. Расчет экономической эффективности дозатора	191-207

Научная статья

Original article

УДК 332.36

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_32

edn: FAGPLV

**РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В РЕАЛИЗАЦИИ
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЕ ЗЕМЕЛЬ
ROLE AND IMPORTANCE OF LAND MANAGEMENT IN
EXECUTING DECISIONS FOR LAND USE ORGANIZATION AND LAND
PROTECTION**



Семочкин Виталий Николаевич, к.э.н., профессор кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству, Москва, E-mail: vns1947@yandex.ru

Шадманов Михаил Рамилевич, начальник отдела верификации данных о земельных участках сельскохозяйственного назначения, Управление информационно-аналитической работы, Москва, E-mail: shaman97@bk.ru

Грехов Александр Антонович, факультет «Землепользование и Землеустройство», ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству, Москва, E-mail: agrexov333@mail.ru

Демидов Кирилл Дмитриевич, факультет «Землепользование и Землеустройство», ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству, Москва, E-mail: kll_dekkar@mail.ru

Semochkin Vitaly Nikolaevich, Ph.D. in Economics, Professor of the Department of Land Management at the State University of Land Management, Moscow, E-mail: vns1947@yandex.ru

Shadmanov Mikhail Ramilevich, Head of the Department for Verification of Agricultural Land Data, Information and Analytical Directorate, Moscow, E-mail: shaman97@bk.ru

Grekhov Alexander Antonovich, Faculty of Land Use and Land Management, Federal State Budgetary Educational Institution for Land Management, Moscow, E-mail: agrexov333@mail.ru

Demidov Kirill Dmitrievich, Faculty of Land Use and Land Management, Federal State Budgetary Educational Institution for Land Management, Moscow, E-mail: kll_dekkar@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается роль землеустройства, его цели, задачи и основные направления при принятии управленческих решений и реализации Госпрограммы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса. Рассмотрена динамика земельного фонда Российской Федерации в разрезе категорий земель за последние 15 лет, рассмотрены причины выбытия земель из сельскохозяйственного оборота и неиспользования земель сельскохозяйственного назначения, включая сельскохозяйственные угодья. Сформулированы основные направления совершенствования содержания землеустройства. Определены возможные результаты реализации землеустроительного обеспечения пространственного развития территорий на перспективу.

Abstract. The article examines the role of land management, its goals, objectives, and key directions in making managerial decisions and implementing the State Program for the efficient involvement of agricultural lands in circulation and the development of the land reclamation complex. The dynamics of the land fund of the Russian Federation are analyzed by land categories over the past 15 years. The reasons for the withdrawal of lands from agricultural use and the non-utilization of

agricultural lands, including agricultural areas, are examined. The main directions for improving the content of land management under the current land relations in the country are formulated. The potential outcomes of implementing land management support for the spatial development of territories in the long term are identified.

Ключевые слова: землеустройство, государственная программа, неиспользуемые земли, вовлечение в оборот, динамика, структура, категория, тенденции

Keywords: land management, state program, unused lands, land involvement, dynamics, structure, category, trends

Землеустройство – это социально-экономический процесс целенаправленной организации территории, реализуемый через систему государственных и инициативных мероприятий по регулированию земельных отношений и созданию пространственных условий для социально-экономического развития территорий объектов землеустройства и рационального использования земли, других средств производства и природных ресурсов.

Землеустройство как составная часть системы управления земельными ресурсами должно быть направлено на реализацию государственной земельной политики. Его основное содержание включает в себя:

- изучение земельных ресурсов;
- прогнозирование, планирование и организация использования земельных ресурсов;
- образование новых и совершенствование существующих землепользований в процессе перераспределения земель всех категорий;
- сопровождение рыночного оборота земельных участков;
- территориальная организация производства и создание условий для рационального использования и охраны земли;
- проектирование землеустроительных мероприятий по освоению и

улучшению земель;

- разработка системы комплексных мероприятий по предотвращению деградации земель.

По сути, землеустройство обеспечивает не только рациональное перераспределение земель всех категорий в целях их эффективного использования во всех сферах функционирования нашего общества, но и определяет научно-обоснованную организацию территорий, способствуя их экономическому и социальному развитию и сохранению земельного потенциала страны. Однако, в последние десятилетия землеустройство из действующего ранее регулятора земельных отношений и управленческого механизма организации использования земель превратилось в техническое мероприятие по обеспечению реализации необоснованных зачастую субъективных управленческих решений в сфере изъятия и предоставления земельных участков для юридических и физических лиц.

В стратегическом смысле, землеустройство должно стать государственным инструментом регулирования земельных отношений и управления земельными ресурсами на всех административных уровнях: от масштаба целой страны до масштабов сельского поселения и хозяйства, от федерального до муниципального уровней.

В советское время государственные землеустроительные мероприятия проводились планомерно и целенаправленно, что позволяло рационально использовать земли, развивать сельскохозяйственное производство, осваивать новые незадействованные территории, оптимизировать структуру землепользований, создавать информационную базу для обоснования управленческих и проектных решений и эффективно их реализовывать.

Сложившиеся принципы управленческой деятельности в сфере регулирования земельных отношений не передают обстоятельства территориального и правового использования земель различного целевого назначения. Плохо оцениваются и берутся в расчет природные, экономические и пространственные свойства и особенности субъектового

использования земель различных категорий (в особенности земель сельскохозяйственного назначения). Наблюдается тенденция простого и адаптированного способа управления и регулирования комплексных процессов, связанных с землёй, прослеживается делегирование и передача таковых, в первую очередь, государственных функций – региональным и муниципальным уровням, соответствующим им ведомствам. В конечном счёте, это обуславливает субъективный подход к методам осуществления управления над земельными ресурсами страны. и не позволяет сформировать устойчивую систему землепользования.

Развитие рыночных отношений и появление частной собственности принесли как плюсы, так и минусы. Одними из негативных последствий стали нерегулируемое перераспределение земель и отказ от обязательной организации территории землепользований, что привело к снижению уровня использования продуктивных сельскохозяйственных угодий и самого сельскохозяйственного производства в целом по стране.

В Российской Федерации стабильно, из года в год, отмечается выбытие из активного экономического оборота существенных площадей земель сельскохозяйственного назначения (в том числе земель сельскохозяйственного использования) и продолжающийся процесс деградации продуктивных угодий.

По информации Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, по состоянию на 01.01.2025, по данным субъектов Российской Федерации, площадь не используемых земель сельскохозяйственного назначения составляла 50,19 млн га (13,51% от общей площади земель сельскохозяйственного назначения), из них насчитывается 32,12 млн. га площади неиспользуемых сельскохозяйственных угодий, что составляет 16,2% от общей площади сельскохозяйственных угодий страны и 64,0% от площади неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения [1].

По данным Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, в России отмечается устойчивое выбытие земель сельскохозяйственного назначения из экономического оборота (Табл. 1) [2].

Таблица 1 – Динамика распределения земельного фонда Российской Федерации по категориям с 2000 – 2024 гг. [2]

№ п/п	Категории земель	2000		2010		2020		<u>2023</u> 2024		2024 г. к 2000 г. (+,-), млн. га
		млн. га	%	млн. га	%	млн. га	%	млн. га	%	
1	Земли сельскохозяйственного назначения	406,0	23,7	393,4	23,0	380,7	22,2	<u>374,9</u> 374,1	<u>21,8</u> 21,8	-31,9
2	Земли населенных пунктов	18,7	1,1	19,6	1,1	20,6	1,2	<u>21,7</u> 21,9	<u>1,3</u> 1,3	+3,2
3	Земли промышленности, энергетики, транспорта и иного специального назначения	17,3	1,0	34,9	2,0	49,7	2,9	<u>18,5</u> 18,6	<u>1,1</u> 1,1	+1,3
4	Земли особо охраняемых территорий и объектов	32,0	1,9	16,8	1,0	17,6	1,0	<u>50,5</u> 51,1	<u>2,9</u> 3,0	+19,1
5	Земли лесного фонда	1096,8	64,1	1115,8	65,3	1127,6	65,8	<u>1136,3</u> 1137,2	<u>66,2</u> 66,2	+40,4
6	Земли водного фонда	27,8	1,6	28,0	1,6	28,1	1,6	<u>28,1</u> 28,1	<u>1,6</u> 1,6	+0,3
7	Земли запаса	111,2	6,5	101,3	5,9	88,2	5,2	<u>87,7</u> 86,8	<u>5,1</u> 5,0	-24,4
Итого земель		1709,8	100	1709,8	100	1712,5	100	<u>1717,7</u> 1717,8	<u>100,0</u> 100,0	+8,0

Проанализировав динамику распределения земельного фонда страны, следует сделать следующий вывод: земель, использующихся по сельскохозяйственному назначению как в целом по стране, так и в большинстве субъектов Российской Федерации становится всё меньше, общее уменьшение земель сельскохозяйственного назначения за рассматриваемый период составило 31,9 млн га. В то же время, если рассматривать динамику изменения площадей продуктивных угодий на землях сельскохозяйственного назначения, то следует отметить тенденцию к их ежегодному уменьшению. Только за последний (2024) год по сравнению с 2023 годом уменьшение составило 249,4 тыс. га.

Однако, если рассматривать наиболее важный аспект использования земель этой категории, то обращает на себя внимание снижение площади ранее используемых продуктивных угодий и качественное состояние. За анализируемый период производственный потенциал продуктивных сельскохозяйственных земель уменьшился вдвое за счёт неиспользования пахотных угодий и процессов деградации, происходящих на них, снижения функциональности мелиоративного комплекса.

Продуктивные сельскохозяйственные земли – это сельскохозяйственные угодья: пашня, многолетние насаждения, кормовые угодья (сенокосы и пастбища). Эти сельскохозяйственные земли обладают наивысшей ценностью. Рассмотрим динамику площадей сельскохозяйственных угодий за период с 2000 по 2024 годы (Табл. 2). [1]

Таблица 2 — Динамика площадей сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации за 2000-2024 гг. [1]

№ п/п	Вид угодья	2000		2010		2020		2024		2024 г. к 2000 г. (+, -), млн. га
		млн. га	%	млн. га	%	млн. га	%	млн. га	%	
1	Пашня	124,4	56,3	115,1	58,7	116,3	58,8	125,6	55,7	+1,2
2	Многолетние насаждения	1,9	0,9	1,2	0,6	1,2	0,6	2,0	0,8	+0,1
3	Кормовые угодья (сенокосы и пастбища)	90,9	41,1	75,4	38,4	75,9	38,4	92,8	41,3	+1,9
4	Залежь	3,9	1,8	4,4	2,2	4,3	2,2	5,0	2,2	+1,1
Итого земель		221,1	100	196,1	100	197,7	100	225,4	100	+4,3

Из приведенных данных видно, что структура площадей сельскохозяйственных угодий на момент 2024 года в сравнении с 2000 годом претерпевает незначительные изменения в основном за счет компенсации выбывших продуктивных угодий сельскохозяйственными землями присоединенных новых территорий.

Однако, более важной характеристикой использования сельскохозяйственных угодий является качественное состояние и полнота их вовлеченности в сельскохозяйственный оборот. Именно в этом компоненте, определяющим потенциальные возможности земельных ресурсов в сельском хозяйстве, наблюдается ряд негативных процессов, которые сдерживают развитие не только агропромышленного комплекса, но и всей экономике страны.

По данным субъектов Российской Федерации, по состоянию на 01.01.2025 г. из 16,6 млн га неиспользуемых пахотных угодий 8,65 млн га (52%) заросли древесно-кустарниковой растительностью, а остальная часть 7,86 млн га не используются в производстве более 10 лет [1]. Из 116,2 млн га пашни под посевами сельскохозяйственных культур в 2024 году

использовались лишь 80,5 млн га, остальная площадь пашни частично находилась под парами, а её большая часть не использовалась по причине деградации почв. Таких земель в целом по всем сельскохозяйственным угодьям по данным экспертов имеется более 100 млн га, в т.ч. по причине опустынивания и деградации мелиорированных земель [1].

Нарушается один из ключевых принципов регулирования земельных отношений — приоритет использования и охраны сельскохозяйственных земель, связанный с обеспечением продовольственной безопасности и базовых потребностей населения. Как пишет профессор С.Н. Волков в своих трудах: «Этот принцип вызывает необходимость обоснования при землеустройстве уровня интенсивности использования земель, требует их улучшения и ограниченного изъятия для несельскохозяйственных целей» [4]

Существует множество различных причин, по которым продолжается выбытие хозяйственных земель из оборота, однако они, несомненно, выступают следствием нечётко сформулированной земельной политики государства, отсутствия адекватной системы управления в части управления земельными ресурсами, неимение действующих проектных институтов землеустройства, мониторинга земель, планирования и организации рационального использования земель и их охраны. Всё это создаёт условия для проявления негативных процессов в перераспределении и использовании земель всех категорий, деградации почв, увеличения площадей нарушенных и неиспользуемых земель. [5] Обладая столь мощным земельным потенциалом, наша экономика использует его недостаточно эффективно, что приводит не только к уменьшению количественного состава продуктивности угодий, но и к снижению их качественного состояния, вследствие деградации почв. [6]

Главными причинами негативных процессов в использовании угодий стали снижение экономического уровня хозяйствующих субъектов, слабая технологическая и техническая поддержка государства и необязательность землеустройства. Именно землеустройство является необходимым

механизмом возрождения сельскохозяйственного землепользования. Разработка способов и методов формирования землепользований, а также организации их территории и охрана земель позволяют создать территориальные условия для применения современных агротехнологий и значительного снижения производственных затрат.

Для решения этих проблем Правительство Российской Федерации утвердило в 2021 году «Государственную программу эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса», в которой установлены текущие задачи в области агропромышленного комплекса по возвращению неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот, повышению их продуктивности [7]. Однако реализация программы сталкивается с отсутствием адресного и обоснованного механизма проведения землеустроительных и мелиоративных работ, а также недостаточным землеустроительным обеспечением таких мероприятий в регионах.

В большинстве субъектов РФ не были разработаны региональные целевые программы развития, вследствие чего не определены конкретные объекты освоения, очередность проведения работ, общие объёмы землеустроительных и мелиоративных работ и их проектное обеспечение, что приводит к неэффективному использованию региональных и федеральных инвестиций для достижения программных целей. Проводимые мероприятия в регионах неадекватны степени и размерам проявления деградационных процессов.

Любые проектные и управленческие решения обязаны быть научно обоснованными, лишь на такой основе возможно осуществлять планирование, прогнозирование, организовывать существующую территорию со всеми её особенностями, учитывая каждый фактор влияния настоящей среды, именно обязательность такого подхода обуславливает успешное достижение целей Государственной программы, при этом землеустройство, как инструмент осуществления планово-организационных

мероприятий упорядочения территории, должно занимать ведущее место. Поставленные ею задачи не могут быть выполнены качественно и эффективно по отношению к устоявшимся экономическим структурам тех или иных муниципальных образований региона в условиях без обязательного научного обоснования и дифференциации неиспользуемых земель из состава сельскохозяйственного использования по качественным и количественным характеристикам. Это препятствует рациональному использованию земельных ресурсов.

Землеустройство следует рассматривать как одну из основных составных частей управления земельными ресурсами, содержательно имеющую широкий спектр деятельности (социальной, экономической, экологической, демографической и иной направленности), что объективно вызывает необходимость формирования новой системы землеустройства, адекватной целям и задачам развития нашего общества. Землеустройство призвано не только определить экономическую целесообразность освоения неиспользуемых земель, но и направление вовлечения освоенных земель в хозяйственный оборот конкретных землепользователей, аккумулируя потенциал природных ресурсов территорий с целью увеличения экономической эффективности производства.

Землеустройство должно развиваться в современных реалиях рыночных экономических механизмов, учитывать современные формы земельных отношений между землевладельцами и землепользователями. В развитии такого комплекса мероприятий существенную роль играет его содержание в части социально-экономических, эколого-ландшафтных факторов, но с учётом текущих, настоящих условий земельно-имущественных отношений в Российской Федерации со всеми возможными нюансами. В том числе необходимо учитывать перспективу изменения обстановки в стране касаясь экономического состояния связанных отраслей. Необходимо усиление взаимосвязанности агроэкологического разнообразия территорий и их пространственной характеристики при создании и разработке проектов.

Таким образом, в проведении современного землеустройства, самыми важными и значимыми принципами выступают следующие положения:

1. Закрепление обязательности проведения мероприятий по планированию и последующей организации рационального использования земель и их охраны путём имплементирования соответствующих научно обоснованных проектов, иными словами – обязательность проведения землеустройства.
2. Универсализация системы пространственного развития территорий в части форм и методов использования, то есть увеличение комплексности землеустроительных мероприятий и взаимное увязывание этих институтов осуществления земельной политики, инструментов управления земельными ресурсами.
3. Создание условий, в которых интересы сельскохозяйственных товаропроизводителей будут коррелировать с интересами муниципальных образований в части реализации тех или иных землепользований, в том числе неиспользуемых земель в их составе, что обуславливает взаимовыгодный экономический эффект и способствует организации территории в рамках уже существующей структуры производства, даёт ей дальнейшее развитие, поддерживает агропромышленность и мероприятия по охране природы.
4. Землеустроительный подход к процессу пространственной организации территории, обеспечивающий эффективность экономического и экологического характера, повышение производственного потенциала и мощностей сельских хозяйств, производящих продукцию, а также иных относящихся к агропромышленному комплексу предприятий.
5. Объединение существующих баз данных о земельном фонде и геоинформационных систем в единую сеть, вбирающую в себя исчерпывающие сведения на испрашиваемые земельные участки или территории, устранение тем самым противоречивой, некачественной и устаревающей информации, сосредоточение таким образом производственных сил в одном рабочем информационном пространстве, что сокращает лишние издержки, способствует своевременности и улучшению

межведомственного взаимодействия при принятии каких-либо управленческих решений как в сфере агропромышленного комплекса, так и в сфере земельно-имущественных отношений в целом.

6. Введение обязательности землеустроительного проектирования при составлении и последующем утверждении программ, направленных на охрану земель, организацию их территориального устройства и рационального использования в целях повышения эффективности использования земельных и материальных ресурсов страны.

7. Необходимость принципиально иных методов при разработке конкретных элементов, частей и схем в ходе землеустроительного проектирования, а также при их экономическом обосновании реализации, оценивании преимуществ предлагаемого проекта с социальной точки зрения, экономики и экологии.

Не стоит забывать, что землеустройство подразумевает не только планирование и организацию рационального использования земель, но и мероприятия по изучению состояния земель и их охраны. Современное землеустроительное проектирование должно адаптировать производственно-экономические потребности землепользований под природные, естественные, биологические факторы, учитывать окружающую среду в расчетах потенциалов земельных ресурсов. Это является важным принципом, стратегией предотвращения экологических катастроф, рационализацию добычи и использования невозобновляемых природных ресурсов. Здесь землеустройство, как комплекс мероприятий, имеет своей целью определить наиболее эффективный компромиссный вариант организации территории, подразумевающий и улучшение жизнедеятельности местного населения, и сохранение благоприятной среды для будущих поколений.

Как отмечалось ранее, отсутствие эффективной системы управления земельными ресурсами, соответствующей современным земельным отношениям, а также преобладание административно-командных методов принятия решений на сегодняшний день не могут решать возникающие на

земельных массивах проблемы социально-экономического характера. Существует множество нерешённых организационных задач в области распоряжения землёй в производстве, главными из которых являются, во-первых, как было сказано выше, несформулированные концепции и положения земельной политики, неясность её выражения на различных уровнях управления, отсюда же следуют настоящие проблемы в реализации положений выдвинутых государственных программ развития; во-вторых, несовершенство (недостаточность) законодательного сопровождения в части распоряжения части земельного фонда, находящегося в государственной собственности органами власти разных уровней – федерального, регионального и местного самоуправления; в-третьих, не имеется необходимой отраслевой документации, относящейся непосредственно к управлению земельными ресурсами, которая бы обуславливала финансовую, организационную и техническую сторону вопроса, обеспечивала правовую и научную базу предлагаемых мероприятий.

Таким образом получается, что государственные органы, от федерального до муниципального уровня не в достаточной мере уполномочены для выполнения землеустроительных мероприятий в современном понимании, местами имеют место быть и ограничения в данном вопросе по отношению к осуществлению мониторинга земель и пользованию кадастром недвижимости, имеющимися пространственными данными в полном объёме. В современных реалиях рыночных экономических отношений широко наблюдается нарушение использования земель, использование земель не по целевому назначению, отсутствие какого-либо стимула к упорядочиванию существующих и образованию новых землепользований для организации территории для эффективного производственного процесса, будь то сельскохозяйственного или несельскохозяйственного. Изменения между формами собственности претерпевают незначительные изменения, не происходит перераспределения как такового в принципе.

Одним из важнейших подходов в землеустройстве является дифференциация: разграничение и группировка отдельно взятых единиц рассматриваемого землепользования воедино по определённым набору качественно-количественных характеристик и признаков. Дифференциальный подход позволяет помогает достичь оптимальных управленческих решений, образуя порядок в массиве земель объекта землеустройства. В современной ситуации совершенно очевиден факт отсутствия дифференцированного подхода. Бюджеты субъектов (регионов) и муниципальных образований, пополняемые в том числе земельными платежами, страдают от этого в том числе. Результатом финансирования местных бюджетов остаётся разграничение государственной собственности с целью последующей продажи потенциальным землепользователям.

Земельная политика должна быть разработана и утверждена на федеральном уровне. Чёткая формулировка и понимание направленностей земельной политики государства конкретизирует все последующие разрабатываемые доктрины, программы, стратегии в области развития земельно-имущественных отношений. Земельные преобразования, проводимые в соответствии с ней, будут отвечать конкретной системе, что увеличит взаимосогласованность земельных преобразований, обусловив возможность формирования комплексного землеустройства.

Комплексное землеустройство подразумевает под собой максимально широкий спектр решаемых вопросов и принимаемых для этого научно обоснованных, экономически целесообразных управленческих решений.

Основополагающим смыслом землеустройства как такового является максимальное извлечение потенциальной продуктивности, которую земля способна дать, как средство производства, как объект какой бы то ни было хозяйственной деятельности.

Документально комплексное землеустройство должно служить единым пакетом землеустроительных действий, включающих в себя правовые, организационные и финансовые.

В связи с расширением городов и развитием технологического прогресса, уровень антропогенной нагрузки в населенных пунктах со временем только возрастает. В решениях комплексного землеустроительного проектирования должен отдаваться приоритет как землям сельскохозяйственного назначения в части развития агропромышленного комплекса Российской Федерации для обеспечения продовольственной безопасности, так и в части охраны земель и окружающей природной среды для сохранения благоприятной экологической обстановки.

Такой метод позволит существенно улучшить территориальную организацию объектов землеустройства, которая формирует необходимые пространственные условия для гармоничного развития общества, государственной и рыночной экономики на базе рационального использования природных ресурсов отдельных территорий и страны в целом.

Комплексное землеустройство должно опираться на биологический, климатический, сельскохозяйственный потенциал, обеспеченность землёй, фактическую инфраструктуру землепользования, технические и технологические возможности землепользователей, их конкурентоспособность в существующей системе экономических потоков. Эти факторы являются ключевыми в производственной деятельности, каждый из которых нельзя недооценивать и игнорировать.

Сведения, приводящие характеристику этих факторов на конкретную запрашиваемую территорию, должны быть достоверными, актуальными и своевременными, что является крайне ценными свойствами любой информации. Для получения таковой проводятся специальные изыскания: картографические, геодезические, агрохимические, геоботанические. На основе подобных мероприятий должна базироваться оценка земель, их последующая инвентаризация. Это является подготовительными работами планирования и организации рационального использования земель, районирования и зонирования территории, землеустроительного проектирования.

Территориальная организация природопользования и производства на всех уровнях раскрывает потенциальную продуктивность разнокачественных земель. Обусловлена она может быть исключительно системой землеустроительных действий, а выражается в эффективной отдаче, сокращении издержек производства, сохранении природной окружающей среды.

Литература

1. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2024 году. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2025. – 352 с.
2. Государственный национальный доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации / Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. — Москва : Росреестр, 2025. — Текст : электронный. — URL: https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/informatsiya/Natsionalnyy_doklad_2024.pdf (дата обращения: 22.04.2026).
3. О состоянии, использовании и охране земельного потенциала страны : постановление Российской академии наук от 01.06.2025 № 125. — Текст : электронный // ГАРАНТ : справочно-правовая система. — URL: [<https://base.garant.ru/412331308/>] (дата обращения: 22.04.2022).
4. Волков С. Н. Землеустройство. Теоретические основы землеустройства : в 9 т. Т. 1. — Москва : Колос, 2001. — 496 с.
5. Сёмочкин В. Н., Грехов А. А., Демидов К. Д. Землеустроительное обеспечение эффективного вовлечения в сельскохозяйственный оборот неиспользуемых земель (на примере Калужской области) // International agricultural journal. — 2024. — № 3. — С. 1106–1119.
6. Сёмочкин В. Н., Шаров П. И., Шадманов М. Р., Зименкова К. А. Проблема неиспользуемых земель в Российской Федерации и пути её решения // Московский экономический журнал. — 2020. — № 3. — С. 75–84.
7. О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса

Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 14.05.2021 № 731 (с изменениями и дополнениями). — Текст : электронный // ГАРАНТ : справочно-правовая система. — URL: <https://base.garant.ru/400773886/> (дата обращения: 22.05.2026).

References

1. Doklad o sostoyanii i ispol`zovanii zemel` sel`skoxozyajstvennogo naznacheniya Rossijskoj Federacii v 2024 godu. — M.: FGBNU «Rosinformagrotex», 2025. — 352 s.
2. Gosudarstvenny`j nacional`ny`j doklad o sostoyanii i ispol`zovanii zemel` Rossijskoj Federacii / Federal`naya sluzhba gosudarstvennoj registracii, kadastra i kartografii. — Moskva : Rosreestr, 2025. — Tekst : e`lektronny`j. — URL: <https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/informatsiya/ Nacional`ny`j doklad 2024.pdf> (data obrashheniya: 22.04.2026).
3. O sostoyanii, ispol`zovanii i ohrane zemel`nogo potenciala strany` : postanovlenie Rossijskoj akademii nauk ot 01.06.2025 № 125. — Tekst : e`lektronny`j // GARANT : spravочно-pravovaya sistema. — URL: [<https://base.garant.ru/412331308/>] (data obrashheniya: 22.04.2022).
4. Volkov S. N. Zemleustrojstvo. Teoreticheskie osnovy` zemleustrojstva : v 9 t. T. 1. — Moskva : Kolos, 2001. — 496 s.
5. Syomochkin V. N., Grexov A. A., Demidov K. D. Zemleustroitel`noe obespechenie e`ffektivnogo vovlecheniya v sel`skoxozyajstvenny`j oborot neispol`zuemy`x zemel` (na primere Kaluzhskoj oblasti) // International agricultural journal. — 2024. — № 3. — S. 1106–1119.
6. Syomochkin V. N., Sharov P. I., Shadmanov M. R., Zimenkova K. A. Problema neispol`zuemy`x zemel` v Rossijskoj Federacii i puti eyo resheniya // Moskovskij e`konomicheskij zhurnal. — 2020. — № 3. — S. 75–84.
7. O Gosudarstvennoj programme e`ffektivnogo vovlecheniya v oborot zemel` sel`skoxozyajstvennogo naznacheniya i razvitiya meliorativnogo kompleksa Rossijskoj Federacii : postanovlenie Pravitel`stva RF ot 14.05.2021 № 731 (s izmeneniyami i dopolneniyami). — Tekst : e`lektronny`j // GARANT :

spravochno-pravovaya sistema. — URL: <https://base.garant.ru/400773886/> (data obrashheniya: 22.05.2026).

© Семочкин В.Н., Шадманов М.Р., Грехов А.А., Демидов К.Д., 2026.

International agricultural journal, 2026, № 4, 9-27.

Научная статья

Original article

УДК 332.2 (631.58)

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_33

edn: FLJSGH

**ОРГАНИЗАЦИЯ И УСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ СЕВООБОРОТА НА
ЗЕМЕЛЬНОМ УЧАСТКЕ В БЕЛОРЕЧЕНСКОМ РАЙОНЕ**

КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

**ORGANIZATION AND SETUP OF A FARMING TERRITORY IN THE
BELORETSCHENSKY DISTRICT OF THE KRASNODAR KRAI**



Барсукова Галина Николаевна, заслуженный землеустроитель Кубани, кандидат экономических наук, профессор кафедры землеустройства и земельного кадастра, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет» (350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13), тел. + 7 (918) 389-80-53, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2730-54>, galinakgau@yandex.ru

Агапитова Яна Дмитриевна, землеустроительный факультет, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», (350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13), тел. + 7 (918) 122-13-00, agapitovaana287@gmail.com

Шершнёв Олег Александрович, землеустроительный факультет, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», (350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13), тел. + 7 (993) 322-16-68, olegshershnev1338@mail.ru

Сторчак Игорь Андреевич, землеустроительный факультет, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», (350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13), тел. + 7 (993) 556-96-90, dvoka.play@gmail.com

Barsukova Galina Nikolaevna, Honored Land Surveyor of the Kuban Region, Candidate of Economic Sciences, Professor of the Department of Land Management and Land Cadastre, Kuban State Agrarian University (13 Kalinina Street, Krasnodar, 350044), tel. + 7 (918) 389-80-53, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2730-54>, galinakgau@yandex.ru

Agapitova Yana Dmitrievna, Faculty of Land Management, Kuban State Agrarian University, (350044, Krasnodar, Kalinina Street, 13), tel. + 7 (918) 122-13-00, agapitovaana287@gmail.com

Shershnev Oleg Aleksandrovich, Faculty of Land Management, Kuban State Agrarian University, (350044, Krasnodar, Kalinina str., 13), tel. + 7 (993) 322-16-68, olegshershnev1338@mail.ru

Storchak Igor Andreevich, Faculty of Land Management, Kuban State Agrarian University (350044, Krasnodar, Kalinina Street, 13), tel. + 7 (993) 556-96-90, dvoka.play@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены теоретические и практические вопросы организации и устройства территории полевого севооборота на примере земельного участка сельскохозяйственного назначения, расположенного в Белореченском муниципальном образовании Краснодарского края. С применением геоинформационных систем и технологий выполнен анализ почвенно-климатических условий и качественных характеристик почв земельного участка. Приведено определение уклона местности, проанализированы результаты расчёта. На основе почвенно-климатических условий и уклона местности разработан проект организации и устройства территории полевого севооборота. Уточнено местоположение существующей дорожной сети и полевого стана, выполнено размещение полевых защитных лесных полос и микрозаповедника. Рассмотрены два варианта чередования сельскохозяйственных культур в полеводстве в соответствии с рекомендациями региональной системы земледелия. На основе оценки экономической эффективности рекомендуемых севооборотов обоснован

выбор наиболее результативного севооборота по стоимости товарной продукции, чистому доходу, производственным затратам и рентабельности.

Abstract. The article discusses the theoretical and practical aspects of organizing and arranging the territory of a field crop rotation, using the example of an agricultural land plot located in the Belorechensk municipal formation of the Krasnodar Territory. Using geoinformation systems and technologies, the article analyzes the soil and climatic conditions and the quality characteristics of the land plot's soil. The article also defines the slope of the terrain and analyzes the results of the calculation. Based on the soil and climatic conditions and the slope of the terrain, the article develops a project for organizing and arranging the territory of a field crop rotation. The location of the existing road network and field camp has been clarified, and the placement of field protection forest belts and a micro-reserve has been carried out. Two options for alternating crops in a field crop rotation have been considered in accordance with the recommendations of the regional farming system. Based on the assessment of the economic efficiency of the recommended crop rotations, the most effective crop rotation was selected based on the value of marketable products, net income, production costs, and profitability.

Ключевые слова: внутрихозяйственное землеустройство, полевой севооборот, организация и устройство территории севооборота, экономическая эффективность, Белореченский район

Keywords: intra-farm land management, field crop rotation, organization and layout of the territory, economic efficiency, Belorechensky District

Введение. Эффективное использование сельскохозяйственных угодий является одним из ключевых условий устойчивого развития аграрного сектора. В современных условиях, когда антропогенная нагрузка на почвенные ресурсы постоянно возрастает, особую актуальность приобретает научно обоснованное внутрихозяйственное землеустройство, направленное на рациональную организацию территории, сохранение и воспроизводство

плодородия почв. Особого внимания заслуживают регионы с высокой освоенностью пашни и интенсивным земледелием, к числу которых относится Краснодарский край.

Ключевым инструментом повышения эффективности использования пашни при условии сохранения почвенного плодородия является оптимизация структуры посевных площадей. Правильный подбор сельскохозяйственных культур и их научно обоснованное чередование позволяют не только увеличить чистый доход, но и обеспечить положительный баланс органического вещества в почве, снижая зависимость от внесения органических удобрений.

Цель, задачи, материалы и методы исследования. Целью исследования является разработка рабочего землеустроительного проекта на земельном участке сельскохозяйственного назначения, обеспечивающего рациональное использование пашни, сохранение и восстановление плодородия почв, повышение экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- оценка качественных характеристик почв земельного участка с использованием геоинформационных технологий;
- определение уклона местности и анализ его влияния на необходимость противоэрозионных мероприятий;
- выбор вариантов чередования сельскохозяйственных культур с учётом природно-климатических условий региона;
- проектирование пространственной организации территории севооборота, включая уточнение дорожной сети и полевого стана, размещение полей, полезащитных лесных полос и микрозаповедника;
- расчёт экономической эффективности предложенных вариантов по основным экономическим показателям;
- обоснование выбора наиболее эффективного варианта севооборота.

Методы исследования:

- монографический метод – при анализе использования и оценки состояния территории на примере одного участка в Белореченском районе;
- расчетно-конструктивный метод – при выполнении проектных расчетов и обосновании эффективности вариантов севооборотов.

В ходе исследования использованы следующие материалы:

- Национальная система пространственных данных (НСПД);
- геоинформационная спутниковая система Google Earth;
- почвенная карта масштаба 1:2500000;
- рекомендации системы земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе;
- учебные и научные материалы по вопросам землеустроительного проектирования и организации сельскохозяйственного производства.

Результаты. Для проектирования был выбран земельный участок сельскохозяйственного назначения, расположенный в границах Друженского сельского поселения Белореченского района площадью 113,06 га, форма собственности – государственная субъекта РФ. На рисунке 1 представлена схема расположения участка на портале НСПД [5].

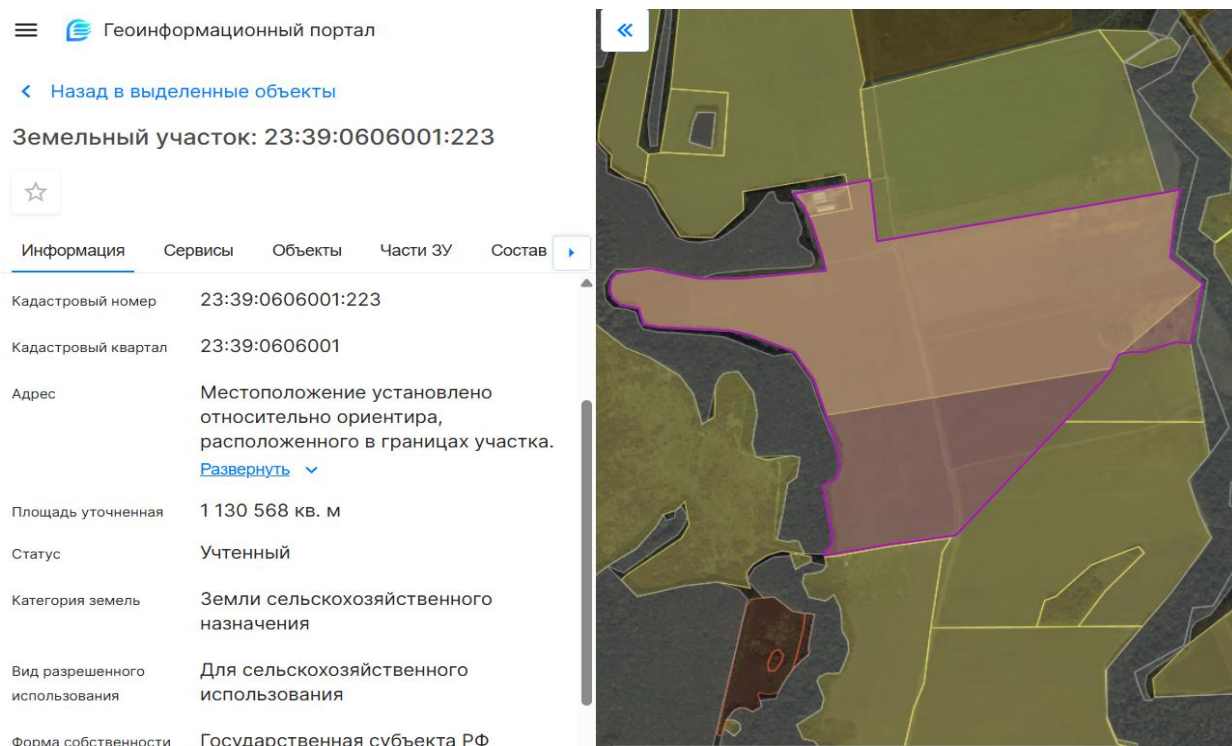


Рисунок 1 – Схема расположения участка на портале НСПД, 2026

Проект организации и устройства территории севооборотов включает следующие этапы (рисунок 2):

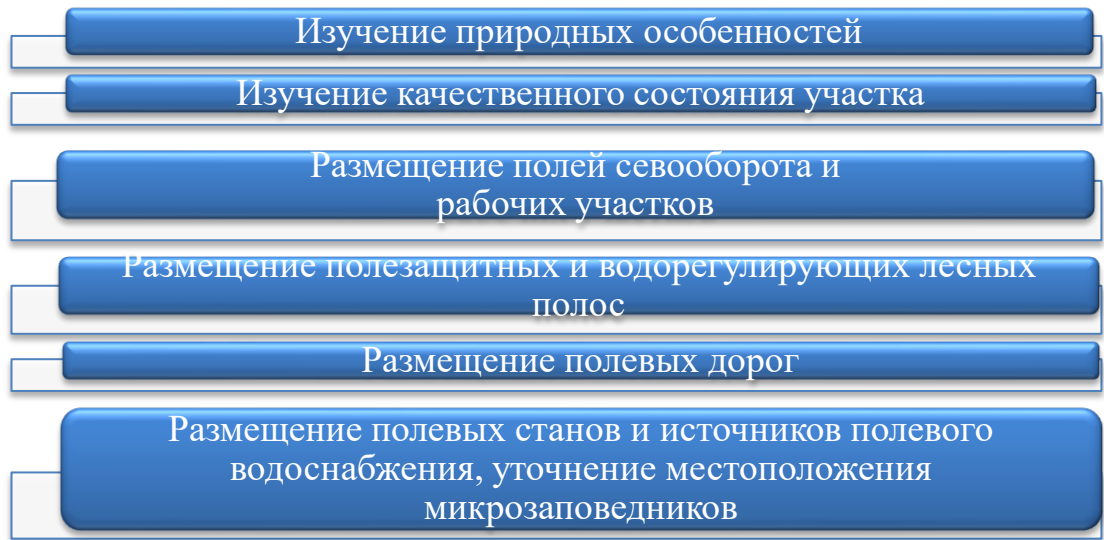


Рисунок 2 – Организация и устройство территории севооборотов

На первом этапе выполнена оценка качества почв на участке, определена их пригодность для выращивания сельскохозяйственных культур. Земельный участок расположен между станцией Бжедуховской и поселком Молодежный, как видно из рисунка 3, на участке преобладают черноземы слитые и лугово-черноземные глинистые и тяжелосуглинистые.

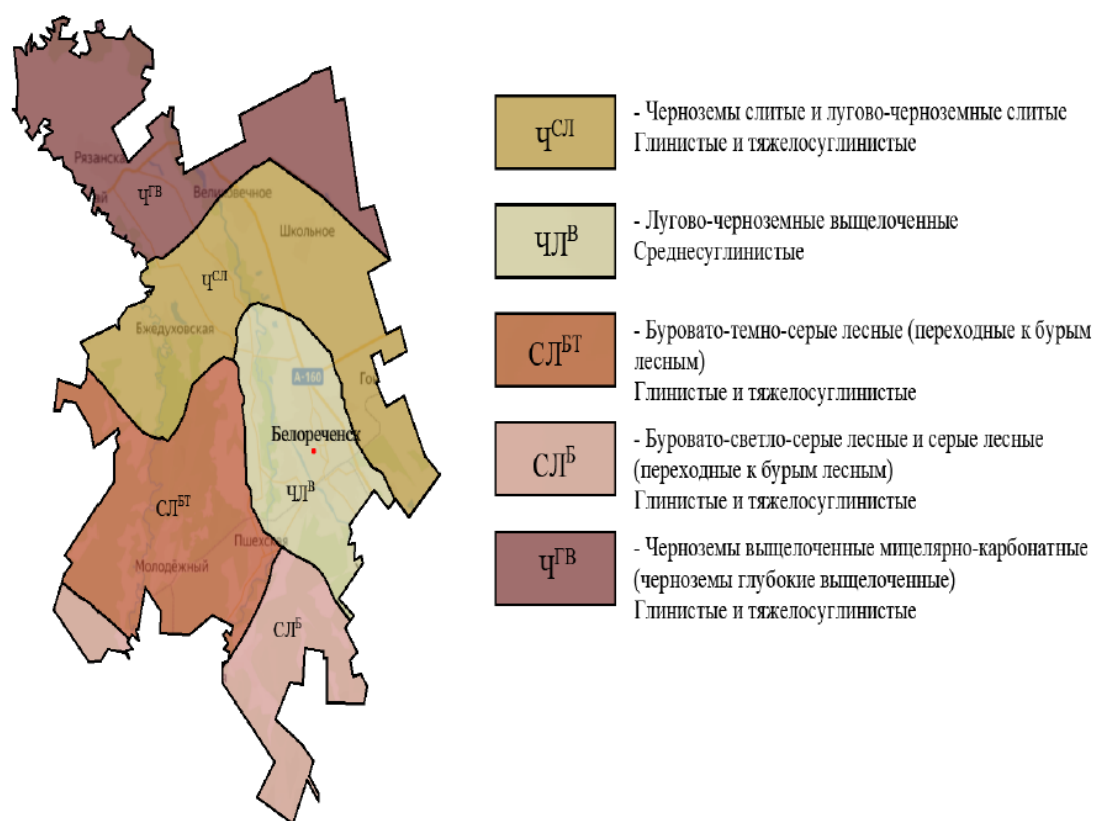


Рисунок 3 – Почвенная карта Краснодарского края [6]

Для определения уклона было использовано приложение Google Earth [2]. На рисунке 4 показан процесс определения отметок. Установив отметки различных точек, произвели расчет уклона местности.

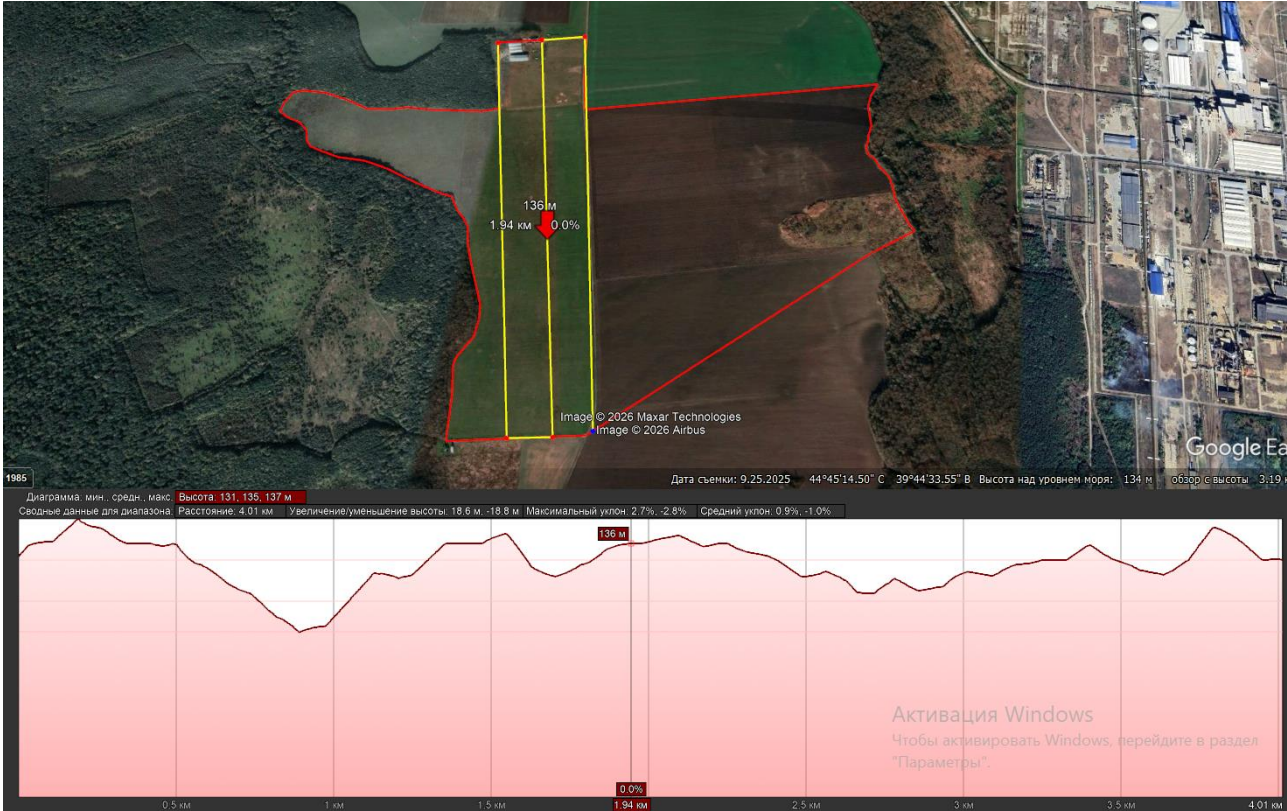


Рисунок 4 – Рельеф местности

Анализ рельефа показал, что самая низкая точка имеет отметку 131 м, самая высокая – 137 м. Вычислен рабочий уклон по формуле:

$$i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{d}, \quad (1)$$

где i – угол уклона, в тангенсах;

h – превышение местности, м;

d – горизонтальное проложение, м.

α – УГОЛ НАКЛОНА, В ГРАДУСАХ;

$$\alpha = \operatorname{arctg} i, \quad (2)$$

где i – угол уклона, в тангенсах;

α – УГОЛ НАКЛОНА, В ГРАДУСАХ;

$$i = \frac{6 \times 100}{1242,06} = 0,48 \%,$$

$$\alpha = \arctan(0,0142) = 0^{\circ}28'$$

В результате проведенных расчетов был определен уклон, не превышающий одного градуса. Данный показатель свидетельствует о

равнинном характере рельефа, следовательно, возникает необходимость в защите поверхностного слоя почвы от вредоносных ветров и борьбе с ветровой эрозией путем размещения полезащитных лесных полос.

Таким образом, качественные характеристики почв и уклон местности благоприятны для организации и устройства территории полевого севооборота.

В природно-климатических и организационно-экономических условиях Краснодарского края полевой севооборот должен состоять из 8-12 полей, для данного земельного участка предложены два варианта 8-польного севооборота. Чередование культур в севообороте соответствует рекомендациям системы земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе для южно-предгорной зоны, к которой относится Белореченский район (таблица 1) [7].

Агроландшафтный подход предполагает после пространственной организации территории необходимость перехода к адаптивно-ландшафтными системам земледелия, учитывающим типы и степень проявления эрозионных процессов, в то время как зональные системы земледелия не используют ландшафтное разнообразие региона [4, 7].

Площадь пашни в проектируемом севообороте составит 101,9 га.

В первом варианте полевой севооборот способствует рациональному использованию пашни, так как 37,4% занимает бобовая культура – люцерна, обеспечивающая почву азотом за счет клубеньковых бактерий на корнях. Во втором варианте севооборота люцерна занимает 25%, также обеспечивает восстановление пашни.

Таблица 1 – Характеристика вариантов проектируемого полевого севооборота

Полевой севооборот	
Общая площадь – 101,9 га	
Средний размер поля – 12,7 га	
Чередование культур по полям севооборота	
Вариант 1	Вариант 2
1. Люцерна	1. Люцерна
2. Люцерна	2. Люцерна
3. Люцерна	3. Озимая пшеница
4. Озимая пшеница	4. Озимая пшеница
5. Озимая пшеница	5. Однолетние травы
6. Кукуруза на зерно	6. Озимый ячмень
7. Однолетние травы	7. Кукуруза на зерно
8. Озимая пшеница + подсев люцерны	8. Озимая пшеница + подсев люцерны

Разработан проект организации и устройства территории севооборота (рисунок 5).

Запроектированы полевозащитные лесные полосы общей площадью 2,8 га и микрозаповедник площадью 4,7 га на участке с естественной растительностью и подлеском. Общая площадь существующих дорог – 2,4 га, полевого стана – 1,3 га.

Для обоснования проекта организации и устройства территории севооборота выполнена экономическая оценка эффективности проектных решений (таблица 2). Эффективность использования сельскохозяйственных угодий включает:

- использование земли способом, обеспечивающим максимальное производство качественной сельскохозяйственной продукции;
- обеспечение сохранения и восстановления плодородия почв;
- соблюдение мер по охране природы и предотвращению деградации земель



Рисунок 5 – Организация и устройство территории полевого севооборота

Таблица 2 – Экономическая эффективность вариантов полевого севооборота

Номера полей	Культура	Посевная площадь, га	Урожайность, ц/га	Цена реализации 1 ц. ТП, руб.	Стоимость товарной продукции – всего, тыс. руб.	Производственные затраты		Чистый доход, тыс. руб.	Рентабельность, %
						1 ц, руб.	всего, тыс. руб.		
Вариант 1									
I-III	Люцерна	38,2	65,2	1573,2	1573,2	1064,3	1064,3	508,9	47,8
IV-V, VIII	Озимая пшеница	38,2	67,2	1475,4	3787,4	713,8	1832,4	1955,1	106,7
VI	Кукуруза на зерно	12,8	65,4	1424,8	1192,7	869,3	727,7	465,0	63,9
VII	Однолетние травы	12,7	157,0	850,0	850,0	520,0	520,0	330,0	63,5
	Итого	101,9	-	-	7403,3	-	4144,4	3259,0	78,6
Вариант 2									
I-II	Люцерна	25,5	65,2	1573,2	1573,2	1064,3	1064,3	508,9	47,8
III-IV, VIII	Озимая пшеница	38,2	67,2	1475,4	3787,4	713,8	1832,4	1955,1	106,7
V	Однолетние травы	12,8	157,0	850,0	850,0	520,0	520,0	330,0	63,5
VI	Озимый ячмень	12,7	74,3	1251,3	1180,7	632,3	596,6	584,1	97,9
VII	Кукуруза на зерно	12,7	65,4	1424,8	1183,4	869,3	722,0	461,4	63,9
	Итого	101,9	-	-	8574,8	-	4735,3	3839,4	81,1

Экономическая эффективность определена посредством расчета стоимости товарной продукции, чистого дохода и рентабельности производства по следующим формулам:

$$ВП = S \cdot Ур, \quad (3)$$

где ВП – валовая продукция, ц;

S – средний размер поля, га;

Ур – урожайность, ц/га.

$$СП = Цр \cdot ВП, \quad (4)$$

где СП – стоимость продукции, тыс. руб.;

Цр – цена реализации товарной продукции, руб.;

ВП – валовая продукция, ц.

$$\text{ПЗ всего} = \text{ПЗ}_{1\text{ц}} \cdot \text{Вп всего}, \quad (5)$$

где ПЗ всего – производственные затраты всего, тыс. руб.;

ПЗ_{1ц} – производственные затраты 1ц, руб.;

ВП – валовая продукция, ц.

$$\text{ЧД} = \text{СВП} - \text{ПЗ}, \quad (6)$$

где ЧД – чистый доход, руб.;

СВП – стоимость валовой продукции, руб.;

ПЗ – производственные затраты, руб. [3].

Следует указать, что планируется реализация сена многолетних трав. Для увеличения чистого дохода рассмотрен второй вариант полевого севооборота, который включает два поля люцерны, вместо третьего поля люцерны предусмотрен посев озимой пшеницы, наиболее прибыльной культуры. Сделан вывод, что проект организации и устройства территории 1-го варианта севооборота обеспечивает получение товарной продукции на сумму 7403,3 тыс. руб., чистый доход составит 3259,0 тыс. руб. при производственных затратах – 4144,4 тыс. руб., рентабельность – 78,6%. Чистый доход с 1 га составляет 32,0 тыс. рублей.

Более эффективным является 2-й вариант севооборота, который обеспечивает получение товарной продукции на сумму 8574,8 тыс. руб., чистый доход составит 3839,4 тыс. руб. при производственных затратах – 4735,3 тыс. руб., рентабельность – 81,1%. Чистый доход с 1 га составляет 37,7 тыс. рублей.

Выводы. Результаты проведенного исследования свидетельствуют, что оптимизация структуры посевных площадей является ключевым фактором повышения экономической эффективности и сохранения почвенного плодородия в условиях Краснодарского края. Правильный подбор сельскохозяйственных культур и их научно обоснованное чередование

позволяют обеспечить положительный баланс гумуса. Разработанные варианты восьмипольного севооборота для земельного участка в Белореченском районе демонстрируют, что второй вариант, характеризующийся увеличением доли озимой пшеницы при сохранении посевов люцерны, является наиболее эффективным. Он обеспечивает более высокие показатели чистого дохода и рентабельности, что подтверждает необходимость внедрения оптимальной структуры посевных площадей в практику внутрихозяйственного землеустройства [1].

Литература

1. Барсукова, Г. Н. Оптимизация структуры посевных площадей при условии сохранения почвенного плодородия как фактор повышения эффективности аграрного производства / Г. Н. Барсукова, Л. А. Мироненко, К. А. Юрченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 115. – С. 1170-1180. – EDN VJLRPB.
2. Геоинформационная географическая система «Google Планета Земля» [Электронный ресурс]: Режим доступа – <https://earth.google.com/intl/ru/index.html>
3. Землеустроительное проектирование Ч. 2: учеб. пособие // Г. Н. Барсукова [и др.]. – Краснодар, КубГАУ, 2013. – 71 – 82 с.
4. Нечаев, В. И. Организация землепользования Краснодарского края на основе агроландшафтного зонирования территории / В. И. Нечаев, Г. Н. Барсукова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2008. – № 5. – С. 45-47. – EDN JJZWMR.
5. Портал пространственных данных «Национальная система пространственных данных» [Электронный ресурс]: Режим доступа – <https://nspd.gov.ru>
6. Почвенная карта РСФСР 1:2 500 000 (Фридланд с соавторами, 1988). [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://soil-db.ru/map?lat=44.5525&lng=39.8316&zoom=10>

7. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. – Краснодар : ООО "Просвещение-Юг", 2015. – 352 с. – EDN VJCWGT.
8. Soil and eco-economic substantiation of the need for switching to the adaptive-landscape systems of agriculture in the Krasnodar Krai / G. N. Barsukova, Y. I. Bershitskiy, V. P. Vlasenko [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2020. – Vol. 21, No. 4. – P. 94-102. – DOI 10.12911/22998993/119805. – EDN TGVAPS.

References

1. Barsukova, G. N. Optimizatsiya struktury posevnykh ploshchadei pri uslovii sokhraneniya pochvennogo plodorodiya kak faktor povysheniya ehffektivnosti agrarnogo proizvodstva / G. N. Barsukova, L. A. Mironenko, K. A. Yurchenko // Politematicheskii setevoi ehlektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 115. – S. 1170-1180. – EDN VJLRPB.
2. Geoinformatsionnaya geograficheskaya sistema «Google Planeta Zemlya» [Ehlektronnyi resurs]: Rezhim dostupa – <https://earth.google.com/intl/ru/index.html>
3. Zemleustroitel'noe proektirovanie Ch. 2: ucheb. posobie // G. N. Barsukova [i dr.]. – Krasnodar, KubGAU, 2013. – 71 – 82 s.
4. Nechaev, V. I. Organizatsiya zemlepol'zovaniya Krasnodarskogo kraya na osnove agrolandshaftnogo zonirovaniya territorii / V. I. Nechaev, G. N. Barsukova // Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii. – 2008. – № 5. – S. 45-47. – EDN JJZWMR.
5. Portal prostranstvennykh dannykh «Natsional'naya sistema prostranstvennykh dannykh» [Ehlektronnyi resurs]: Rezhim dostupa – <https://nspd.gov.ru>
6. Pochvennaya karta RSFSR 1:2 500 000 (Fridland s soavtorami, 1988). [Ehlektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa : <https://soil-db.ru/map?lat=44.5525&lng=39.8316&zoom=10>
7. Sistema zemledeliya Krasnodarskogo kraya na agrolandshaftnoi osnove. – Krasnodar : ООО "Prosveshchenie-Yug", 2015. – 352 s. – EDN VJCWGT.

8. Soil and eco-economic substantiation of the need for switching to the adaptive-landscape systems of agriculture in the Krasnodar Krai / G. N. Barsukova, Y. I. Bershitskiy, V. P. Vlasenko [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2020. – Vol. 21, No. 4. – P. 94-102. – DOI 10.12911/22998993/119805. – EDN TGVAPS.

© Барсукова Г.Н., Агапитова Я.Д., Шеринёв О.А., Сторчак И.А., 2026.

International agricultural journal, 2026, № 4, 28-43.

Научная статья

Original article

УДК 338.24

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_34

edn: CCJHNU

**УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ В УСЛОВИЯХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ
ТРАНСФОРМАЦИЙ: НОВЫЕ ПРИОРИТЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ
SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF GEOPOLITICAL
TRANSFORMATIONS: NEW PRIORITIES AND ASSESSMENT CRITERIA**



Сямина Екатерина Игоревна, ассистент кафедры управления сельскохозяйственным производством, ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству, Москва

Ekaterina I. Siamina, Assistant of the Department of Agricultural Production Management, State University of Land Management, Moscow

Аннотация. Устойчивое развитие в XXI веке все чаще сталкивается с ограничениями, которые порождаются не только внутренними социально-экономическими трудностями, но и внешней средой. В логике международной повестки устойчивость должна обеспечивать достижение ЦУР до 2030 года; однако прогресс оценивается как неполный и неоднородный, а значит, требуется более точное управление целевыми траекториями и измерение эффективности применяемых средств. На этом фоне геополитические трансформации 2020-х годов усиливают риск «разрыва» между декларациями устойчивости и реальными возможностями государств по финансированию, доступу к технологиям, сырью и логистике, что особенно актуализирует потребность в обновлении подходов к оценке. Цель исследования состоит в

анализе того, как геополитические шоки меняют содержание устойчивого развития: от классических целей «чистого» экологического и социального прогресса — к требованию устойчивости к внешним ограничениям. В рамках данной логики показательно, что контроль за достижением ЦУР требует индикаторов и критериев мониторинга, а также дополняется оценкой энергетической безопасности при соблюдении принципов устойчивого развития. Следовательно, выбор темы обусловлен необходимостью связать универсальные ориентиры ЦУР с регионально значимыми параметрами геополитической устойчивости. Таким образом, предмет работы — разработка новых приоритетов устойчивого развития и уточнение критериев их оценки в условиях стратегической конкуренции, перестройки энергетических и технологических цепочек и изменения режимов сотрудничества. Практическая значимость формируется возможностью использовать результаты для научного обоснования политики и для повышения сопоставимости мониторинга устойчивости на уровне стран и регионов.

Abstract. Sustainable development in the 21st century is increasingly confronted with constraints arising not only from internal socio-economic difficulties but also from the external environment. According to the logic of the international agenda, sustainability should ensure the achievement of the SDGs by 2030; however, progress is assessed as incomplete and uneven, which means that more precise management of target trajectories and measurement of the effectiveness of the means applied are required. Against this backdrop, the geopolitical transformations of the 2020s are increasing the risk of a “gap” between sustainability declarations and the actual capabilities of states in terms of financing, access to technology, raw materials, and logistics, which particularly emphasizes the need to update assessment approaches. The aim of the study is to analyze how geopolitical shocks are changing the content of sustainable development: from the classical goals of “pure” environmental and social progress to the requirement of resilience to external constraints. Within the framework of this logic, it is significant that monitoring the

achievement of the SDGs requires indicators and monitoring criteria, and is also complemented by an assessment of energy security while adhering to the principles of sustainable development. Consequently, the choice of topic is driven by the need to link the universal SDG benchmarks with regionally significant parameters of geopolitical sustainability. The subject of this work is therefore the development of new sustainable development priorities and the refinement of criteria for their assessment in the context of strategic competition, the restructuring of energy and technology chains, and changing cooperation regimes. The practical significance of this work stems from the potential to use the results for scientifically substantiating policy and for improving the comparability of sustainability monitoring at the national and regional levels.

Ключевые слова: устойчивое развитие, геополитическая трансформация, энергетическая безопасность

Keywords: sustainable development, geopolitical transformation, and energy security

В статье рассматривается, какие именно приоритеты устойчивого развития должны быть пересмотрены при геополитических трансформациях: во-первых, возникает потребность в фокусе на устойчивости к внешним ограничениям (trade-offs между социальными и экономическими обязательствами при сжатии ресурсных возможностей); во-вторых, стратегическая автономность и надежность критических систем становятся не «дополнительным» аспектом, а самостоятельным измерением устойчивости. Такая переориентация согласуется с тезисом, что устойчивое развитие в неустойчивом мире требует обновления инструментов контроля и оценки достижимости целей. Второй блок исследования посвящен формированию критериев оценки устойчивого развития, которые сохраняют совместимость с логикой ЦУР, но вводят новые измерения геополитического риска. Утверждается, что мониторинг должен включать не только показатели прогресса по ЦУР, но и параметры,

отражающие уязвимость систем к шокам — прежде всего через энергетическую компоненту: оценка энергетической безопасности при соблюдении принципов устойчивого развития может опираться на системы индикаторов, включая энергетическую три-лемму и индексы рисков энергетической безопасности. Наконец, статья формулирует те вопросы, которые будут развернуты в основной части: какие приоритеты следует считать «новыми» для стран России/СНГ; какие критерии обеспечат релевантность оценки в условиях санкционных и технологических ограничений; и как связать результаты мониторинга с управленческими решениями. В качестве контекста рассматриваются подходы к устойчивому развитию регионов во внешних вызовах и процессах технологической трансформации, что задает исследовательский мост между глобальными ориентирами и региональной практикой.

Материалы и методы

Исследование строится на комбинировании нормативно-индикативного подхода и рамки устойчивости (resilience). Нормативно-индикативный компонент обеспечивает сопоставимость результатов с международной логикой мониторинга ЦУР: оценка прогресса по целям требует использования критериев и показателей — индикаторов устойчивого развития ООН. Для уточнения связи геополитики и устойчивого развития применяется resilience-перспектива, в которой геополитические шоки интерпретируются как внешние возмущения, меняющие осуществимость целевых траекторий и требующие проверки устойчивости систем к ограничениям.

Методологическая процедура включает: (1) концептуализацию каналов влияния геополитики на устойчивое развитие (доступ к технологиям, рынкам, энергетическим ресурсам и инфраструктурным цепочкам); (2) операционализацию «новых приоритетов» через набор проверяемых индикаторов и измеримых прокси; (3) сценарный анализ, где динамика внешних ограничений рассматривается как фактор риска недостижения целей.

В фокусе находится энергетическая составляющая как участок повышенной уязвимости: геополитическая нестабильность, воздействующая на цепочки поставок, усиливает риски сбоев, что обосновывает включение энергетической безопасности в оценку устойчивости.

Для обеспечения методической строгости используется индикативная логика «цель → показатель → интерпретация», а также проводится верификация набора индикаторов на предмет релевантности устойчивому управлению и сопоставимости. В частности, энергетическую безопасность предлагается анализировать при соблюдении принципов устойчивого развития, используя системы индикаторов, ориентированные на три-лемму энергетики, а также индексы рисков энергетической безопасности. Такой дизайн позволяет отделять наблюдаемый прогресс по ЦУР от устойчивости к внешним ограничениям, фиксируя, где выполнение отдельных целей зависит от геополитического контекста.

Дополнительно рассматриваются подходы, применяющие систематизацию данных и «scoring» логики к оценке рисков, что позволяет структурировать обзор релевантных эмпирических исследований по рискам и внешним воздействиям. При этом акцент сохраняется на прикладной интерпретации: отобранные показатели должны отвечать на вопрос, какие элементы устойчивого развития следует считать приоритетными в условиях трансформации среды.

Информационная база и данные

Информационная база исследования формируется из двух взаимодополняющих контуров: (1) международные рамки мониторинга устойчивого развития и (2) специализированные индикаторы, отражающие риски внешних ограничений, прежде всего в энергетике. Базовым «каркасом сопоставимости» выступают индикаторы устойчивого развития, связанные с ЦУР и ориентированные на контроль достижения целей в логике «управление процессом — оценка эффективности средств — отслеживание прогресса». Это

позволяет строить сопоставимые ряды по социальным, экономическим и экологическим направлениям.

Для расширения оценки в геополитическом измерении используются подходы к энергетической безопасности как интегральному параметру устойчивого развития. В исследовательской логике применяются данные и индикаторы, позволяющие оценивать энергетическую безопасность при соблюдении принципов устойчивости, опираясь на систему индикаторов энергетической три-леммы и индексы рисков энергетической безопасности. Сопоставление этих измерений с траекториями ЦУР дает возможность выделить зоны, где внешние шоки повышают вероятность отклонений от целевых ориентиров.

Ключевым элементом базы данных является спецификация структуры индикаторов устойчивого развития. В проектной логике выделяются индикаторы социальных аспектов, экономических аспектов, экологических аспектов (включая показатели воды, суши, атмосферы, иных природных ресурсов и отходов) и институциональных аспектов (программирование и планирование политики, научные разработки, международные правовые инструменты, информационное обеспечение, усиление роли основных групп населения). [13] Такое деление обеспечивает прозрачность отбора переменных и повышает воспроизводимость последующего анализа.

С точки зрения охвата источников предполагается использование международных и отечественных статистических и аналитических массивов, а также документальных данных мониторинга устойчивого развития и энергетической безопасности. Практическая связность обеспечивается тем, что отобранные данные подстраиваются под конкретные условия применения: индикаторы требуют преобразований и адаптаций для корректного сравнения и оценки. В результате информационная база позволяет одновременно учитывать прогресс по ЦУР и измерять способность системы сохранять траекторию развития при геополитических ограничениях.

Результаты и обсуждение

Новые приоритеты устойчивого развития

Геополитические трансформации последних лет переводят дискуссию об устойчивом развитии из плоскости «достижения целей» в плоскость «сохранения траектории развития» при изменении внешних ограничений. В этой логике устойчивое развитие приобретает дополнительный приоритет: способность экономики и институтов обеспечивать выполнение обязательств ЦУР при дефицитах ресурсов, технологических барьерах и нарушениях цепочек поставок. Тем самым усиливается акцент на управляемости рисков, а не только на статической эффективности отдельных мер.

Первым системным сдвигом выступает повышение роли энергетической устойчивости и ресурсной обеспеченности в «сшивке» экологической и социально-экономической повестки. При растущей зависимости энергетики от внешних факторов геополитическая нестабильность усиливает уязвимость цепочек поставок, что требует переосмысления приоритетов энергетического перехода через призму управляемости дефицитов и уязвимостей по критически важным материалам. В прикладном измерении это выражается в переходе от узко технологического понимания перехода к политике диверсификации и снижению рисков разрывов.

Вторым сдвигом является перемещение фокуса с «инноваций как таковых» на «инновации как механизм устойчивости регионов к внешним вызовам». Региональные модели устойчивого развития в условиях технологической трансформации и внешних ограничений предполагают увязку социальных эффектов, инновационной активности и организационного потенциала с устойчивостью системы к внешним шокам. [5] Следовательно, приоритетом становится не только создание новых решений, но и их институциональное закрепление, обеспечивающее непрерывность модернизации при ограничениях доступа к технологиям и финансированию.

Критерии оценки устойчивого развития

Критерии оценки в статье формулируются как связка «цель — индикатор — управленческая интерпретация». Базовую структуру задают индикаторы устойчивого развития по четырем сферам: социальные, экономические, экологические (включая характеристики воды, суши, атмосферы, иных природных ресурсов и отходов) и институциональные. Однако в контексте геополитических трансформаций требуется дополнение критериев характеристиками уязвимости и адаптивности, чтобы оценка отражала реалистичность выполнения обязательств при изменении внешней среды.

Первый новый критерий связан с устойчивостью к внешним шокам как комплексной способностью сохранять баланс сфер развития. Для его построения релевантны шокоустойчивые рамки комплексной оценки по экономической, социальной и экологической сферам, поскольку именно влияние внешних воздействий на разные аспекты жизнедеятельности территориальных образований соответствует актуальной повестке устойчивого развития. Тем самым критерии получают измеримый «мост» между геополитическими ограничениями и тем, какие сферы деградируют быстрее при нарушении внешних условий.

Второй критерий — целевая определенность управления рисками на уровне субъектов и проектов. В логике оценки рисков климата на уровне фирмы подчеркивается необходимость точной оценки климатических рисков, позволяющей разрабатывать адресные стратегии укрепления устойчивости. Переноса подход на геополитические риски, критерий означает: если риск (например, технологический или логистический) распознается без достаточной точности, то мониторинг устойчивости не сможет различить «декларативный прогресс» и реальную подготовленность системы к продолжению проектов.

Третий критерий — региональная релевантность институциональной конфигурации мониторинга и оценки. В современных системах мониторинга устойчивого развития регионов акцент смещается к конструированию регионального механизма и согласованию инструментов реализации стратегии

с условиями глобальных вызовов. Следовательно, критерии должны включать параметры управляемости: наличие и качество планирования, информационное обеспечение, правовые и организационные инструменты, которые позволяют перераспределять ресурсы и корректировать траектории при внешних ограничениях.

Литература

1. Глобальное устойчивое развитие в условиях геополитических ... — <https://www.imemo.ru/publications/info/globalynoe-ustoychivoe-razvitie-v-usloviyah-geopoliticheskikh-vizovov-vozmozhnosti-prostranstvennogo-potentsiala-rossii>
2. [PDF] Устойчивое развитие в неустойчивом мире: объединяя усилия ... — https://www.hse.ru/data/2024/03/01/2082508790/%D0%A3%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B9%D1%87%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B5-%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4.pdf
3. Тема «устойчивое развитие» – Новости – Стратегические проекты – Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» — <https://stratpro.hse.ru/news/keywords/57030940>
4. [PDF] Доклад о целях в области устойчивого развития — https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Russian.pdf
5. Социальные и инновационные приоритеты модели устойчивого развития региона - Сумина Е.В., Бадюков А.А. / Вопросы инновационной экономики / № 2, 2024 - Первое экономическое издательство - — <https://1economic.ru/lib/121001>
6. Диверсификация цепочек поставок дефицитных материалов обеспечивает минимизацию геополитических рисков — <https://www.isjaee.com/jour/announcement/view/310>

7. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОНТЕКСТЕ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ - Вестник Алтайской академии экономики и права — <https://vaael.ru/ru/article/view?id=3968>
8. Принципы устойчивого развития — <https://ru.linkedin.com/pulse/principles-sustainability-christopher-oare-aneni-pmp--i5wtf?tl=ru>
9. [PDF] Understanding climate risk externalities through the global supply ... — <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/MECH1277/%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%95%CE%A3-PAPERS%20%CE%91%CE%9D%CE%9F%CE%99%CE%9E%CE%97%202024/17-Climate%20Risk%20in%20SC.pdf>
10. Firm-level climate risk assessment: Recent progress and future ... — <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950629825000025>
11. Методика комплексной оценки шокоустойчивости ... — <https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/metodika-kompleksnoj-ocenki-shokoustojchivosti-territorialnyh-obrazovaniy.pdf>
12. Система мониторинга и оценки устойчивого развития регионов | Siberian Journal of Economic and Business Studies / Сибирский журнал экономических и бизнес-исследований — <https://kras-science.ru/jour/index.php/nk/article/view/323>
13. Индикаторы устойчивого развития — <https://www.cawater-info.net/bk/14-1-1.htm>
14. Устойчивое развитие: геополитическая трансформация и ... — <https://dokumen.pub/xix-2-1.html>
15. Устойчивое развитие в 2024 году: как меняется подход российского бизнеса? - Информационный промышленный сайт — <https://indpages.ru/eco/ustoyicheevoye-razveeteeye-v-2024-godu>
16. Укрепление вашей цепочки поставок: стратегическое руководство по снижению рисков и устойчивости — <https://ru.linkedin.com/pulse/fortifying-your-supply-chain-strategic-guide-risk-mitigation-ahmad-c4urf?tl=ru>

17. r/energy on Reddit: Энергетическая безопасность, кажется ... — https://www.reddit.com/r/energy/comments/1shwita/energy_security_feels_like_its_quietly_becoming?tl=ru
18. Принципы ESG: что такое принципы устойчивого развития, стратегии, трансформация бизнеса, факторы, риски, проекты, управление — <https://productlab.ru/blog/esg-principyu>
19. ESG-финансирование и устойчивое развитие банковской деятельности - BanksToday — <https://bankstoday.net/last-articles/banki-last-articles/esg-finansirovanie-i-ustojchivoe-razvitie-bankovskoj-deyatelnosti>
20. Supply Chain Risk Management for Sustainable and Resilient ... — <https://journals.explorerpublish.com/tscr/article/view/88>
21. [PDF] Multi-Component Resilience Assessment Framework for a Supply ... — https://rosap.nsl.bts.gov/view/dot/68155/dot_68155_DS1.pdf
22. Framework for resilience strategies in agricultural supply chain — <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2024.1444910/full>
23. [PDF] Assessing the Landscape of Climate Risk and Supply Chain ... — https://www.c2es.org/wp-content/uploads/2025/09/Climate-Risk-and-Supply-Chain-Report_FINAL_v3.pdf
24. Комплексная оценка устойчивости региональных систем – тема научной статьи по экономике и бизнесу читайте бесплатно текст научно-исследовательской работы в электронной библиотеке КиберЛенинка — <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-otsenka-ustoychivosti-regionalnyh-sistem>

References

1. Global`noe ustojchivoe razvitie v usloviyax geopoliticheskix ... — <https://www.imemo.ru/publications/info/globalynoe-ustoychivoe-razvitie-v-usloviyah-geopoliticheskikh-vizovov-vozmozhnosti-prostranstvennogo-potentsiala-rossii>

2. [PDF] Ustojchivoe razvitie v neustojchivom mire: ob`edinyaya usiliya ... — https://www.hse.ru/data/2024/03/01/2082508790/%D0%A3%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B9%D1%87%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B5-%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4.pdf
3. Tema «ustojchivoe razvitie» – Novosti – Strategicheskie proekty` – Nacional`ny`j issledovatel`skij universitet «Vy`sshaya shkola e`konomiki» — <https://stratpro.hse.ru/news/keywords/57030940>
4. [PDF] Doklad o celyax v oblasti ustojchivogo razvitiya — https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Russian.pdf
5. Social`ny`e i innovacionny`e priority` modeli ustojchivogo razvitiya regiona - Sumina E.V., Badyukov A.A. / Voprosy` innovacionnoj e`konomiki / № 2, 2024 - Pervoe e`konomicheskoe izdatel`stvo - — <https://1economic.ru/lib/121001>
6. Diversifikaciya cepochek postavok deficitny`x materialov obespechivaet minimizaciyu geopoliticheskix riskov — <https://www.isjaee.com/jour/announcement/view/310>
7. OBESPECHENIE E`NERGETICHESKOJ BEZOPASNOSTI V KONTEKSTE UGLERODNOJ NEJTRAL`NOSTI - Vestnik Altajskoj akademii e`konomiki i prava — <https://vaael.ru/ru/article/view?id=3968>
8. Principy` ustojchivogo razvitiya — <https://ru.linkedin.com/pulse/principles-sustainability-christopher-oare-aneni-pmp--i5wtf?tl=ru>
9. [PDF] Understanding climate risk externalities through the global supply ... — <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/MECH1277/%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%95%CE%A3-PAPERS%20%CE%91%CE%9D%CE%9F%CE%99%CE%9E%CE%97%202024/17-Climate%20Risk%20in%20SC.pdf>
10. Firm-level climate risk assessment: Recent progress and future ... — <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950629825000025>

11. Metodika kompleksnoj ocenki shokoustojchivosti ... —
<https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/metodika-kompleksnoj-ocenki-shokoustojchivosti-territorialnyh-obrazovaniy.pdf>
12. Sistema monitoringa i ocenki ustojchivogo razvitiya regionov | Siberian Journal of Economic and Business Studies / Sibirskij zhurnal e`konomicheskix i biznes-issledovanij — <https://kras-science.ru/jour/index.php/nk/article/view/323>
13. Indikatory` ustojchivogo razvitiya — <https://www.cawater-info.net/bk/14-1-1.htm>
14. Ustojchivoe razvitie: geopoliticheskaya transformaciya i ... —
<https://dokumen.pub/xix-2-1.html>
15. Ustojchivoe razvitie v 2024 godu: kak menyaetsya podxod rossijskogo biznesa? - Informacionny`j promy`shlenny`j sayt — <https://indpages.ru/eco/ustoyicheevoye-razveeteeye-v-2024-godu>
16. Ukreplenie vashej cepochki postavok: strategicheskoe rukovodstvo po snizheniyu riskov i ustojchivosti — <https://ru.linkedin.com/pulse/fortifying-your-supply-chain-strategic-guide-risk-mitigation-ahmad-c4urf?tl=ru>
17. r/energy on Reddit: E`nergeticheskaya bezopasnost`, kazhetsya ... —
https://www.reddit.com/r/energy/comments/1shwita/energy_security_feels_like_its_quietly_becoming?tl=ru
18. Principy` ESG: chto takoe principy` ustojchivogo razvitiya, strategii, transformaciya biznesa, faktory`, riski, proekty`, upravlenie —
<https://productlab.ru/blog/esg-principy>
19. ESG- finansirovanie i ustojchivoe razvitie bankovskoj deyatel`nosti - BanksToday — <https://bankstoday.net/last-articles/banki-last-articles/esg-finansirovanie-i-ustojchivoe-razvitie-bankovskoj-deyatelnosti>
20. Supply Chain Risk Management for Sustainable and Resilient ... —
<https://journals.explorerpress.com/tscr/article/view/88>
21. [PDF] Multi-Component Resilience Assessment Framework for a Supply ... —
https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/68155/dot_68155_DS1.pdf

22. Framework for resilience strategies in agricultural supply chain —
<https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2024.1444910/full>
23. [PDF] Assessing the Landscape of Climate Risk and Supply Chain ... —
https://www.c2es.org/wp-content/uploads/2025/09/Climate-Risk-and-Supply-Chain-Report_FINAL_v3.pdf
24. Kompleksnaya ocenka ustojchivosti regional'ny'x sistem – tema nauchnoj stat'i po e'konomie i biznesu chitajte besplatno tekst nauchno-issledovatel'skoj raboty v e'lektronnoj biblioteke KiberLeninka —
<https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-otsenka-ustoychivosti-regionalnyh-sistem>

© Сямина Е.И., 2026. *International agricultural journal*, 2026, № 4, 44-57.

Научная статья

Original article

УДК 631.347.3.012.3.001.2

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_35

edn: EBLSNX

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
СТАЦИОНАРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ СИСТЕМ
METHODOLOGY FOR DETERMINING OPTIMAL PARAMETERS OF
STATIONARY SPRINKLER IRRIGATION SYSTEMS**



Рязанцев Анатолий Иванович, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник отдела систем орошения дождеванием, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга» (140483, Россия, г. Коломна, городской округ Коломна, посёлок Радужный, 38), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9829-8196>, ryazantsev.41@mail.ru

Антипов Алексей Олегович, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела систем орошения дождеванием, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга» (140483, Россия, г. Коломна, городской округ Коломна, посёлок Радужный, 38), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4374-163X>, antipov.aleksei2010@yandex.ru

Евсеев Евгений Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технических систем, теории и методики образовательных процессов ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет» (140411,

Россия, г. Коломна, ул. Зеленая, д. 30) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6133-2661>, evseev.evgeniy.1995@mail.ru

Малько Игорь Валерьевич, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела техники и технологий микроорошения, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга» (140483, Россия, г. Коломна, городской округ Коломна, посёлок Радужный, 38), ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9128-6975>, centorion@yandex.ru

Anatoly I. Ryazantsev, Doctor of technical sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, chief researcher at the department of sprinkler irrigation systems, Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Irrigation and Agricultural Water Supply "Raduga" (38, Raduzhny settlement, Kolomna urban district, Kolomna, 140483 Russia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9829-8196>, ryazantsev.41@mail.ru

Alexey Olegovich Antipov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Sprinkler Irrigation Systems Department, Raduga All-Russian Research Institute of Irrigation Systems and Agricultural Water Supply (38 Raduzhny Settlement, Kolomna, 140483, Russia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4374-163X>, antipov.aleksei2010@yandex.ru

Evgeny Yu. Evseev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Technical Systems, Theory and Methodology of Educational Processes at the State Social and Humanitarian University (30, Zelenaya Street, Kolomna, 140411 Russia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6133-2661>, evseev.evgeniy.1995@mail.ru

Igor Valerievich. Malko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Department of Micro-Irrigation Engineering and Technology, Raduga All-Russian Scientific Research Institute of Irrigation Systems and Agricultural Water Supply (38 Raduzhny Settlement, Kolomna, 140483, Russia), ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9128-6975>, centorion@yandex.ru

Аннотация. В статье выполнен сравнительный анализ классической методики определения оптимальных параметров стационарных дождевальных систем (ВИСХОМ, 1963) и современных подходов к их проектированию. Рассмотрены аналитические методы минимизации суммарных годовых затрат, включающих амортизационные отчисления по трубопроводной сети и расходы насосной станции. Систематизированы современные методики: гидравлическое моделирование в EPANET и FAST-GPU, методы дискретной оптимизации, системы переменной нормы орошения (VRI), IoT-датчики и цифровые двойники. Предложена усовершенствованная шестиэтапная методика проектирования СДС.

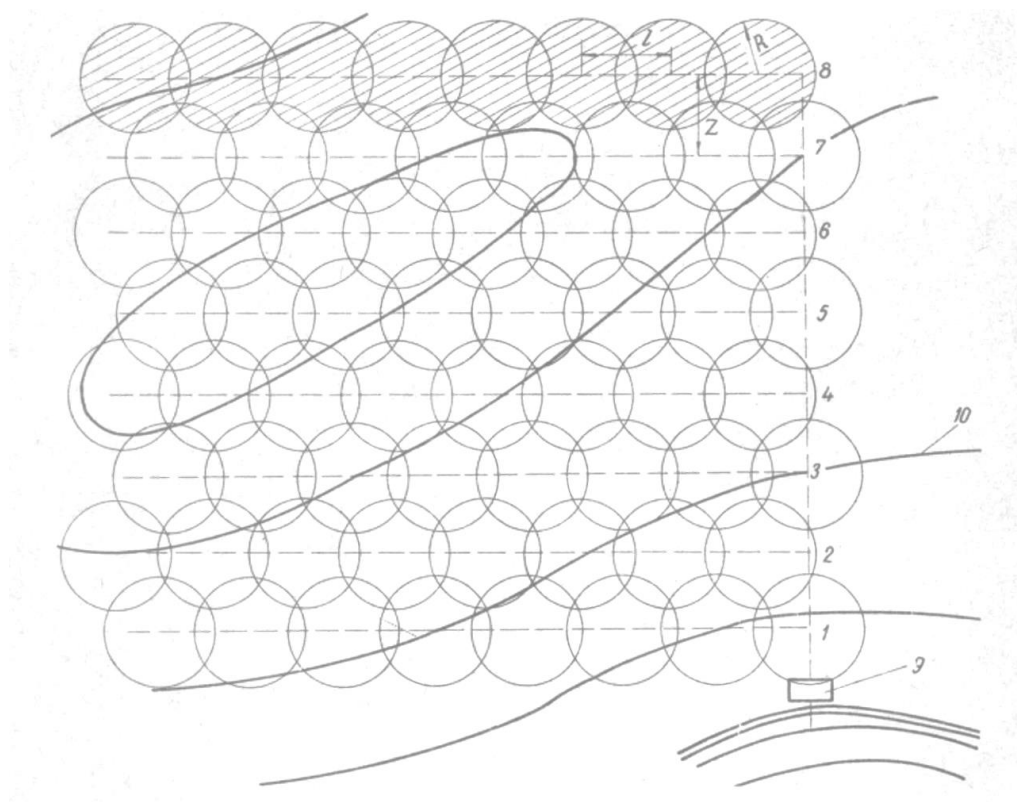
Abstract. The article provides a comparative analysis of the classical methodology for determining the optimal parameters of stationary sprinkler systems (VISKHOM, 1963) and modern approaches to their design. Analytical methods for minimizing total annual costs, including depreciation charges on the pipeline network and pumping station costs, are considered. Modern methods are systematized: hydraulic modeling in EPANET and FAST-GPU, discrete optimization methods, variable irrigation rate (VRI) systems, IoT sensors and digital twins. An improved six-stage VTS design methodology is proposed.

Ключевые слова: стационарная дождевальная система, оптимизация параметров, гидравлический расчёт, EPANET, IoT-орошение, переменная норма орошения, цифровой двойник

Keywords: stationary sprinkler irrigation system, parameter optimization, hydraulic calculation, EPANET, IoT-based irrigation, variable rate irrigation, digital twin

Введение. Стационарные дождевальные системы (СДС) занимают особое место среди оросительной техники благодаря высокой производительности труда и возможности полной автоматизации водораспределения. Конструктивно СДС включает насосную станцию, магистральный трубопровод и разветвлённую сеть оросительных трубопроводов с

гидрантами, на которых монтируются дальнеструйные дождевальные аппараты (рисунок 1) [4].

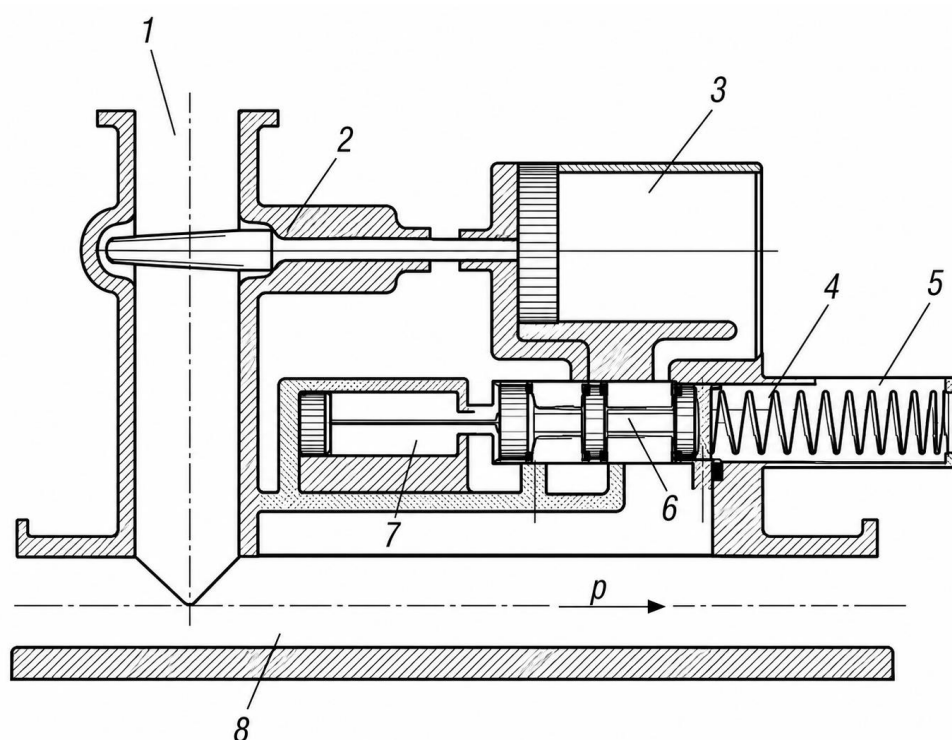


1...8 – задвижки; 9 – насосная станция;

Рисунок 1 – Схема стационарной дождевальной установки

Первая систематизированная отечественная методика разработана в 1963 г. Б. М. Лебедевым (ВИСХОМ) и основана на минимизации суммарных годовых затрат – амортизационных отчислений по трубопроводной сети и расходов на электроэнергию насосной станции [4]. Целью настоящей статьи является систематизация классического аналитического подхода и его сопоставление с современными методами оптимизации параметров СДС.

Насосная станция подаёт воду в магистральный трубопровод, от которого на равных расстояниях отведены оросительные трубопроводы. Одновременно работает только один оросительный трубопровод. Переключение между трубопроводами осуществляется автоматически с помощью задвижек, управляемых по давлению (рисунок 2), настроенных на различные диапазоны [4].



1 – отвод; 2 – задвижка; 3 – сервомотор; 4 – пружина; 5 – колпачок; 6 – золотник; 7 – вспомогательный цилиндр; 8 – трубопровод

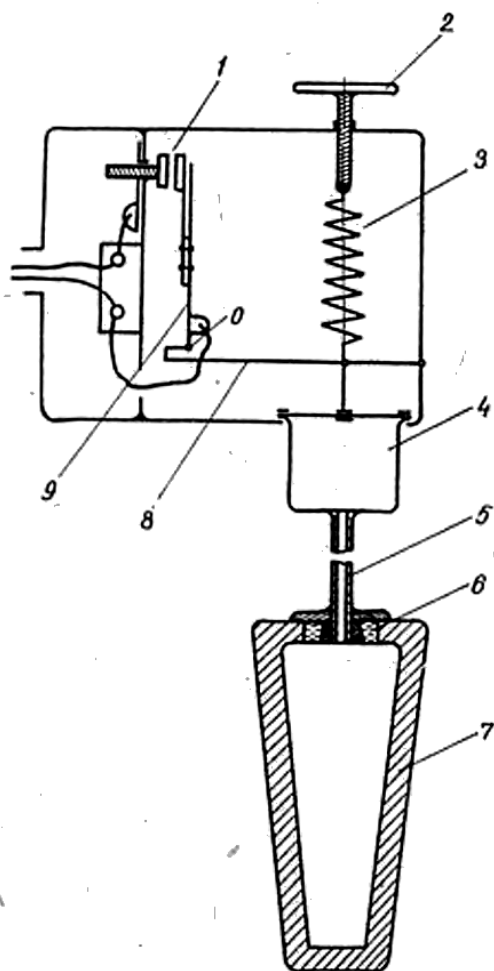
Рисунок 2 – Схема автоматической задвижки для переключения оросительных трубопроводов

Материалы и методы. В классической методике управление режимом орошения осуществлялось посредством тензиометрического датчика влажности почвы (рисунок 3). При снижении влажности ниже допустимого порога устройство замыкало электрическую цепь управления насосной станцией [4]. Конструктивно датчик включает керамический микропористый фильтр, полость с водой и золотниковые электроды управляющей цепи.

Опытным путём установлено, что зависимость $\frac{H}{R}$ (отношение рабочего напора дождевального аппарата H , м, к радиусу захвата струи R , м) от $\frac{H}{d}$ (отношение напора к диаметру сопла d , мм) описывается линейным уравнением [4] (рисунок 4).

$$\frac{H}{R} = 0,4 + 0,00025 \times \frac{H}{d} \quad (1)$$

При оптимальном соотношении $\frac{H}{d} = 2400$, соответствующем полному распаду струи, зависимость упрощается до $R = H$. При расстановке аппаратов по углам треугольника расстояние между параллельными трубопроводами $Z = 1,5 \cdot H$, между аппаратами $l = 1,73 \cdot H$ [4].



1 – контакт; 2 – регулировочный винт; 3 – пружина; 4 – герметичный баллон;
5 – латунная трубка; 6 – резиновая шайба; 7 – микропористый фильтр; 8...9 –
рычаг

Рисунок 3 – Схема тензиометрического влагомера

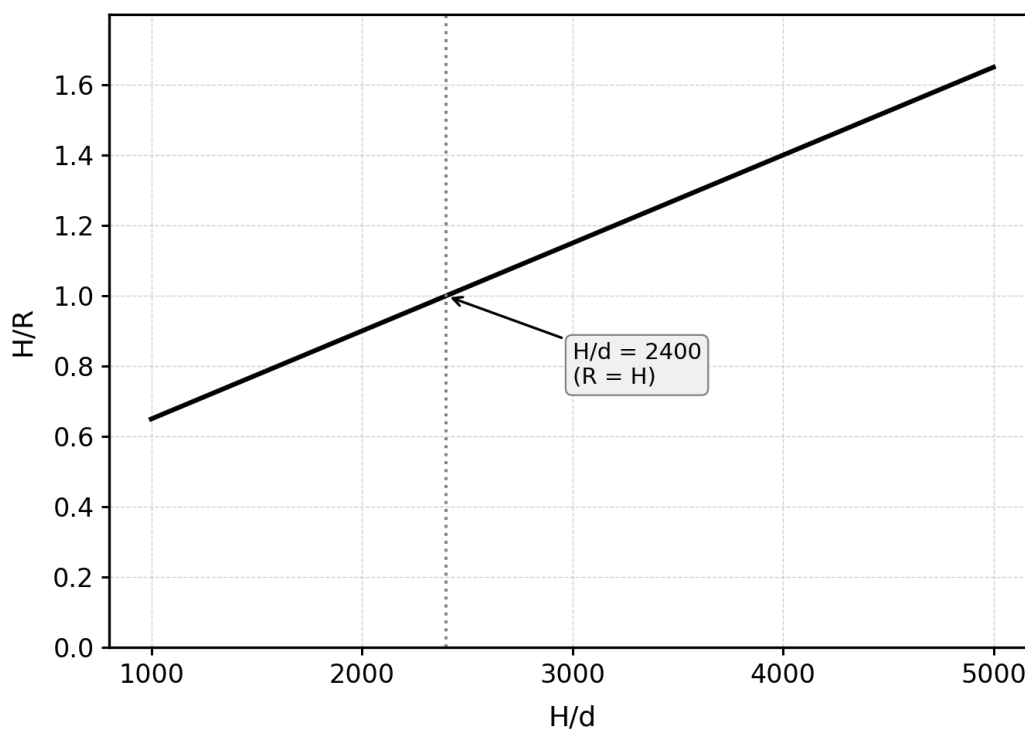


Рисунок 4 – График зависимости $\frac{H}{R}$ от $\frac{H}{d}$ для водяных струй (угол наклона $28...32^\circ$)

Средняя стоимость одного погонного метра асбоцементных труб зависит от диаметра D по квадратичному закону (рисунок 5) [4]:

$$C = a + b \times D^2, a = 0.3; b = 35 \quad (2)$$

Длина трубопроводов на гектар: $L_1 = \frac{10000}{Z}$ (м/га), где Z – расстояние между трубопроводами. Годовые амортизационные и ремонтные отчисления по трубопроводной сети (суммарная норма 10 %) [4]:

$$A = \frac{667}{H} (a + b \cdot D^2), \quad (3)$$

Расходы по энергии насосной станции на 1 га орошаемой площади:

$$C_2 = \frac{\gamma \times m \times S \times H}{3600 \times 75 \times \eta} \quad (4)$$

где $\gamma = 1000$ кг/м³; m – оросительная норма, м³/га; S – стоимость единицы энергии, руб.; η – КПД насосной станции. При $m = 2500$ м³/га, $S = 0,03$ руб., $\eta = 0,7$ получается $C_2 = 0,395 \cdot H$ [4]. Оптимальный напор соответствует абсциссе точки минимума кривой $A + C_2$ (рисунок 6).

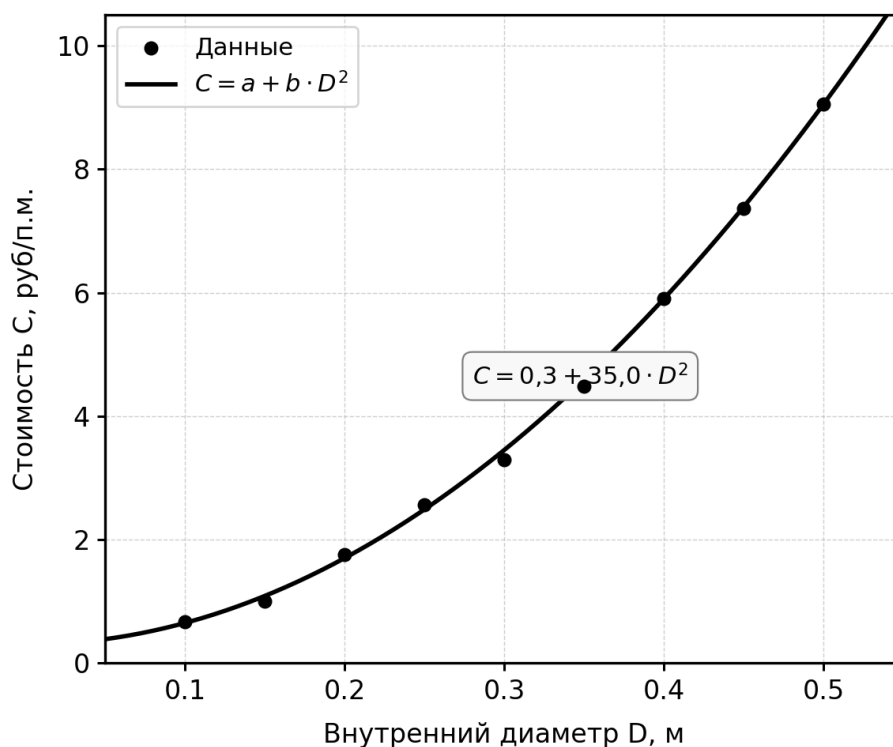
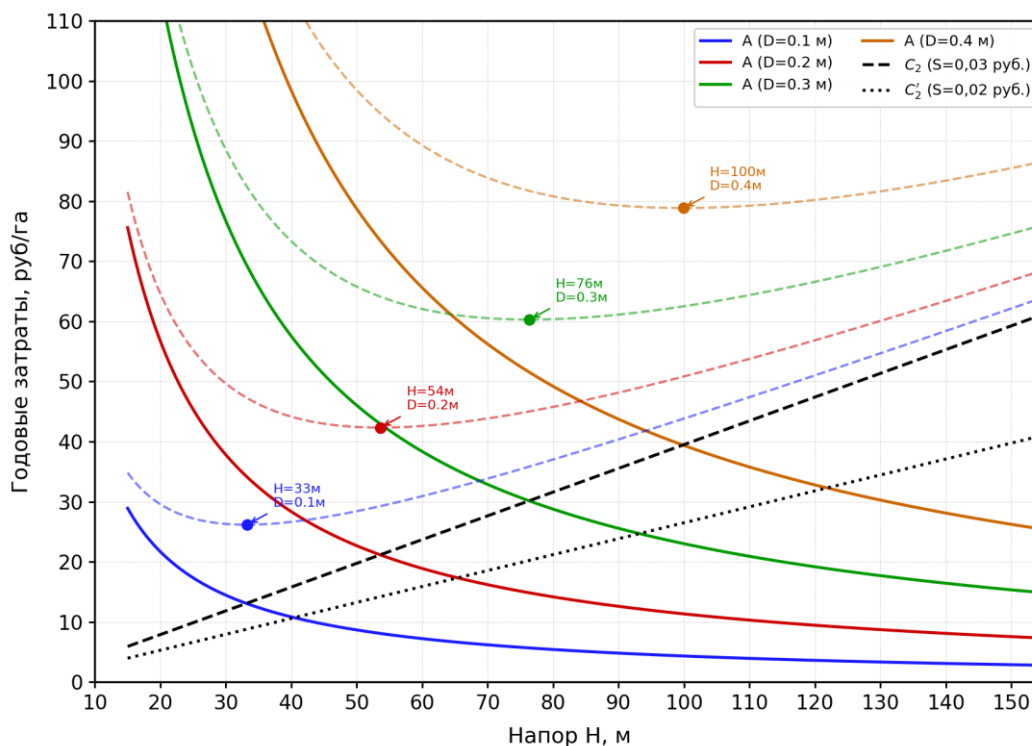


Рисунок 5 – Зависимость средней стоимости асбоцементной трубы от диаметра: точки – данные, кривая – $C = 0,3 + 35 \times D^2$



сплошные линии – A (амортизация), пунктир – $A + C_2$; точки минимума – оптимальные напоры

Рисунок 6 – Сводный график оптимальных параметров СДС

Результаты расчёта оптимальных параметров для трубопроводов постоянного диаметра представлены в таблице 1. Оптимальный напор изменяется от 33 м ($D = 0,1$ м) до 122 м ($D = 0,4$ м), расстояние между трубопроводами – от 50 до 183 м.

Таблица 1

**Оптимальные параметры СДС с постоянными диаметрами
трубопроводов**

Параметр	D=0,1 м S=0,03	D=0,1 м S=0,02	D=0,2 м S=0,03	D=0,2 м S=0,02	D=0,3 м S=0,03	D=0,3 м S=0,02	D=0,4 м S=0,03	D=0,4 м S=0,02
Расход трубопровода Q , м ³ /с	0,012	0,012	0,047	0,047	0,106	0,106	0,188	0,188
Оптимальный напор H , м	33	40	54	65	77	92	100	122
Расстояние между трубопроводами Z , м	50	60	80	97	115	138	150	183
Число дождевальных аппаратов n , шт.	4	3	4	3	4	3	4	3
Расход аппарата q , л/с	3	4	11,5	15,8	26,5	34	47	65
Расстояние между аппаратами l , м	57	69	93	112	133	159	173	210
Общая длина трубопровода L , м	228	210	370	340	530	480	690	630

Применение труб убывающего диаметра позволяет снизить стоимость сети. При условии постоянного гидравлического уклона диаметр на расстоянии l от начала трубопровода определяется формулой (5). По сравнению с постоянным диаметром оптимальный напор снижается на 15...25 % (таблица 2).

$$D = D_0 \cdot \left[\frac{k + \frac{L-l}{L}}{k+1} \right]^{2/5} = \quad (5)$$

Таблица 2

Оптимальные параметры СДС с переменным диаметром трубопроводов

Параметр	$D_0=0,1$ м $S=0,03$	$D_0=0,1$ м $S=0,02$	$D_0=0,2$ м $S=0,03$	$D_0=0,2$ м $S=0,02$	$D_0=0,3$ м $S=0,03$	$D_0=0,3$ м $S=0,02$	$D_0=0,4$ м $S=0,03$	$D_0=0,4$ м $S=0,02$
Расход трубопровода Q , м ³ /с	28	35	43	55	58	78	73	88
Оптимальный напор H , м	42	52	64	83	87	117	110	132
Расстояние между трубопроводами Z , м	4	3	4	3	4	3	4	3
Число дождевальных аппаратов n , шт.	3	4	11,5	15,8	26,5	34	47	65
Расход аппарата q , л/с	48	58	82	96	113	135	160	192
Расстояние между аппаратами l , м	194	174	328	290	452	406	640	576

К современным методам оптимизации параметров СДС относится, программный комплекс EPANET (EPA, США) является стандартом де-факто для гидравлического расчёта напорных оросительных сетей (рис. 7) [14, 16]. Он рассчитывает давление и скорость потока в каждом элементе сети при любой топологии и различных режимах водопотребления, что принципиально важно при последовательном переключении трубопроводов в СДС.

Инструмент FAST-GPU (2025) обеспечивает производительность, превышающую стандартный EPANET более чем в 6000 раз, что позволяет перебирать миллионы вариантов конфигурации сети для нахождения глобального оптимума диаметров и давлений [13].

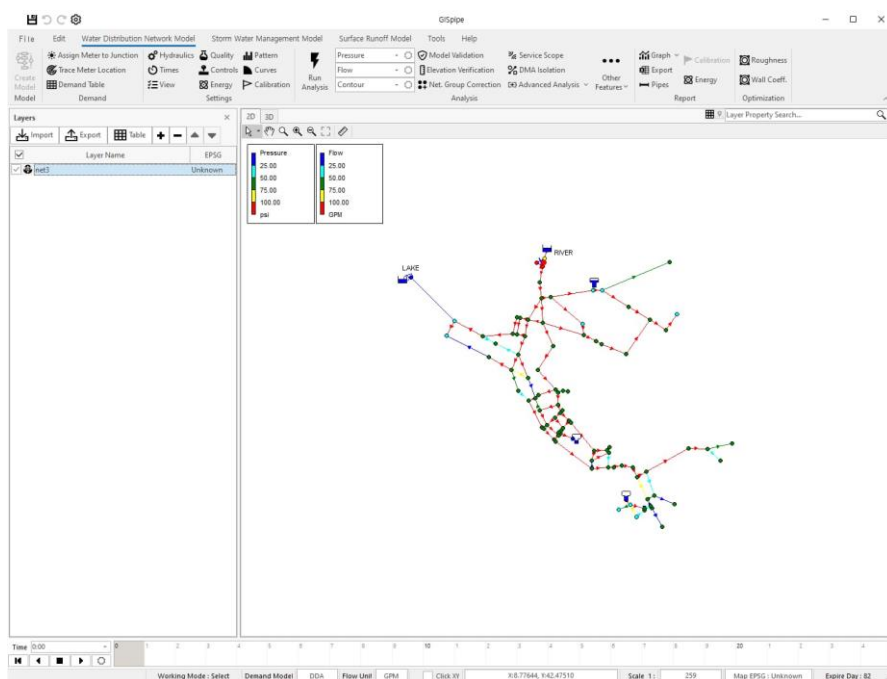


Рисунок 7 –Интерфейс программного комплекса GISpipe/EPANET для гидравлического моделирования оросительных сетей

Метод дискретной оптимизации решает задачу выбора оптимального диаметра для каждого участка разветвлённой сети как дискретную комбинаторную задачу при ограничениях: нормативное давление у каждого гидранта, минимальная скорость воды, стандартный сортамент труб. Целевая функция – минимизация суммарной стоимости сети с учётом штрафных функций за нарушение давлений [6, 10, 15]. Сочетание данного метода с EPANET устойчиво к множественным локальным минимумам и не требует непрерывности целевой функции [10, 14].

Системы VRI обеспечивают дифференцированную подачу воды по зонам поля на основе карт-заданий. Коэффициент равномерности распределения воды (CU) достигает 90 % и выше при экономии воды до 50 % по сравнению с традиционным поливом [12]. Продуктивность водопользования повышается в среднем на 20 %, энергопотребление снижается примерно на 18 % [12].

Интеграция беспроводных датчиков влажности почвы, метеостанций и контроллеров позволяет перейти от статического расчётного графика полива

к адаптивному управлению в реальном времени. По результатам 31-дневных испытаний IoT-управляемая система обеспечила экономию воды 35 % по сравнению с нормативным графиком эвапотранспирации [15].

Современные IoT-датчики (TDR, FDR, ёмкостные зонды) – функциональные цифровые аналоги тензиометрического датчика, описанного в классической методике (рисунок 3) – обеспечивают беспроводную передачу данных с частотой, недостижимой для механических систем [5].

Методы глубокого обучения (LSTM, CNN) и ансамблевые алгоритмы применяются для прогнозирования влажности почвы и испаряемости, а интеграция с данными дистанционного зондирования (NDVI) позволяет формировать карты норм орошения для VRI [10].

Цифровой двойник (Digital Twin, DT) – виртуальная гидравлическая модель, обновляемая в реальном времени данными датчиков SCADA и IoT. Применение DT обеспечивает постоянный мониторинг режимов работы, прогностическое техническое обслуживание и тестирование сценариев управления без остановки реальной системы [7, 8, 15].

Сравнительный анализ двух подходов представлен в табл. 3. Классическая методика остаётся актуальной как строгая аналитическая основа технико-экономической оптимизации СДС. Современные инструменты – численная оптимизация, IoT и цифровые двойники – дополняют её, решая задачи, которые аналитическими методами неразрешимы: учёт дискретности сортамента труб, пространственная неоднородность почвы, адаптивное управление в реальном времени.

**Сопоставление классической и современных методик проектирования
СДС**

Аспект	Классическая методика	Современные методы
Критерий оптимизации	$\min(A + C_2)$	$\min(A + C_2)$ + ограничения по давлению, CU, скоростям
Метод оптимизации	Аналитический (пересечение кривых)	Методы дискретной оптимизации, GPU-перебор (FAST-GPU)
Гидравлика	Формула Дарси–Вейсбаха, постоянный/убывающий диаметр	EPANET – полная нелинейная сеть
Управление поливом	Механические задвижки с сервомотором	IoT + SCADA + облачные платформы
Датчики влажности	Тензиометрический (керамический фильтр)	TDR, FDR, ёмкостные; Wi-Fi/LoRa
Равномерность полива	Не регулируется в реальном времени	$CU \geq 90 \%$ (VRI + импульсное управление)
Учёт неоднородности поля	Не предусмотрен	GIS + NDVI + ML-карты норм
Цифровое моделирование	Аналитические кривые	Цифровой двойник (Digital Twin)
Экономия энергии	Через оптимальный напор H	Дополнительно –18 % (VRI)
Экономия воды	Через Z и l	До –50 % (VRI + IoT)

На основе проведённого анализа предлагается следующая последовательность проектирования стационарных дождевальных систем.

Этап 1. Сбор исходных данных и ГИС-анализ. Топографическая съёмка, составление ГИС-слоя почвенной неоднородности (текстура, водоудерживающая способность), формирование базы климатических данных для расчёта эвапотранспирации.

Этап 2. Предварительный аналитический расчёт. Применение классической методики (формулы 1...5, рисунки 4, 6) для определения диапазона допустимых напоров и диаметров – начальное приближение для численной оптимизации.

Этап 3. Гидравлическая оптимизация диаметров в EPANET/FAST-GPU. Определение оптимального набора диаметров для всех участков сети

методами дискретной оптимизации при соблюдении ограничений по давлению и скорости.

Этап 4. Проектирование системы управления. Выбор архитектуры IoT: типы и число датчиков влажности, метеостанций, расходомеров; протоколы беспроводной связи; облачная платформа управления.

Этап 5. Внедрение VRI. При выраженной почвенной неоднородности – разработка зональных карт нормы орошения на основе ML-моделей с данными дистанционного зондирования.

Этап 6. Создание цифрового двойника. Разворачивание цифрового двойника на основе гидравлической модели EPANET и данных датчиков для непрерывного мониторинга и прогнозирования аварийных ситуаций.

Выводы. Классическая методика впервые формализовала задачу технико-экономической оптимизации СДС и заложила алгоритмическую основу для расчёта диаметров трубопроводов, рабочих напоров и схем расстановки дождевальных аппаратов. Предложенные формулы и метод графического определения оптимальных параметров (рисунки 4...6, таблицы 1, 2) сохраняют методологическую ценность.

Современный арсенал – численная гидравлическая оптимизация, ГА, VRI, IoT, машинное обучение и цифровые двойники – дополняет классический подход: VRI обеспечивает $CU \geq 90 \%$ и экономию воды до 50 %; IoT снижает водопотребление на 35 %; GPU-ускоренная оптимизация позволяет перебирать миллионы вариантов конфигурации. Интеграция классического технико-экономического подхода с перечисленными методами формирует современную методику проектирования и эксплуатации СДС, обеспечивающую минимальные затраты, высокую равномерность полива и адаптивное управление водным режимом почвы.

Литература

1. ГОСТ 8224-1–2004. Машины дождевальные подвижные. Часть 1. Эксплуатационные характеристики и методы лабораторных и полевых

- испытаний. – М.: Стандартинформ, 2004. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200044530>.
2. ГОСТ Р 58595–2019. Почвы. Отбор проб. – М.: Стандартинформ, 2019. – 16 с.
3. Кирейчева Л. В. Современные методы автоматизации управления режимами орошения / Л. В. Кирейчева, И. Ф. Юрченко // Природообустройство. – 2021. – № 4. – С. 44–51.
4. Лебедев Б. М. Методика определения оптимальных параметров стационарных дождевальных систем / Б. М. Лебедев. – М. : ВИСХОМ, 1963. – 29 с.
5. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справочник. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с. – URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008275977.
6. Рязанцев А. И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях / А. И. Рязанцев. – Рязань: Рязаньагроинформ, 1991. – 131 с. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001598513>.
7. СП 100.13330.2016. Мелиорация. Актуализированная редакция СНиП 2.06.03-85. – М. : Минстрой России, 2016. – 79 с.
8. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – М.: Минстрой России, 2021. – 157 с.
9. Штепа В. Н. Цифровые двойники в управлении мелиоративными системами / В. Н. Штепа // Мелиорация и водное хозяйство. – 2022. – № 3. – С. 28–34.
10. Alomari Z. M. Performance Assessment of Variable (VRI) Versus Constant Rate Irrigation (CRI): Review / Z. M. Alomari, T. J. Alfatlawi // International Journal of Design & Nature and Ecodynamics. – 2024. – Vol. 19, № 1. – P. 1–10. – DOI: 10.18280/ijdne.190121.

11. Kumar S. V. Development of a smart IoT-based drip irrigation system for precision farming / S. V. Kumar [et al.] // Irrigation and Drainage. – 2022. – Vol. 71, № 5. – P. 1319–1333. – DOI: 10.1002/ird.2757.
12. Li M. Evaluation of variable rate irrigation management in forage crops: Saving water and increasing water productivity / M. Li [et al.] // Agricultural Water Management. – 2023. – Vol. 275. – Art. 108049. – DOI: 10.1016/j.agwat.2022.108049.
13. Marcuzzo F. F. N. The optimization of irrigation networks using genetic algorithms / F. F. N. Marcuzzo, E. C. Wendland // Journal of Water Resource and Protection. – 2014. – Vol. 6, № 12. – P. 1124–1138. – DOI: 10.4236/jwarp.2014.612105.
14. Pereira L. S. Acceleration of pipeline analysis for irrigation networks through parallelisation in Graphic Processing Units / L. S. Pereira [et al.] // Biosystems Engineering. – 2025. – Vol. 253. – P. 1–14. – DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2025.01.003.
15. Ramos H. M. Smart Water Grids and Digital Twin for the Management of System Efficiency in Water Distribution Networks / H. M. Ramos [et al.] // Water. – 2023. – Vol. 15, № 6. – Art. 1129. – DOI: 10.3390/w15061129.
16. Rossman L. A. EPANET 2 Users Manual / L. A. Rossman. – Cincinnati : U.S. Environmental Protection Agency, 2000. – 200 p. – (EPA/600/R-00/057).

References

1. GOST 8224-1-2004. Sprinklers are mobile. Part 1. Operational characteristics and methods of laboratory and field tests. Moscow: Standartinform, 2004. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200044530>
2. GOST R 58595-2019. Soils. Sampling. – M.: Standartinform, 2019. – 16 p.
3. Kireicheva L. V. Modern methods of automation of irrigation regime control / L. V. Kireicheva, I. F. Yurchenko // Environmental management. – 2021. – No. 4. – pp. 44-51.
4. Lebedev B. M. Methodology for determining optimal parameters of stationary sprinkler systems / B. M. Lebedev. – M. : VISKHOM, 1963. – 29 C.

5. Resource-saving energy-efficient environmentally safe technologies and irrigation equipment: a reference book. Moscow : Rosinform Federal State Budgetary Institution, 2015. 264 p. URL:
https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008275977
6. Ryazantsev A. I. Mechanization of irrigation with wide-range circular sprinkler machines in difficult conditions / A. I. Ryazantsev. – M.: Rating, 1991. – 131 p. – URL:
<https://search.rsl.ru/ru/record/01001598513>.
7. SP 100.13330.2016. Land reclamation. Updated edition of SNiP 2.06.03-85. Moscow : Ministry of Construction of Russia, 2016. 79 p.
8. SP 31.13330.2021. Water supply. Outdoor networks and facilities. Updated version of SNiP 2.04.02-84*. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2021. 157 p.
9. Shtepa V. N. Digital twins in the management of land reclamation systems / V. N. Shtepa // Land reclamation and water management. – 2022. – No. 3. – pp. 28-34.
10. Alomari Z. M. Evaluation of irrigation efficiency with variable (VRI) and constant flow rate (CRI): review / Z. M. Alomari, T. J. Alfathlavi // International Journal of Design, Nature and Ecodynamics. – 2024. – Volume 19, No. 1. – pp. 1-10. – DOI: 10.18280/ij dne.190121.
11. Kumar S. V. Development of an intelligent drip irrigation system based on the Internet of Things for precision agriculture / S. V. Kumar [et al.] // Irrigation and drainage. – 2022. – Volume 71, No. 5. – pp. 1319-1333. – DOI: 10.1002/identification number 2757.
12. Li M. Management assessment irrigation with a variable rate on forage crops: saving water and increasing its productivity / M. Li [et al.] // Water resources management in agriculture. – 2023. – Volume 275. – Article 108049. – DOI: 10.1016/j.agwat.2022.108049.
13. Markuzzo F. F. N. Optimization of irrigation networks using genetic algorithms / F. F. N. Markuzzo, E. S. Wendland // Journal of Water Resources and

Environmental Protection. - 2014. – Volume 6, No. 12. – pp. 1124-1138. – DOI: 10.4236/jwarp.2014.612105.

14. Pereira L. S. Acceleration of pipeline analysis for irrigation networks due to parallelization in graphics processors / L. S. Pereira [et al.] // Biosystem engineering. – 2025. – Volume 253. – pp. 1-14. – DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2025.01.003.

15. Ramos H. M. Intelligent water supply networks and a digital twin for managing the efficiency of systems in water distribution networks / H. M. Ramos [et al.] // Water. – 2023. – Volume 15, No. 6. – Article 1129. – DOI: 10.3390/w15061129.

16. Rossman L. A. EPANET User's Guide 2 / L. A. Rossman. Cincinnati : United States Environmental Protection Agency, 2000. 200 p. (EPA/600/R-00/057).

© Рязанцев А.И., Антипов А.О., Евсеев Е.Ю., Малько И.В. 2026. *International agricultural journal*, 2026, № 4, 58-75.

Научная статья

Original article

УДК 630.1

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_36

edn: FDSSJC

**ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА ПРИ
ВЫРАЩИВАНИИ РАССАДЫ ЦВЕТочно-ДЕКОРАТИВНЫХ
КУЛЬТУР В ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ РОССИИ**
**FEATURES OF THE SPECTRAL COMPOSITION OF LIGHT WHEN
GROWING SEEDLINGS OF FLOWER AND ORNAMENTAL CROPS IN
GREENHOUSES IN RUSSIA**



Климов А.П., кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики, физики и информатики, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 105064, Москва, ул. Казакова, д. 15, тел. 499-261-63-35

Суслов С.В., кандидат географических наук, доцент кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», 105064, Москва, ул. Казакова, д. 15, тел. 499-261-63-35

Безбородов А.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры продовольственной безопасности, ФГБОУ ДПО «РАКО АПК», 111622, Москва, ул. Оренбургская, 15 Б, тел. 499-700-06-69

Безбородов Ю.Г., доктор технических наук, доцент, И.о. заведующего кафедрой землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО «РГАУ им. К.А. Тимирязева», 127434, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, тел. 499-976-04-80

Klimov A.P., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Physics and Computer Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Land Management", 105064, Moscow, Kazakova St., Building 15, Tel. 499-261-63-35

Suslov S.V., Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Digital Agriculture and Landscape Architecture of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State University of Land Management", 105064, Moscow, Kazakova St., 15, tel. 499-261-63-35

Bezborodov A.G., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Food Security of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "RAKO APK", 111622, Moscow, Orenburgskaya St., 15B, tel. 499-700-06-69

Bezborodov Yu.G., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Land Management and Forestry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "RSAU named after K.A. Timiryazev, 127434, Moscow, Timiryazevskaya St., 49, tel. 499-976-04-80

Аннотация. В статье изложены результаты лабораторных опытов по спектру, составу света и его продолжительности в днях освещения при выращивании рассады цветочно-декоративных культур на примере бархатцев, как наиболее распространенной садово-парковой культуры. Для данной культуры рекомендован и лабораторными опытами подтвержден следующий спектр, его состав и продолжительность освещения в днях, а именно: красный цвет 12 дней, красно-синий 12 дней и синий 6 дней. Выращенная при таком режиме рассада бархатцев является коренастой и обладает высокой приживаемостью. Также рекомендовано в затемненных местах высаживать в открытый грунт с меньшей густотой, а в открытых солнечных местах с загущенностью посадки, так как данная рассада, выращенная при рекомендованном нами режиме, обладает стрессоустойчивостью и более развитой корневой системой. Вышеуказанные

положительные свойства рассады нами получены, в том числе за счет применения комплексного минерального удобрения «VitaMix» и регулятора роста растений «Циркон».

Abstract. This article presents the results of laboratory experiments on the spectrum, composition, and duration of light exposure in days for growing ornamental flower seedlings, using marigolds, the most common garden and park crop, as an example. The following spectrum, composition, and duration of light exposure in days are recommended for this crop, and laboratory experiments have confirmed them: red light for 12 days, red-blue light for 12 days, and blue light for 6 days. Marigold seedlings grown under this regime are stocky and have a high survival rate. It is also recommended to plant them in open ground at a lower density in shaded areas, and at a denser planting in open sunny locations, as these seedlings grown under our recommended regime are stress-resistant and have a more developed root system. We achieved these positive properties in our seedlings, in part, through the use of the complex mineral fertilizer "VitaMix" and the plant growth regulator "Zircon."

Ключевые слова: фитолампы, спектр, состав спектра, продолжительность освещения, рассады цветочно-декоративных культур, динамика роста рассады бархатцев, органо-минеральные удобрения и ускорители роста рассады цветов.

Key words: Phytolamps, spectrum, spectrum composition, illumination duration, seedlings of ornamental flower crops, growth dynamics of marigold seedlings, organo-mineral fertilizers and growth accelerators for flower seedlings

Введение

В последние годы активно используется при выращивании рассады в теплицах фитолампы. При их использовании стандартно рекомендуется следующие соотношения спектрального состава света: соотношение синего цвета к красному цвету 1:2.

Однако, соотношение вышеуказанных цветов необходимо уточнять для каждого вида цветочных культур с учетом их особенностей. Например,

некоторые культуры имеют развитую систему в связи с чем красный свет должен иметь большое значение. Для каждого вида цветочных культур при их выращивании в теплицах необходимо рекомендовать свой научно-обоснованный спектр цветов.

В садовом и декоративном цветоводстве наибольшее распространение получили и используются бархатцы (лат. *Tagetes*). Длина стебля которых обычно достигает до 120 см. Стебель ребристый, плотный. Листья расположены поочередно, перисторассеченные, зубчатые, блестящие. Цветение продолжается с июня по август, при удалении отцветших соцветий быстро образуются новые: точно так же быстро отрастают и молодые побеги на месте срезанных. Эта особенность позволяет использовать прямостоячие бархатцы для срезки и флористических композиций и ландшафтного дизайна. Положительным явлением и их особенностью является их неприхотливость в садово-парковом строительстве. Рассаду бархатцев выращивают в промышленных теплицах и незначительное количество в домашних условиях для личных нужд.

Доминирующим фактором при выращивании качественной рассады бархатцев является поддержание научно-обоснованного спектра цветов в фитолампах. Обычно рекомендуется поддерживать для выращивания рассады цветочных культур следующие соотношения цветов в спектре, который влияет на фотосинтез, рост и развитие рассады.

1. Красный спектр (600-700 нм) ускоряет цветение, стимулирует синтез сахарозы и влияет на работу фитохромов – белков, которые регулируют цветение.
2. Синий спектр (400-500 нм) способствует росту корней, крепкого стебля и листьев. Он особенно важен в период рассады и вегетации, помогает формировать плотную зеленую массу.
3. В некоторых конструкциях фитоламп предлагается комбинированный спектр – красный совмещенный с синим, то есть в лампе присутствуют светодиоды красные в перемешку с синими светодиодами.

Общее время продолжительности светового дня для выращивания рассады бархатцев составляет 12-14 часов. При этом, рекомендуется поддерживать следующие соотношения спектра цветов: 30% - в красном; 40% в синем; 30 % в красно-синем.

Рекомендуется поддерживать освещение фитолампой 12 часов, а оставшиеся 12 часов необходимо поддерживать темноту. То есть данный режим необходимо совмещать с естественными условиями природной среды (режим света в начале светового дня, а режим темноты с наступлением темного времени суток). Такое чередование света и темноты необходимо растениям, так как растения как любые живые организмы нуждаются в чередовании света и темноты (так называемом «фотопериоде»).

Сила светового потока фитолампы это количество света, которое, которое излучает светильник и световой поток измеряется в люменах (Лм). В нашем случае были использованы фитолампы со следующими длинами волн: красный 640-660 нанометров, синий свет 430-460 нанометров и комбинация этих цветов. При проведении лабораторных исследований рассада бархатцев находилась в помещении где поддерживался следующий температурный режим в помещении: в дневное время суток +18...+22° С, а в ночное время +16° С. К негативным явлениям может привести нарушение соотношения энергии в спектре. При преобладании в спектре и доминировании синего цвета рассада получается низкорослая и низко продуктивная, а доминирование в спектре красного света приводит рассаду с излишне развитыми вегетативными органами.

Семена бархатцев для получения качественной рассады рекомендуют сажать на глубину 1,5 – 2 см. [1]. При проведении лабораторных исследований семена бархатцев высаживали на глубину 2 см для создания мощной корневой системы, которая, по нашему мнению, является основой создания формирования «коренастой» рассады.

По нашему мнению, одним из факторов, влияющих на формирование «коренастой» рассады является ее научно-обоснованный полив. [2,3,4] В

литературных источниках рекомендуют семена бархатцев поливать до увлажнения почвенного субстрата ежедневно в конце светового дня, для предотвращения поверхностной почвенной корки. Однако, в наших исследованиях мы поливали в начале светового дня, так как в течении данного дня растения находятся в активной стадии развития и быстрее усваивают почвенную влагу, а полив в конце светового дня нецелесообразен так как у растения в ночной период замедляются физиологические процессы, прекращается фотосинтез. Растение не может активно впитывать почвенную влагу и усвоение почвенной влаги происходит в последующий световой период. Излишнее увлажнение нежелательно, так как возможно начало процесса заболачивания, что приводит к гниению корней и угнетение растений излишней влагой.

На практике начинающие агрономы в тепличных хозяйствах и любители садоводы на дому подбирают соотношения цветов опытным путем для каждого вида рассады цветочных культур. Очень часто особенно любители садоводы используют простые фитолампы, где спектр цвета не регулируется, тем самым всходы появляются в более поздние сроки, и рассада и сроки высадки рассады в открытый грунт увеличиваются и рассаду в некоторых случаях вынуждены высаживать в грунт преждевременно. И вышеизложенные факторы приводят к ее не приживаемости и отчасти гибели.

С учетом вышеизложенного на практике в клумбы высаживают рассаду в повышенном количестве растений чем по нормативу, то есть перерасход рассады достигает до 20% от норматива. Все вышеуказанное приводит к снижению качеству рассады, а возможность досвечивания на практике не применяется.

Однако, данное соотношение не является оптимальным по результатам нижеизложенных лабораторных опытов.

В исследованиях Егорова М.Ю., Корнилова Г.С. выявили, что сочетание красного и синего лучей спектра излучения однозначно влияют на растения с

учетом сочетания их интенсивности и положительности указанных излучений. [5] Опыты, проведенные Губиной А.А., Левина Е.В., Романовича М.М. и др. подтвердили высокую эффективность использования при получении ростков растений сочетания цветов красного и синего в спектре фитоламп, а также при этом наблюдалось более интенсивный рост корневой системы. [6]

Использование фитоламп положительно влияет на выращивание рассады. При этом более ярко наблюдается положительный эффект – «коренастая» рассада. То есть здоровая, компактная рассада с короткими междоузлиями, мощным корнем, толстым стеблем и насыщенной окраской листьев. Кроме того, она отличается устойчивостью к стрессам, лучше адаптируется к новым условиям после высадки в открытый грунт или теплицу, эффективнее использует питательные вещества и противостоит колебаниям погоды. [7]

Укрупненный литературный обзор показал, что отсутствуют научно-обоснованные рекомендации по спектру и по сочетанию цветов в период выращивания рассады цветочных культур, особенно при выращивании наиболее распространенной рассады цветочной культуры – бархатцев.

Методы исследования. В данной работе были использованы следующие методы: методы анализа, систематизации, сравнения и обобщения.

Экспериментальная база

Для решения вышеуказанной научно-производственной проблемы нами были заложен опыт с разным спектром и сочетанием цветов в фитолампах при выращивании рассады бархатцев, как наиболее распространенной цветочной культуры (рис. 1, 2).

Таблица 1

Варианты лабораторных опытов с разным спектром и сочетанием цветов при выращивании рассады бархатцев.

Варианты опытов	Спектр и сочетание цветов по продолжительности дней выращивания рассады
Вариант 1	Красный цвет (10 дней) Красно-синий (10 дней) Синий (10 дней)*
Вариант 2	Красный цвет (12 дней) Красно-синий (12 дней) Синий (6 дней)

Прим. по варианту 1 * - рекомендованный режим согласно литературных источников. [7]



Рис. 1. Общий вид варианта № 1 в первые 10 дней выращивания рассады бархатцев с использованием красного цвета в фитолампе.



Рис. 2. Общий вид варианта № 2 во вторые 12 дней выращивания рассады бархатцев с использованием синего цвета в фитолампе.

Вариант № 2 отличается от варианта № 1 удлинённым временем освещения в первые и вторые периоды и сокращённым последним периодом освещения. Необходимо отметить, что в практике использования фитоламп рекомендуется использовать спектр цветов и периоды освещения, которые изложены в первом варианте. В нашем случае первый вариант базовый. Во втором варианте спектр цветов и периоды освещения обладают новизной и, по нашему мнению, направлены на создания условий для получения «коренастой» рассады, представляющую собой более развитую корневую систему, устойчивого и крепкого стебля, что создает условия ее раннего созревания и быстрее цветения, что видно на рис. 2.

Нами в лабораторных исследованиях по выращиванию рассады бархатцев использовались семена сорта «Гавриш», которые характеризуются следующими характеристиками: однолетнее растение семейства

Сложноцветное высотой до 80 см, сильно ветвистое от основания. Соцветия – корзинки 10 см в диаметре, густомахровые, шаровидные, темно-оранжевые. Семена высевают в открытый грунт в конце мая – начале июня. Обладает характерными особенностями наиболее крупное соцветие на растении, формирующееся на главном побеге, расположено ниже или на одном уровне с соцветиями побегов более высокого порядка. Бархатцы растут на любых типах почв, тяжелую глинистую почву лучше разрыхлить внесением крупнозернистого песка или опилок, а в песчаный грунт добавить глины или перегноя. Следует отметить, что рассада высаживается с таким условием, чтобы растения друг друга не затеняло, на солнечных местах можно высаживать рассаду, более уплотненную к друг другу, а в затемненных местах под кронами деревьев высаживать с наименьшей густотой посадки. Также бархатцы требуют регулярного полива, не допуская переувлажнения. Также необходима хорошо дренированная почва, чтобы предотвратить гниение корней. Рекомендуется регулярно удалять увядшие цветы, чтобы стимулировать дальнейшее цветение.

При выращивании рассады использовали универсальное комплексное удобрение «VitaMix» с микроэлементами в следующем составе: азот 14 %, фосфор 16%, калий 18%, бор 0,13%, кальций 10%, магний 1%. Также в данном удобрении присутствуют железо, молибден, марганец, цинк. Кроме того, семена бархатцев для повышения всхожести, приживаемости и болезнеустойчивости предварительно замачивали семена перед посевом на 8 часов в растворе регулятора роста растений «Циркон», который представляет собой мощный индуктор болезнеустойчивости, цветения и плодообразования. Увеличивает всхожесть семян и укореняет рассаду. В основе циркона содержится природная гидроксикоричная кислота, выделенная из растения эхинацея пурпурная. Действующее вещество представлено в виде спиртового раствора, что обеспечивает стабильность и длительный срок хранения. Кроме того, рассаду бархатцев в последние дни ее выращивания проводили внекорневую подкормку опрыскивали водным

раствором комплексного жидкого органо-минерального удобрения «Добрая сила», в состав которого входят макроэлементы (азот 3%, фосфор 3,5%, калий 4,5 %) для обеспечения жизнедеятельности растений, гуминовые кислоты для повышения стрессоустойчивости, микроэлементы для полноценного питания, витамины В₁ для укрепления иммунной системы, янтарная кислота для стимуляции и развития побегов. Высокая доля компонентов и их сочетание обеспечивает активизацию роста растений, повышает стрессоустойчивость и характеризуется пролонгирующим действием этих веществ, что положительно влияет на рассаду при высадке в открытый грунт. В лабораторных опытах использовалась почвенная смесь с добавлением нами древесных опилок с соотношением 1:1. Добавление опилок способствовало лучшей аэрации почвенной смеси и лучшей ее водопроницаемости. [8,9,10]

На рис. 3 представлена динамика роста рассады бархатцев по двум вариантам лабораторных исследований, прирост замеряли каждые три дня. Второй вариант показал большую динамику прироста, чем первый вариант.

Общий вид рассады бархатцев вместе с корневой системой на 30 день ее выращивания представлен на рис. 3.



Рис. 3. Общий вид рассады вместе с корневой системой на тридцатый день ее выращивания.

Результаты и обсуждение. Лабораторные исследования по использованию разного сочетания спектра и цветов показали, что классические общепринятые рекомендации по спектру и сочетанию цветов, а также по их продолжительности при выращивании рассады бархатцев показали низкую их эффективность (вариант 1).

Рекомендованный нами спектр, сочетание цветов и их продолжительность показали наилучшие результаты. То есть в нашем втором варианте лабораторных опытов рассада бархатцев отличается «коренастостью» и более развитой системой, что при высадке такой рассады в открытый грунт она покажет лучшую приживаемость. Кроме того, необходимо отметить, что более качественная рассада, полученная во втором варианте наших лабораторных опытов при высадке в затемненных местах в открытый грунт, не замедляет свой рост и способна синтезировать питательные вещества из обедненной среды. Вышеуказанные положительные

свойства полученные во втором варианте лабораторных опытов позволяют нам рекомендовать теплично-оранжерейным хозяйствам и любителям садоводам –огородникам при использовании фитоламп в процессе выращивания рассады бархатцев следующий спектр сочетания цветов и их продолжительность: Красный цвет (12 дней), Красно-синий (12 дней), Синий (6 дней).

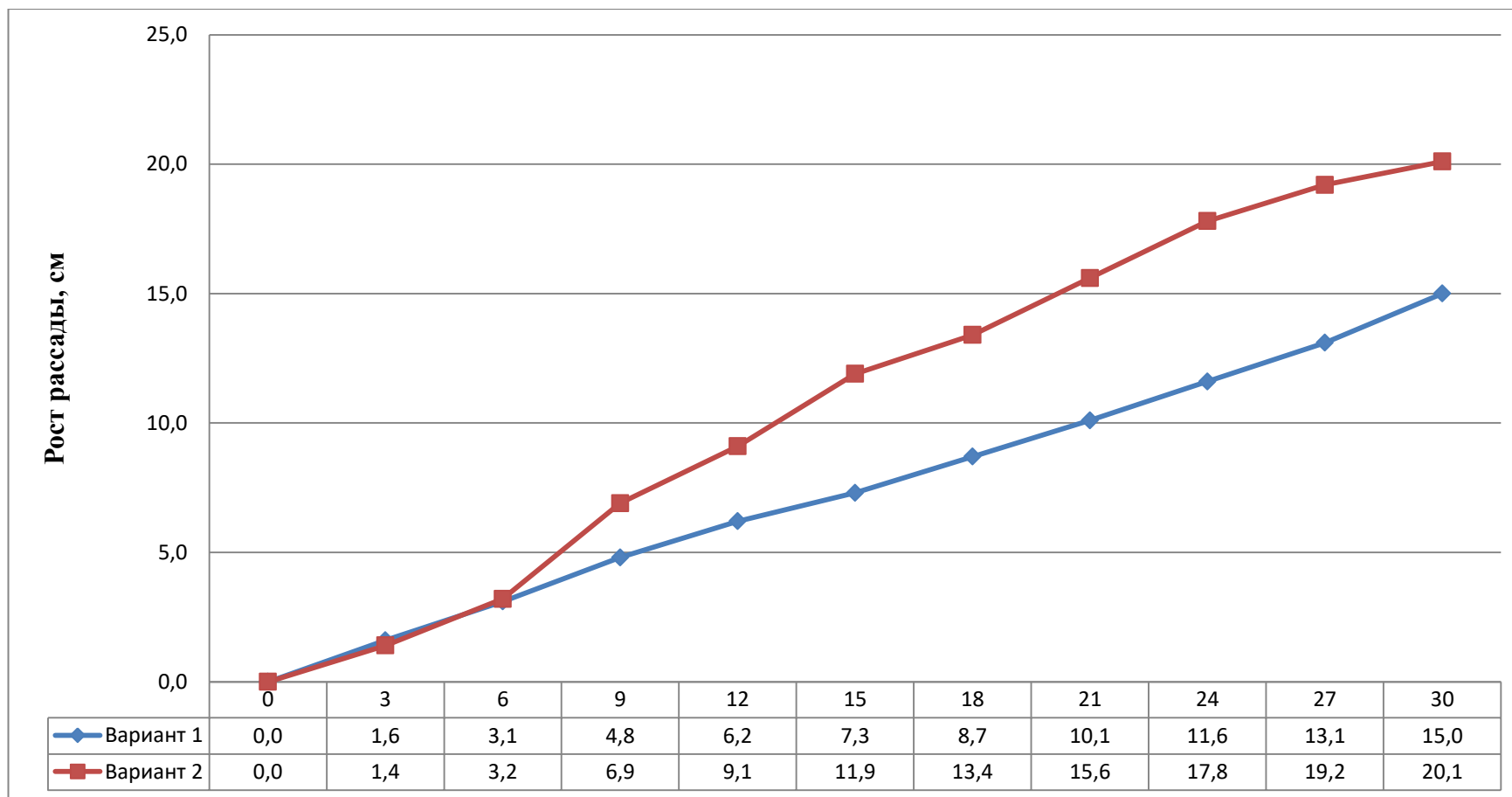


Рисунок 1. График роста рассады бархатцев по дням, см

Заключение

Практика выращивания рассады цветочных культур в тепличных комплексах и садоводами огородниками показывает использование ламп всевозможных конструкций: ламп накаливания, натриевые лампы, люминесцентные лампы, светодиодные лампы (холодные, теплые, нейтральные) цвета, фитолампы (с регулируемым и нерегулируемым спектром). В последние годы наибольшую популярность приобрели фитолампы, однако при этом отсутствуют рекомендации по их спектру, составу, выбору цвета и его продолжительности для каждой их цветочных культур при выращивании рассады.

Для наиболее распространённой цветочной культуры – рассады бархатцев рекомендуют следующий спектр, состав и продолжительность его цветов: красный 10 дней, красно-синий 10 дней и синий 10 дней. Проведенные нами лабораторные опыты показали низкую эффективность этих общепринятых рекомендаций. Рекомендованные нами и подтвержденные лабораторными опытами спектр красный цвет 12 дней, красно-синий цвет 12 дней и синий цвет 12 дней его состав цветов и продолжительность дней выращивания рассады показали свою эффективность, и рассада при этом режиме характеризуется «коренастостью» и лучшей приживаемостью при высадке в открытый грунт. Увеличение срока освещения на два дня красным и красно-синим цветом направлено на усиленное развитие корневой системы и листовой поверхности.

Литература

1. Прокопьева Н.Н., Самохвалов К.В. Влияние глубины посадки на морфологические и биологические признаки бархатцев отклоненных [Электр. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал.- 2023.- № 4. С. 3-8.
2. Ю.Г. Безбородов Теория и практика полива сельскохозяйственных культур / Ю.Г. Безбородов. – Ташкент: АО «Агросаноат ахбороти», 1998.- 98 с.

3. Ю.Г. Безбородов Орошение сельскохозяйственных культур в аридной зоне / Ю.Г. Безбородов, А.Г. Безбородов. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – 545 с.
4. В.С. Груздев, С.В. Суслов. Изменение состава и структуры компонентов ландшафтов лесной зоны в условиях техногенеза: монография: М.: «ИНФРА-М», 2023. С. 90.
5. М.Ю. Егоров, Г.С. Корнилова. Анализ существующих устройств и технологий для дополнительного освещения рассады. Вестник НГИЭИ. г. Княгинино. № 11. 2021. С. 17-27.
6. Губина А.А., Левин Е.В., Романович М.М., Дегтерев А.Е., Патоков Н.О., Ламкин И.А., Тарасов С.А. Определение оптимального состава излучения светодиодной фитолампы для стимуляции развития семян моркови и томата. Известия вузов России. Радиоэлектроника. Санкт-Петербург. 2022. Т. 25, № 3. С. 62-75.
7. Козлова И.В. Влияние освещения различными типами ламп на рост и развитие растений томата. Рисоводство. «ФНЦ риса». г. Краснодар. № 1, 2022. С. 65-70.
8. В.В. Чулкова Особенности использования почвенных смесей при возделывании декоративных растений //Аграрное образование и наука. 2021. № 2. С. 2-8.
9. Звягина А.С., Житникова Е. И. Подбор почвосмесей для выращивания рассады// Кубанский ГАУ № 182, 2022. С. 71-80.
10. Лысиков А.Б. Особенности рассыпных и пакетированных грунтов, предназначенных для выращивания посадочного материала и озеленительных работ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 6. С. 23-28.

References

1. Prokop'eva N.N., Samohvalov K.V. Vliyanie glubiny posadki na morfologicheskie i biologicheskie priznaki barhatcev otklonennyh [Effect of

planting depth on morphological and biological traits of velvet rejected] [Elektr. resurs] // AgroEkoInfo: Elektronnyj nauchno-proizvodstvennyj zhurnal.- 2023.- № 4. S. 3-8.

2. YU.G. Bezborodov Teoriya i praktika poliva sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Theory and practice of irrigation of agricultural crops] / YU.G. Bezborodov. – Tashkent: AO «Agrosanoat ahboroti», 1998.- 98 s.

3. YU.G. Bezborodov Oroshenie sel'skohozyajstvennyh kul'tur v aridnoj zone [Irrigation of agricultural crops in the arid zone] / YU.G. Bezborodov, A.G. Bezborodov. – Moskva: Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet - MSKHA im. K.A. Timiryazeva, 2013. – 545 s.

4. V.S. Gruzdev, S.V. Suslov. Izmenenie sostava i struktury komponentov landshaftov lesnoj zony v usloviyah tekhnogeneza: [Change in the composition and structure of components of forest landscapes in the conditions of technogenesis] monografiya: M.: «INFRA-M», 2023. S. 90.

5. M.YU. Egorov, G.S. Kornilova. Analiz sushchestvuyushchih ustroystv i tekhnologij dlya dopolnitel'nogo osveshcheniya rassady. [Analysis of existing devices and technologies for supplemental lighting of seedlings] Vestnik NGIEI. g. Knyaginino. № 11. 2021. S. 17-27.

6. Gubina A.A., Levin E.V., Romanovich M.M., Degterev A.E., Patokov N.O., Lamkin I.A., Tarasov S.A. Opredelenie optimal'nogo sostava izlucheniya svetodiodnoj fitolampy dlya stimulyacii razvitiya semyan morkovi i tomata. [Determination of the optimal radiation composition of an LED phytolamp for the stimulation of carrot and tomato seed development] Izvestiya vuzov Rossii. Radioelektronika. Sankt-Peterburg. 2022. T. 25, № 3. S. 62-75.

7. Kozlova I.V. Vliyanie osveshcheniya razlichnymi tipami lamp na rost i razvitie rastenij tomata. [Effect of illumination by different types of lamps on the growth and development of tomato plants. Rice farming.] Risovodstvo. «FNC risa». g. Krasnodar. № 1, 2022. S. 65-70.

8. V.V. CHulkova Osobennosti ispol'zovaniya pochvennyh smesej pri vozdeleyvanii dekorativnyh rastenij [Features of the use of soil mixtures in the

cultivation of ornamental plants] //Agrarnoe obrazovanie i nauka. 2021. № 2. S. 2-8.

9. Zvyagina A.S., ZHitnikova E. I. Podbor pochvosmesej dlya vyrashchivaniya rassady [Selection of soil mixtures for growing seedlings] // Kubanskij GAU № 182, 2022. S. 71-80.

10. Lysikov A.B. Osobennosti rassypnyh i paketirovannyh gruntov, prednaznachennyh dlya vyrashchivaniya posadochnogo materiala i ozelenitel'nyh rabot [Features of packed and packed soils intended for growing planting material and landscaping works] // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2020. № 6. S. 23-28.

© Климов А.П., Суслов С.В., Безбородов А.Г., Безбородов Ю.Г., 2026.

International agricultural journal, 2026, № 4, 76-93.

Научная статья

Original article

УДК 504.064

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_37

edn: SOTECA

**ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В
МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO WATER
RESOURCES MONITORING**



Баракхоев Магомед Юсупович, аспирант кафедры градостроительства и пространственного развития, Государственный университет по землеустройству, Москва, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2358-4263>

Цыпкин Юрий Анатольевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой градостроительства и пространственного развития, Государственный университет по землеустройству, Москва, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0774-485X>

Barakhoev Magomed Yusupovich, postgraduate student at the Department of Urban Planning and Spatial Development, State University of Land Use Planning, Moscow, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2358-4263>

Tsyppkin Yuri Anatolyevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of Urban Planning and Spatial Development, State University of Land Use Planning, Moscow, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0774-485X>

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию проблематики разливов мазута в Черном море, одного из наиболее важных и экологически уязвимых морских регионов мира. Разливы мазута представляют собой серьёзную

угрозу для морских экосистем, наносят вред флоре и фауне, а также оказывают негативное влияние на экономику прибрежных стран. Черное море, как важный природный и экономический ресурс, требует особого внимания и эффективных мер по предотвращению и борьбе с подобными инцидентами.

Abstract. This article is dedicated to the study of the issues related to oil spills in the Black Sea, one of the most important and ecologically vulnerable marine regions in the world. Oil spills pose a serious threat to marine ecosystems, harming flora and fauna, and negatively impacting the economies of coastal countries. The Black Sea, as an important natural and economic resource, requires special attention and effective measures to prevent and combat such incidents.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), мониторинг водных ресурсов, мелиорация, машинное обучение, большие данные (Big Data), устойчивое управление, экосистемы.

Keywords: artificial Intelligence (AI), water resources monitoring, land reclamation, machine learning, Big Data, sustainable management, ecosystems

В данной статье рассматривается применение передовых технологий искусственного интеллекта (ИИ) для мониторинга и управления водными ресурсами. Устойчивое управление водными ресурсами становится все более актуальной задачей в условиях глобальных изменений климата и постоянного роста потребности в пресной воде. ИИ предоставляет уникальные возможности для повышения эффективности анализа, прогнозирования и управления водными ресурсами, что позволяет как оптимизировать расходы на водоснабжение, так и улучшить качество воды для населения и экосистем.

Современные методы мониторинга водных ресурсов, основанные на использовании ИИ, включают в себя обработку данных с сенсоров, установленных в различных экосистемах, а также применение программного обеспечения для анализа больших объемов данных. Эти технологии

позволяют не только повысить точность сбора информации, но и сделать ее более доступной в реальном времени, что, в свою очередь, способствует более быстрому принятию решений, основанных на данных.

Одним из ключевых аспектов, обсуждаемых в статье, является влияние мелиорации на эффективность управления водными ресурсами. Мелиорация, как процесс улучшения или восстановления качеств природных ресурсов, включая воду, играет важную роль в агрономии и экологии. Оптимизация применения мелиоративных технологий с помощью ИИ может значительно повысить продуктивность земель и сохранить водные ресурсы, что крайне важно в условиях растущей нехватки воды и увеличения степени деградации природных экосистем.

В рамках исследования будет проведен анализ существующих технологий мониторинга и управления водными ресурсами с использованием ИИ, а также оценка их эффективности в сочетании с мелиорацией. Исследование сосредоточится на примерах успешных кейсов, где интеграция ИИ в процессы управления водными ресурсами уже принесла положительные результаты. Это позволит не только продемонстрировать потенциал ИИ в этой области, но и выделить ключевые проблемы, требующие дальнейших исследований и разработок.

Таким образом, данная статья нацелена на всесторонний анализ как возможностей, так и вызовов, связанных с интеграцией технологий ИИ в мониторинг и управление водными ресурсами, а также их взаимодействием с процессами мелиорации. Результаты исследования могут послужить основой для дальнейших научных изысканий и разработки практических рекомендаций для специалистов в области водных ресурсов и экологии, стремящихся к более устойчивому и эффективному управлению данными ресурсами в будущем.[6]

На протяжении всего изучения также будет рассматриваться важность междисциплинарного подхода к решению задач, связанных с водными ресурсами, с учетом сочетания знаний в области экологии, информационных

технологий и агрономии, что в конечном итоге поможет достигнуть поставленных целей устойчивого управления водными ресурсами.[10]

Материалы и методы исследования

В последние годы технологии искусственного интеллекта (ИИ) получили широкое применение в различных областях науки и техники, включая мониторинг водных ресурсов. Эти технологии позволяют улучшить качество данных, повысить точность прогнозирования и оптимизировать управление. В данном разделе предлагаем обзор современных ИИ-технологий, которые успешно используются для мониторинга водных ресурсов.

Одной из наиболее распространённых технологий является обработка и анализ больших данных (Big Data). Это позволяет объединять и анализировать информацию из различных источников, например, метеорологических, гидрологических и экологических данных. Благодаря мощным алгоритмам машинного обучения, такие системы могут выявлять закономерности, которые неочевидны при традиционном анализе. Например, использование нейронных сетей для анализа исторических данных о качествах воды и климатических показателях позволяет прогнозировать изменение состояния водоемов и предсказывать возможные загрязнения.

Другой важной технологией является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и дронов, которые оборудованы сенсорами для мониторинга состояния водных ресурсов. Эти устройства позволяют производить съемку больших территорий, что значительно ускоряет процесс сбора данных. Дроны могут быть оснащены различными сенсорами, включая инфракрасные камеры, ультразвуковые устройства и спектрометры, для оценки качества и уровня загрязнения воды. Полученные данные затем анализируются с помощью ИИ, что позволяет оперативно получать актуальную информацию о состоянии водоемов.

Системы на основе интернет вещей (IoT) также играют важную роль в мониторинге водных ресурсов. Они позволяют устанавливать датчики в реках, водохранилищах и других водоемах, которые в режиме реального

времени передают данные о состоянии воды, включая уровень, температуру, параметры химического состава и другие важные показатели. Обработанные данные поступают в облачные сервисы, где с помощью алгоритмов ИИ проводятся их глубокий анализ и визуализация. Это позволяет оперативно реагировать на любые изменения и уменьшать риски, связанные с загрязнением водоемов или нехваткой воды.

Также упомянем про применения геоинформационных систем (ГИС) в мониторинге водных ресурсов. ГИС позволяют визуализировать пространственные данные и проводить анализ территорий на основе различных параметров. Используя модели пространственного анализа и прогнозирования, специалисты могут оценить влияние мелиорации на состояние водных ресурсов, а также планировать будущие мероприятия по их сохранению. ГИС в комплексе с ИИ позволяют эффективно управлять данными о водных ресурсах, определять зоны риска и выстраивать стратегию устойчивого использования водных ресурсов в регионах.[2]

Таким образом, современные исследовательские технологии, основанные на искусственном интеллекте, открывают новые горизонты в области мониторинга водных ресурсов, обеспечивая более полное и своевременное понимание процессов, протекающих в водных экосистемах. Эти технологии на базе ИИ и анализа больших данных служат ключевым инструментом для экологов, исследователей и специалистов в области управления водными ресурсами, формируя основу для осознанного принятия решений.[9]

Экологическая роль мелиорации

Мелиорация, как процесс улучшения или адаптации природных условий для сельскохозяйственного производства, играет ключевую роль в управлении водными ресурсами и поддержании экосистемного баланса. В последние годы значительное внимание стало уделяться экологической роли мелиорации, особенно в контексте изменения климата и ухудшения качества вод. Применение технологий искусственного интеллекта (ИИ) для анализа влияния мелиорации на качество и доступность водных ресурсов открывает

новые горизонты для исследования и повышения эффективности этих процессов.

Мелиорационные мероприятия, включая орошение, дренаж и кондиционирование почвы, значительно влияют на уровень и качество водных ресурсов в регионе. Однако для оценки этих влияний необходимо применять комплексный подход, связывающий данные о состоянии водоемов, почвы, а также экосистемные показатели. Методы ИИ, такие как машинное обучение, могут быть использованы для обработки больших объемов данных, получаемых в ходе мониторинга, и выявления сложных взаимосвязей между мелиорационными практиками и состоянием водных ресурсов.

Хорошим примером такого анализа является использование методов пространственной статистики и моделей машинного обучения для оценки эффективности мелиораций. С помощью таких технологий ученые могут выявлять закономерности, которые реагируют на изменения в условиях мелиорации. Например, данные о качестве воды, собранные до и после внедрения мелиорационных мероприятий, могут быть обработаны с использованием алгоритмов ИИ, позволяя обнаружить улучшения в качестве воды, связанные с плодovitостью почвы и продуктивностью растительности. Это позволяет не только подтвердить гипотезы о позитивном влиянии мелиорации на водные ресурсы, но и разработать рекомендации по оптимизации мелиоративных процессов.[8]

Также особенное внимание следует уделить оценке воздействия мелиорации на экосистемы. Как показывает практика, некоторые методы мелиорации могут негативно влиять на биологическое разнообразие и гигиенические характеристики экосистем. Здесь аналитические возможности ИИ вновь становятся ключевыми, позволяя интегрировать данные о биологических индикаторах и показателях качества воды в единую модель. Это может быть достигнуто через использование глубокого обучения,

которое позволяет предсказывать долгосрочные эффекты мелиорации на экосистемы, основываясь на исторических данных.[9]

Таким образом, экологическая роль мелиорации многогранна и требует комплексного анализа. Использование технологий ИИ дает возможность создавать модели, позволяющие оценить краткосрочные и долгосрочные эффекты мелиорационных мероприятий на качество и доступность водных ресурсов. Это знание, в свою очередь, становится необходимым для разработки эффективных и устойчивых стратегий управления водными ресурсами в условиях изменений климата и растущих потребностей населения в пресной воде.

Анализ данных мониторинга

В результате мониторинга водных ресурсов с применением технологий искусственного интеллекта (ИИ) могут быть собраны и проанализированы значительные объемы данных, полученных из различных источников, включая беспилотные летательные аппараты (дроны), стационарные датчики, спутниковые снимки и метеорологические станции. Эти данные позволят получить целостное представление о состоянии водоемов, качестве воды и влиянии мелиорационных мер на экосистемы.

На первом этапе анализа данных применяются методы машинного обучения для классификации данных по различным параметрам, таким как уровень загрязнения, температура, pH и химический состав воды. Использование алгоритмов кластеризации позволит выделить группы данных, характеризующиеся схожими условиями. Результаты анализа покажут, что в течение мониторингового периода наблюдались значительные колебания показателей качества воды, особенно в результате сезонных изменений и предпосылок, связанных с проведением мелиорационных мероприятий.

Одним из интересных результатов стало выявление корреляции между временем применения мелиорации и динамикой качества воды. Сравнительный анализ данных до и после проведения мелиорации показал,

что в большинстве случаев наблюдается улучшение показателей, таких как содержание растворенного кислорода и уменьшение концентрации загрязняющих веществ. Применение регрессионного анализа позволило количественно оценить влияние мелиорации, выявив, что каждое изменение в мелиоративных практиках связано с определённым улучшением или ухудшением качества воды.[4]

Важным аспектом нашего исследования стало использование геопространственных технологий, которые позволили визуализировать данные о состоянии водоемов и оценить их динамику во времени. С помощью ГИС и ИИ мы смогли создать интерактивные карты, которые демонстрируют изменения в качестве воды и доступности ресурсов в зависимости от различных мелиоративных мероприятий. Эти карты являются не только наглядным представлением данных, но и мощным инструментом для принятия решений на местном уровне.

В ходе анализа данных мы также наблюдали, что в некоторых случаях применение мелиоративных технологий оказывало негативное влияние на определённые экосистемы, включая уязвимость к инвазии водорослей и ухудшение условий обитания для местной фауны. Это подчеркивает необходимость комплексного подхода к планированию и внедрению мелиорационных мероприятий, так как недостаточное внимание к экосистемным показателям может привести к нежелательным последствиям.[27]

Таким образом, результаты мониторинга водных ресурсов, проведенного с использованием технологий ИИ, подчеркивают потенциал этих технологий для анализа и улучшения состояния водоемов. Выявленные закономерности и моделирование позволяют не только оптимизировать существующие мелиорационные практики, но и предлагать новые подходы к их реализации, что может способствовать устойчивому управлению водными ресурсами в условиях меняющегося климата.

Выводы о мелиорации

В ходе проведенного исследования были получены ценные результаты, касающиеся влияния мелиорации на качество и доступность водных ресурсов. Анализ данных мониторинга, выполненный с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ), подтвердил важность интеграции этих технологий в практическое водное хозяйство. В частности, результаты показали, что правильно спроектированные мелиоративные мероприятия могут значительно улучшить качественные характеристики водоемов и, как следствие, увеличить их производительность.

Одним из ключевых выводов исследования стала зависимость между проведением мелиорационных мероприятий и улучшением водного качества. Способы, такие как дренаж, орошение и регулирование водного потока, показали свою эффективность в повышении уровня растворенного кислорода и снижении концентрации вредных веществ в водоемах. Эти изменения положительно влияют как на экосистемы, так и на потребление воды в хозяйственном секторе, что является важным аспектом в условиях растущего спроса на ресурсы.[5]

Однако не следует забывать о потенциальных негативных последствиях некоторых видов мелиорации. Например, в результате анализа данных было установлено, что чрезмерное использование орошения может привести к накоплению солей в почве и ухудшению ее качеств. Это создает риск деградации экосистем и снижает продуктивность сельского хозяйства. Таким образом, необходимо разрабатывать сбалансированный подход в применении мелиоративных технологий, учитывающий как потребности аграрного сектора, так и здоровье экосистем.[7]

Важным аспектом результатов нашего исследования является возможность использования полученных данных для создания рекомендаций по оптимизации водного управления. На основе анализа были выделены лучшие практики, которые могут быть внедрены в существующие мелиоративные схемы. Это касается внедрения качественных стандартов для проведения мелиорации и регулярного мониторинга состояния водоемов.

Более того, применение ИИ не только позволяет обрабатывать исторические данные, но и способствует предсказанию результатов различных мелиоративных стратегий, что может стать основой для их будущего усовершенствования.

В итоге, полученные результаты подчеркивают, что интеграция технологий ИИ в практическое водное хозяйство может значительно укрепить механизм управления водными ресурсами. Выводы о мелиорации и ее влиянии на качество воды открывают новые горизонты для устойчивого развития водного хозяйства, учитывая одновременно потребности сельского хозяйства и охраны окружающей среды. Таким образом, наши результаты могут послужить основой для разработки новых нормативных актов и стратегий, направленных на способность адаптации к экологическим изменениям и обеспечению устойчивого использования водных ресурсов.

Заключение

Основные выводы исследования

В результате комплексного исследования, проведенного с целью оценки роли искусственного интеллекта (ИИ) в оптимизации мониторинга водных ресурсов и мелиорации, были получены ряд ключевых выводов, которые имеют значительное значение для практики водного управления и экологии.

Первым важным результатом является подтверждение высокой эффективности применения технологий ИИ в мониторинге водных ресурсов. Инструменты, такие как машинное обучение и обработка больших данных, позволяют не только ускорить процесс сбора и анализа информации, но и существенно повысить точность прогноза состояния водоемов. Таким образом, ИИ становится незаменимым инструментом для экологов и специалистов в области водного управления, помогая им принимать обоснованные и своевременные решения на основе актуальных данных.[22]

Во-вторых, исследование показало, что мелиорация, изначально воспринимаемая как сугубо агрономическая практика, охватывает широкий спектр экологических аспектов. В частности, правильное применение

мелиоративных технологий может привести к улучшению качества воды, повышения продуктивности земель и защиты экосистем от деградации. Однако важно отметить, что такая позитивная динамика возможна только при условии комплексного подхода, учитывающего взаимодействие разных компонентов экосистемы и потенциальные негативные эффекты некоторых методов мелиорации.[1]

Третий вывод заключается в важности междисциплинарного сотрудничества между различными областями науки — от экологии до информационных технологий. Успех внедрения ИИ в мониторинг и управление водными ресурсами зависит от синергии знаний и опыта в разных областях. Это также подчеркивает необходимость в разработке новых образовательных программ и курсов, направленных на подготовку специалистов, которые смогут эффективно работать с современными технологиями в контексте устойчивого управления водными ресурсами.

Наконец, результаты исследования подчеркивают необходимость законодательной и нормативной поддержки для инновационных подходов к мониторингу и управлению водными ресурсами. Необходимы новые рекомендации и стандарты, направленные на интеграцию высоких технологий в практику мелиорации и водного хозяйства, что позволит обеспечить комплексное и устойчивое использование водных ресурсов.

Таким образом, исследование подтвердило, что искусственный интеллект играет ключевую роль в оптимизации процессов мониторинга водных ресурсов и мелиорации. Внедрение этих технологий не только может повысить качество и доступность водных запасов, но также поможет создать гибкую систему управления, способную оперативно реагировать на изменения в окружающей среде и обеспечивать долгосрочную устойчивость водных экосистем. Кроме того, полученные выводы могут послужить основой для дальнейших исследований и практических разработок в области управления водными ресурсами и охраны окружающей среды.

Литература

1. Сергей Турков. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНО ОРГАНИЗОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ «ПРИРОДА-ОБЩЕСТВО». DOI 10.24057/2414-9179-2017-1-23-117-130 // InterCarto InterGIS. 01.01.2017 URL: <http://intercarto.msu.ru/jour/article/view/484> (дата обращения: 24.04.2025).
2. Оксана Викторовна Никитина, Е.А. Бессонова, Анатолий И. Стифеев, В. И. Лазарев, П.О. Бريدская. Экологическое состояние природных ресурсов Центрального Черноземья и технологии их улучшения. DOI 10.36508/rsatu.2023.63.17.010 // VESTNIK RIAZANSKOGO GOSUDARSTVENNOGO AGROTEKNOLOGICHESKOGO UNIVERSITETA IM P A KOSTYCHEVA. 30.03.2023 URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2023_1.pdf#page=74 (дата обращения: 24.04.2025).
3. Марина Бойкова, Диана Крупникова. Глобализация пресных водных ресурсов: инновационная стратегия управления. DOI 10.17323/1995-459x.2010.2.4.17 // Foresight-Russia. 30.06.2010 URL: <http://foresight-journal.hse.ru/2010-4-2/26558029.html> (дата обращения: 24.04.2025).
4. Иван Дудин, Александр Шебеста. Мониторинг подземных вод в Новгородской области в системе регионального природопользования. DOI 10.5922/2074-9848-2011-1-10 // Baltijskij region. 01.01.2011 URL: <http://journals.kantiana.ru/upload/iblock/f19/dapoavtkmh.pdf> (дата обращения: 24.04.2025).
5. Алексей П. Серегин, Дмитрий А. Бочков, Ю. В. Шнер, Э. В. Гарин, С. Р. Майоров, П. В. Голяков, Б. В. Большаков, Вадим Прокоров, М. М. Маллалиев, Георгий М. Vinogradov, Александр Л. Эбель, Е.С. Каширина, О. В. Бирюкова, О. П. Курякова, Сергей В. Мирвод, Александр Н. Химин, Р. А. Муртазалиев, Виктория Н. Зеленкова, Сергей В. Дудов, М. С. Горбунова, С. В. Герасимов, Алексей Л. Эбель, В. П. Травкин, О. А. Чернягина, Е. А. Разина, Алексей П. Зырянов, Д. В. Третьякова, Сергей Леднев, В. Ю. Теплоухов, Д. В. Кузменкин, М. М. Кривошеев, Е. С. Попов, Р. Р. Султанов,

Ю. М. Басов, Ксения В. Дудова, Д. В. Тишин, А. А. Яковлев, Ю. В. Данилевский, Игорь Поспелов, А. Н. Кандаурова, Светлана Б. Кутуева, Д. А. Юмагулов, Константин В. Самодуров, Л. Я. Смирнова, В. В. Бурый, В. Е. Юсупов, Дмитрий Эпихин, Т. Г. Репина, Е. И. Богинский, Александр Дубынин, А. В. Коробков, Д. В. Нестеркова, А. В. Полуянов, Андрей Владимирович Данилин, А. Н. Ефремов, Л. В. Пожидаева, Алла В. Верховзина, Ю. А. Постников, Е. А. Линник, И. А. Кобузева, С. В. Прокопенко, Е. А. Шумихина, Мария Кушунина, Игорь В. Кузьмин, Л. М. Разран, Д. В. Сухова, А. В. Попов. “Флора России” на платформе iNaturalist: большие данные о биоразнообразии большой страны. DOI 10.31857/s0044459620030070 // Журнал общей биологии. 01.01.2020 URL: <http://elibrary.ru/item.asp?doi=10.31857/S0044459620030070> (дата обращения: 24.04.2025).

6. Джамиля Р. Ахматова. Экономический потенциал искусственного интеллекта: глобальный опыт, российская практика и перспективы стран ЕАЭС. DOI 10.26730/2587-5574-2023-3-15-24 // ECONOMICS AND INNOVATION MANAGEMENT. 16.11.2023 URL: <https://economics.kuzstu.ru/index.php?page=article&id=4288> (дата обращения: 24.04.2025).

7. С.Р. Садвакасова, Н.К. Таурбаева, Жарас Берденов. ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ РЕКИ ЕРТИС НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. DOI 10.26577/jgem20257618 // Journal of Geography and Environmental Management. 25.03.2025 URL: <https://bulletin-geography.kaznu.kz/index.php/1-geo/article/view/1479> (дата обращения: 24.04.2025).

8. Баграт Айкович Ерзнкян, К.А. Фонтана. Водный кризис и перспективы его преодоления в системе управления городским хозяйством с опорой на информационные системы. DOI 10.26726/1812-7096-2019-6-42-49 // Региональные проблемы преобразования экономики. 12.11.2019 URL:

<http://www.rppe.ru/new/index.php/rppe/article/view/1195> (дата обращения: 24.04.2025).

9. Е. Обухов. Внешний водообмен в полезном объеме Среднеднепровского водохранилища в проектных и его современных параметрах. DOI 10.36296/1819-8058.2020.1(60).52-60 // Vidnovluvana energetika. 30.03.2020 URL: <https://ve.org.ua/index.php/journal/article/view/244> (дата обращения: 24.04.2025).

10. Вячеслав Дурново, Н. А. Малькова. ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В УРБАНИСТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ. DOI 10.53083/1996-4277-2023-225-7-34-38 // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 01.07.2023 URL: <http://vestnik.asau.ru/index.php/vestnik/article/view/1621> (дата обращения: 24.04.2025).

References

1. Turkov, S. (2017). Modeling of management processes for complex organized systems "Nature-Society". InterCarto InterGIS, *23*(1), 117-130. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-117-130. URL: <http://intercarto.msu.ru/jour/article/view/484> (Accessed: 24.04.2025).

2. Nikitina, O.V., Bessonova, E.A., Stifeev, A.I., Lazarev, V.I., & Bridskaya, P.O. (2023). Ecological state of natural resources of the Central Black Earth region and technologies for their improvement. Vestnik of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, *1*(63), 74-82. DOI: 10.36508/rsatu.2023.63.17.010. URL: http://vestnik.rgatu.ru/archive/2023_1.pdf#page=74 (Accessed: 24.04.2025).

3. Boykova, M., & Krupnikova, D. (2010). Globalization of freshwater resources: An innovative management strategy. Foresight-Russia, *4*(2), 17-24. DOI: 10.17323/1995-459x.2010.2.4.17. URL: <http://foresight-journal.hse.ru/2010-4-2/26558029.html> (Accessed: 24.04.2025).

4. Dudin, I., & Shebesta, A. (2011). Groundwater monitoring in the Novgorod region in the system of regional nature management. Baltic Region, *1*(7), 91-

104. DOI: 10.5922/2074-9848-2011-1-10. URL: <http://journals.kantiana.ru/upload/iblock/f19/dapoavtkmh.pdf> (Accessed: 24.04.2025).
5. Seregin, A.P., Bochkov, D.A., Shner, Yu.V., Garin, E.V., Mayorov, S.R., Golyakov, P.V., Bolshakov, B.V., Prokhorov, V., Mallaliev, M.M., Vinogradov, G.M., Ebel, A.L., Kashirina, E.S., Biryukova, O.V., Kuryakova, O.P., Mirvod, S.V., Khimin, A.N., Murtazaliev, R.A., Zelenkova, V.N., Dudov, S.V., Gorbunova, M.S., Gerasimov, S.V., Ebel, A.L., Travkin, V.P., Chernyagina, O.A., Razina, E.A., Zyryanov, A.P., Tretyakova, D.V., Lednev, S., Teploukhov, V.Yu., Kuzmenkin, D.V., Krivosheev, M.M., Popov, E.S., Sultanov, R.R., Basov, Yu.M., Dudova, K.V., Tishin, D.V., Yakovlev, A.A., Danilevsky, Yu.V., Pospelov, I., Kandaurova, A.N., Kutueva, S.B., Yumagulov, D.A., Samodurov, K.V., Smirnova, L.Ya., Buryi, V.V., Yusupov, V.E., Epikhin, D., Repina, T.G., Boginsky, E.I., Dubynin, A., Korobkov, A.V., Nesterkova, D.V., Poluyanov, A.V., Danilin, A.V., Efremov, A.N., Pozhidaeva, L.V., Verkhosina, A.V., Postnikov, Yu.A., Linnik, E.A., Kobuzeva, I.A., Prokopenko, S.V., Shumikhina, E.A., Kushunina, M., Kuzmin, I.V., Razran, L.M., Sukhova, D.V., & Popov, A.V. (2020). "Flora of Russia" on the iNaturalist platform: Big data on biodiversity of a large country. *Journal of General Biology*, *81*(3), 223-236. DOI: 10.31857/s0044459620030070. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?doi=10.31857/S0044459620030070> (Accessed: 24.04.2025).
6. Akhmatova, D.R. (2023). Economic potential of artificial intelligence: Global experience, Russian practice, and prospects of the EAEU countries. *Economics and Innovation Management*, *3*(28), 15-24. DOI: 10.26730/2587-5574-2023-3-15-24. URL: <https://economics.kuzstu.ru/index.php?page=article&id=4288> (Accessed: 24.04.2025).
7. Sadvakasova, S.R., Taurbaeva, N.K., & Berdenov, Zh. (2025). Integrated water resources management of the Irtysh River based on geoinformation technologies.

Journal of Geography and Environmental Management, *1*(76), 18-30. DOI: 10.26577/jgem20257618. URL: <https://bulletin-geography.kaznu.kz/index.php/1-geo/article/view/1479> (Accessed: 24.04.2025).

8. Yerznkyan, B.A., & Fontana, K.A. (2019). Water crisis and prospects for its overcoming in the urban management system based on information systems. Regional Problems of Economic Transformation, *6*(102), 42-49. DOI: 10.26726/1812-7096-2019-6-42-49. URL:

<http://www.rppe.ru/new/index.php/rppe/article/view/1195> (Accessed: 24.04.2025).

9. Obukhov, E. (2020). External water exchange in the useful volume of the Middle Dnieper reservoir under design and its current parameters. Renewable Energy (Vidnovluyana Energetika), *1*(60), 52-60. DOI: 10.36296/1819-8058.2020.1(60).52-60. URL: <https://ve.org.ua/index.php/journal/article/view/244> (Accessed: 24.04.2025).

10. Durnovo, V., & Malkova, N.A. (2023). Assessment of water resources use in urban conditions. Vestnik of Altai State Agrarian University, *7*(225), 34-38. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-225-7-34-38. URL:

<http://vestnik.asau.ru/index.php/vestnik/article/view/1621> (Accessed: 24.04.2025).

© Баряхоев М.Ю., Цыпкин Ю.А., 2026. *International agricultural journal*, 2026, № 4, 94-109.

Научная статья

Original article

УДК 332.362:631.111-047.44

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_38

edn: JYFFZP

АНАЛИЗ ИЗУЧЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
ANALYSIS OF THE STUDIED STATE OF LAND RESOURCES



Нугманов Альберт Артурович, аспирант (соискатель) кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», Омск, E-mail: aa.nugmanov@omgau.org

Рогатнёв Юрий Михайлович, доктор экономических наук, профессор кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», Омск, E-mail: um.rogatnev@omgau.org

Nugmanov Albert Arturovich, postgraduate student (applicant) of the Department of Land Management, FSBEI HE Omsk SAU named after P.A. Stolypin, Omsk, E-mail: aa.nugmanov@omgau.org

Rogatnev Yuri Mikhailovich, Rogatnev Yuri Mikhailovich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Land Management, FSBEI HE Omsk SAU named after P.A. Stolypin, Omsk, E-mail: um.rogatnev@omgau.org

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по оценке уровня информационного обеспечения управления земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения Омской области. На основе анализа 32 муниципальных районов по критериям глубины, детальности, объективности и своевременности выявлены системные недостатки: только 72% границ земельных участков установлены, данные о плодородии отсутствуют для 65% участков, доля неиспользуемых земель достигает 20%. Проведён анализ

изученности состояния земельных ресурсов с применением ГИС-технологии для интеграции разрозненных данных, включающая многоуровневую систему сбора и обработки пространственной информации. Предложены новые показатели изучения земельных ресурсов, такие как эффективная площадь, природный плодородный индекс и индекс деградационной устойчивости. Предложена разработка технология ГИС, которая позволяет повысить оперативность и достоверность информации, обеспечить выявление неиспользуемых земель и контроль целевого использования.

Abstract. The article presents the results of research to assess the level of information support for agricultural land management in the Omsk region. Based on an analysis of 32 municipal districts based on criteria of depth, detail, objectivity, and timeliness, systemic deficiencies have been identified: only 72% of land boundaries have been established, fertility data is missing for 65% of plots, and the proportion of unused land reaches 20%. The study of the state of land resources has been analyzed using GIS technology to integrate disparate data, including a multi-level system for collecting and processing spatial information. New indicators of the study of land resources are proposed, such as effective area, natural fertility index and the index of degradation stability. The development of GIS technology is proposed, which makes it possible to increase the efficiency and reliability of information, to ensure the identification of unused lands and control of their intended use.

Ключевые слова: геоинформационные системы, земельные ресурсы, информационное обеспечение, управление землями, Омская область, сельскохозяйственные земли, цифровизация, мониторинг земель, ГИС-технологии, пространственные данные

Keywords: GIS, land resources, information support, land management, Omsk region, agricultural lands, digitalization, land monitoring, GIS technologies, spatial data

Вступление. В стремительно меняющемся мире, где каждый участок земли приобретает стратегическое значение, вопросы управленческого воздействия на использование земельных ресурсов становятся все более актуальными. Для принятия верных управленческих решений необходимо информационное обеспечение соответствующего уровня. Как справедливо отмечают авторы А.А. Варламов, С.А. Гальченко и Д.В. Антропов, информационная потребность в системе управления земельными ресурсами – это потребность в информации о земле и объектах недвижимости, возникающая тогда, когда цель, стоящая перед потребителем, не может быть достигнута без определённого управляющего воздействия [1].

Земля является важнейшим информационным источником: её состояние, местоположение, правовой статус, качественные характеристики – всё это составляет основу для планирования, мониторинга и прежде всего управления. Роль информации в управлении земельными ресурсами носит определяющий, системообразующий характер. Особое значение информационное обеспечение управления приобретает в условиях завершившейся земельной реформы 1990-х годов, которая кардинально изменила структуру собственности и землепользования в России. Как отмечают Е.И. Лоскутов и А.Н. Головки и другие авторы, наряду с положительными результатами имеются и отрицательные: финансовая нестабильность сельского хозяйства, истощение земельных ресурсов, нарушение агроландшафтов [2, 3].

Многообразие форм собственности на землю, множественность объектов и субъектов управления, многоаспектность предмета управления требует нового подхода к информационному обеспечению. Особенно остро эти проблемы проявляются в сфере управления землями сельскохозяйственного назначения. По данным Счетной палаты, на 1 января 2024 года общая площадь земель сельхозназначения в России составляла 371,6 млн гектаров, из них 53,1% приходилось на сельхозугодья, при этом почти 17% от общей площади не использовалось. В Омской области, как показал анализ докладов

Росреестра за 2020–2024 годы, доля неиспользуемых земель достигает около 20%, а количество неоформленных земельных долей составляет значительную часть сельскохозяйственного фонда. По данным Росреестра, только 62 % земельных долей в области имеют кадастровый учёт. Информационное обеспечение управления землями на сегодняшний день имеет разрозненность данных, отсутствия единых стандартов и отсутствия своевременного обновления базы данных [4].

Именно поэтому всё большее значение приобретает использование геоинформационных систем. Поэтому ГИС может служить удобным инструментом для получения и анализа информации о состоянии сельскохозяйственных угодий, позволяя охватить весь необходимый комплекс исследований. А также позволяет интегрировать разрозненные сведения о земельных участках в единую цифровую среду с привязкой к местности. Однако, как показал анализ, современное состояние использования ГИС-технологий в управлении земельными ресурсами Омской области носит фрагментарный характер и не решает системных проблем.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена необходимостью совершенствования технологии применения геоинформационных систем и разработки методики их использования для информационного обеспечения управления земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения. Цель работы в анализе изученности земельных ресурсов с применением ГИС-технологии.

Методы. Методологической основой исследования послужили положения теории управления земельными ресурсами, информационного обеспечения, земельного кадастра и геоинформатики, а также системный подход к анализу сложных социально-экономических и природных объектов. В работе использованы общенаучные и специальные методы исследования: анализ, синтез, сравнение, систематизация, картографический,

статистический, а также методы дистанционного зондирования и геоинформационного моделирования[5, 6].

Для оценки уровня информационного обеспечения управления земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения Омской области были определены следующие критерии: глубина (количество учитываемых параметров), детальность (пространственное и содержательное разрешение), объективность (точность данных, погрешность измерений) и своевременность (периодичность обновления). Оценка изученности проводилась по 10-балльной шкале на основе данных Росреестра, Минсельхоза, Росстата и ведомственных докладов.

Анализ изученности земельных ресурсов выполнен по всем 32 муниципальным районам Омской области. Для каждого района определены: охват почвенными обследованиями (%), масштаб почвенных карт, точность границ (средняя погрешность, м), объективность анализов (погрешность по гумусу, %), наличие цифровых карт и год последнего массового обследования. На основе этих параметров рассчитан интегральный показатель изученности (%).

Также проанализировано использование ГИС-технологий [7] в управлении земельными ресурсами Омской области по масштабам, современности технологий, программному обеспечению (ArcGIS, QGIS, MapInfo, 1С:Кадастр, GIS-AGRO, ERDAS IMAGINE, ENVI, а также ведомственные системы: GISOGD, РГИС, ЦПСХ, IAS MP, региональный сегмент ГИС ГМП, портал «Омская Губерния», РНИС, Региональный фонд пространственных данных) и функциональной пригодности [8].

Для разработки усовершенствованной технологии ГИС предложены новые показатели изучения земельных ресурсов: эффективная площадь земельного участка, природный плодородный индекс Pr , индекс устойчивости почвы P , индекс водного обеспечения Aq^+ , потенциальный индекс производительности земель, индекс почвенного здоровья Ipz , коэффициент водной эффективности, индекс инвестиционной

привлекательности, индекс деградиционной устойчивости ландшафта и эксплуатационный индекс интенсификации территории.

Технология применения ГИС включает многоуровневую систему сбора и обработки данных с использованием спутниковых снимков (Sentinel-2, Planet, Landsat-8), беспилотных летательных аппаратов с мультиспектральными сенсорами, IoT-датчиков в почве и на растениях, полевых обследований с использованием ГНСС и спектрального анализа. Интеграция данных выполняется на базе платформы «1С: Управление пространственными данными».

Результаты. Проведённый анализ изученности земельных ресурсов сельскохозяйственного назначения по всем 32 муниципальным районам Омской области с применением критериев выявляет устойчивую пространственно-временную неоднородность. Только 11 районов (Азовский, Исилькульский, Калачинский, Любинский, Марьяновский, Нововаршавский, Одесский, Омский, Павлоградский, Таврический, Черлакский) имеют показатель изученности выше 80%, что соответствует современным требованиям к информационному обеспечению управления. Для этих территорий характерны крупномасштабные почвенные карты (1:10 000), погрешность границ менее 4,5 м, объективность анализов в пределах 3–4%, наличие цифровых карт и обновление данных после 2015 года. В противоположность этому, девять районов (Большеуковский, Знаменский, Колосовский, Седельниковский, Тевризский, Усть-Ишимский и др.) демонстрируют критически низкий уровень изученности (показатель менее 40%). В них охват почвенными обследованиями не превышает 38%, используются устаревшие карты масштаба 1:25 000 – 1:50 000, погрешность границ достигает 10–12 м, а объективность анализов снижена до 10–11%, при этом последние массовые обследования проводились в 1970–1980-х годах, а цифровые карты отсутствуют. Промежуточное положение занимают 14 районов со средней изученностью (показатель 50–75%).

Так можно узнать, насколько детально изучена территория, и на сколько она эффективно используется. В районах, где информация устарела или неполна, доля неиспользуемых сельхозугодий достигает 30–40%, тогда как в хорошо обследованных этот показатель ниже в 2–3 раза. Ситуация меняется в случае с неутончёнными земельными границами, например если погрешность превышает 10 метров, земельные споры возникают чаще, а бюджет получает меньше или больше возможных налогов и арендных платежей из-за ошибочных расчётов.

Анализ изученности территории Омской области по всем 32 районам представлены в таблице ниже.

Таблица 1. Анализ изученности территории Омской области

№	Муниципальный район	Интегральная изученность (%)	Охват почвенными обследованиями (%)	Масштаб почвенных карт	Точность границ (погрешность, м)	Объективность (погрешность по гумусу, %)	Наличие цифровых почвенных карт	Последнее массовое обследование (год)
1	Азовский	87	88	1:10 000	3,8	3,5	есть	2018
2	Большереченский	62	65	1:25 000	7,5	7,0	частично	2005
3	Большеуковский	35	38	1:50 000	11,8	10,5	нет	1988
4	Горьковский	68	72	1:25 000	6,2	6,0	частично	2008
5	Знаменский	31	32	1:50 000	11,0	10,8	нет	1985
6	Исилькульский	84	85	1:10 000	4,0	4,0	есть	2017
7	Калачинский	89	90	1:10 000	3,5	3,2	есть	2019
8	Колосовский	33	35	1:50 000	12,0	11,0	нет	1982
9	Кормиловский	74	78	1:25 000	5,8	5,5	частично	2010
10	Крутинский	53	55	1:25 000	8,2	7,5	частично	2002
11	Любинский	86	88	1:10 000	4,5	4,2	есть	2015
12	Марьяновский	83	84	1:10 000	4,1	3,8	есть	2016
13	Москаленский	67	70	1:25 000	6,5	6,2	частично	2007
14	Муромцевский	50	52	1:25 000	8,5	8,0	частично	2000
15	Назыбаевский	65	68	1:25 000	7,0	6,5	частично	2004
16	Нижнеомский	58	60	1:25 000	7,8	7,2	частично	2006
17	Нововаршавский	91	92	1:10 000	3,2	3,0	есть	2020

№	Муниципальный район	Интегральная изученность (%)	Охват почвенными обследованиями (%)	Масштаб почвенных карт	Точность границ (погрешность, м)	Объективность (погрешность по гумусу, %)	Наличие цифровых почвенных карт	Последнее массовое обследование (год)
18	Одесский	88	89	1:10 000	3,6	3,4	есть	2018
19	Оконешниковский	71	74	1:25 000	6,0	5,8	частично	2009
20	Омский	94	95	1:10 000	3,8	3,5	есть	2020
21	Павлоградский	85	86	1:10 000	4,2	3,9	есть	2017
22	Полтавский	72	75	1:25 000	5,5	5,2	частично	2011
23	Русско-Полянский	60	62	1:25 000	7,3	6,8	частично	2003
24	Саргатский	56	58	1:25 000	8,0	7,5	частично	2005
25	Седельниковский	34	35	1:25 000	12,0	10,5	нет	1980
26	Таврический	90	91	1:10 000	3,4	3,1	есть	2019
27	Тарский	47	48	1:25 000	9,0	8,5	частично	1998
28	Тевризский	40	41	1:25 000	10,2	10,0	нет	1985
29	Тюкалинский	62	64	1:25 000	7,2	6,8	частично	2004
30	Усть-Ишимский	37	38	1:25 000	11,5	11,0	нет	1972
31	Черлакский	91	92	1:10 000	4,2	3,8	есть	2018
32	Шербакульский	74	77	1:25 000	5,9	5,5	частично	2010

В таблице 2 показан фрагмент изученности земельных ресурсов территории по районам Омской области в качестве примера.

Таблица 2. Фрагмент изученности земельных ресурсов по районам Омской области

Район	Последнее почвенное обследование (год)	Масштаб	Охват, %	Средняя погрешность границ, м	Наличие цифровых почвенных карт
Черлакский	2018	1:10000	92	4,2	да
Омский	2020	1:10000	95	3,8	да
Любинский	2015	1:10000	88	4,5	да
Усть-Ишимский	1972	1:25000	38	11,5	нет
Тевризский	1985	1:25000	41	10,2	нет

Район	Последнее почвенное обследование (год)	Масштаб	Охват, %	Средняя погрешность границ, м	Наличие цифровых почвенных карт
Седельниковский	1980	1:25000	35	12,0	нет

Анализ периодичности почвенных обследований (таблица 3) показывает, что в последние десятилетия частота и детальность исследований возросли, однако охват остаётся неравномерным.

Таблица 3. Периодичность почвенных обследований в Омской области

Период	Количество обследований	Минимальная площадь объекта, га	Проверяемые параметры
1950-1970	3	5	Гранулометрический состав, гумус
1971-1990	5	2	макроэлементы (N,P,K)
1991-2010	2	1	микроэлементы (Cu,Zn)
2011-2025	1	0,5	загрязняющие вещества

На рисунке 1 представлены критерии изученности территории, которые были использованы в исследовании. К ним относятся: полнота, детальность, своевременность, актуальность, точность, доступность, непротиворечивость, пространственная привязка, метрическая достоверность и динамичность.

Изученность земельных ресурсов |

▼

1. Охват данных → доля площади, охваченной почвенными обследованиями |
(чем выше %, тем лучше) |

▼

2. Масштаб → детальность картографической основы |
1:10 000 (высокая) > 1:25 000 (средняя) > 1:50 000 (низкая) |

▼

3. Точность → средняя погрешность определения границ (м) |
чем меньше погрешность, тем выше точность |

▼

4. Объективность → относительная погрешность агрохимических анализов |
(по содержанию гумуса, %). Чем ниже %, тем достовернее данные |

Рисунок 1. Критерии изученности территории

На рисунке 2 приведена блок-схема критериев качества информации, предложенная Е.А. Аустом, которая включает такие аспекты, как достоверность, полнота, своевременность, точность и доступность.

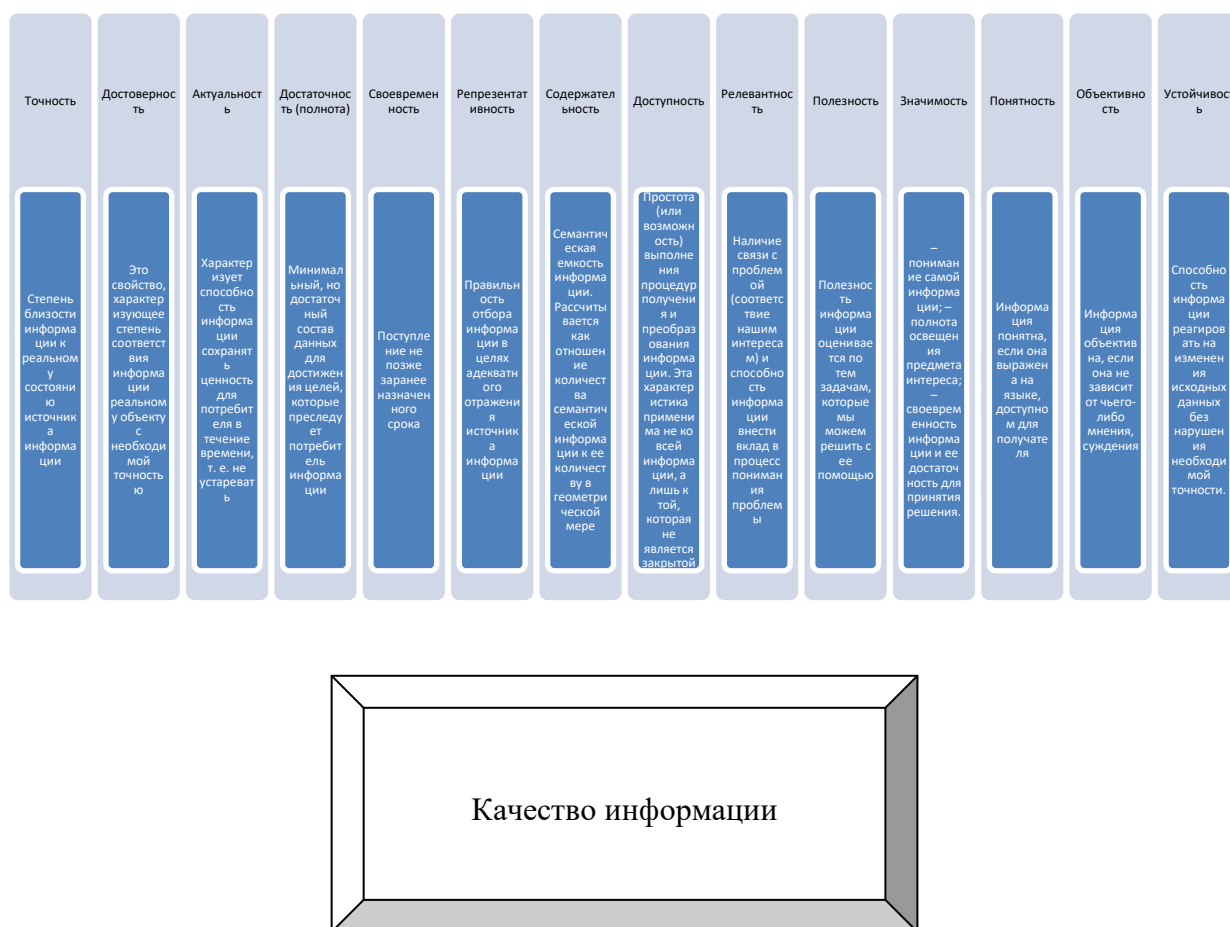


Рисунок 2. Блок-схема «Критерии качества информации»

На основе выявленных недостатков будет разработана технология применения ГИС для управления за земельными ресурсами. Она включает создание регионального сегмента единой федеральной информационной системы о землях сельхозназначения, разработку пользовательских интерфейсов для трёх уровней (область – район – хозяйство), интеграцию данных дистанционного зондирования (Sentinel-2, Planet, Landsat-8), беспилотных летательных аппаратов с мультиспектральными сенсорами, IoT-датчиков и полевых наблюдений [9, 10]. Для обработки данных было предложено использовать расчёт вегетационных индексов – карты

пространственной неоднородности посевов, уровень внесения удобрений и так далее.

Если оценивать текущий уровень информационного обеспечения по отдельным направлениям, то он будет представлен в виде бальной системы от 0 до 10. Где 10 – высокий уровень информационного обеспечения, а 0 – низкий.

Выводы. Проведённое исследование показало, что существующая система информационного обеспечения управления земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения Омской области характеризуется выраженной пространственно-временной неоднородностью и критическим дефицитом актуальных данных в северных и восточных районах. Только 11 из 32 районов имеют интегральную изученность выше 80%, тогда как в 9 районах она ниже 40%. Это напрямую коррелирует с высокой долей неиспользуемых земель (до 40% в слабоизученных районах), частотой земельных споров и потерями бюджетных поступлений.

Полученные результаты согласуются с выводами А.А. Варламова и др. о необходимости системного подхода к информационному обеспечению, а также с исследованиями Г.К. Курманова, отмечающая важность интеграции исторических данных с современными технологиями мониторинга. Технология применения ГИС должна обеспечивать отсутствие разрозненности данных, оперативное (ежемесячное обновление) и достоверное (погрешность $\leq 7\%$) информационное сопровождение управленческих решений.

Внедрение разработанного ГИС-модуля с многоуровневыми пользовательскими интерфейсами и алгоритмами обработки пространственных данных позволит выявлять неиспользуемые земли, оценивать деградацию почв, планировать севообороты и контролировать целевое использование земель. Ожидаемая экономическая эффективность включает экономию ресурсов на 10-15%, прирост урожайности на 5-10% и снижение экологической нагрузки на 20-30%. Для достижения этих

результатов необходима первоочередная инвентаризация слабо изученных районов с применением современных геодезических технологий (ГНСС, аэрофотосъёмка, БПЛА) и создание единой цифровой почвенной карты Омской области масштаба 1:10 000 с регламентом регулярного (раз в 5 лет) обновления данных о плодородии и деградации.

Таким образом, выполнен анализ изученности состояния земельных ресурсов, что подтвердило необходимость в разработке технологии информационного обеспечения на основе ГИС, так как является эффективным инструментом повышения рационального управления земельными ресурсами и устойчивого развития агропромышленного комплекса региона.

Список источников

1. Варламов, А. А. Информационное обеспечение управления земельными ресурсами / А. А. Варламов, С. А. Гальченко, Д. В. Антропов // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2018. – № 11(206). – С. 13-17. – DOI 10.24411/2072-4098-2018-10112. – EDN YNKA FN – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36408702&ysclid=mqj80wbskg952872274>.
2. Лоскутова, Е. И. Земельная реформа в России / Е. И. Лоскутова, А. Н. Головки // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. – 2017. – № 1. – С. 152-155. – EDN YPDSIV – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29207279&ysclid=mqj82wzypo346446749>.
3. Коцур, Е. В. Информационное обеспечение управления земельными ресурсами муниципальных образований / Е. В. Коцур, О. Н. Долматова, Н. А. Капитулина // Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, "цифра", окружающая среда (AgroProd 2021) : Материалы международной научно-практической конференции, Омск, 28 июля 2021 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 61-66. – EDN ZNEBUL – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46656879&ysclid=mqj83th9z1378366527>.

4. Денисова, Е. В. Оценка эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения с применением ГИС-технологий / Е. В. Денисова // Исследование Земли из космоса. – 2021. – № 5. – С. 15-24. – DOI 10.31857/S0205961421050031. – EDN OOSGYD – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47147263&ysclid=mqj88ivt8u392820438>.
5. Трофимова, Л. С. Рациональное использование ресурсов почвенного плодородия сельскохозяйственных земель России / Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева, И. А. Трофимов // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях : Материалы VII Международной научной конференции (памяти проф. Петина А.Н.), Белгород, 24–26 октября 2017 года. – Белгород: Издательство «ПОЛИТЕРРА», 2017. – С. 101-105. – EDN YNEYMU – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32353397&ysclid=mqj8aukuvr202750494>.
6. Курманова, Г. К. Управление земельными ресурсами в условиях цифровизации / Г. К. Курманова // Проблемы агрорынка. – 2020. – № 4. – С. 140-146. – DOI 10.46666/2020-4-2708-9991.17. – EDN FFZJQL – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44520056&ysclid=mqj8dv0ogd658924441>.
7. Степкин, Ю. А. Использование ГИС-технологий в землеустройстве / Ю. А. Степкин // Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов по материалам III международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию юбилею доктора экономических наук, профессора Ю.М. Рогатнева, Омск, 13 мая 2021 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 305-308. – EDN OGBXQG – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46677947&ysclid=mqj8jwpa9t329333792>.
8. Мониторинг земель с использованием ГИС-технологий / Е. Ю. Иванова, А. В. Комличенко, А. А. Макарова, О. И. Малыгина // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. –

2019. – Т. 1. – С. 113-117. – EDN WMKJMT – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41155823&ysclid=mqj8mal5uu936668498>.

9. Опыт использования датчиков движения в ИОТ-проектах / А. С. Ягодкин, А. А. Симоненко, И. О. Нестеров, Н. И. Никитина // Физические основы современных технологий : материалы Международной научно-методической конференции, Воронеж, 25 октября 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2023. – С. 108-112. – DOI 10.58168/PBMT_108-112. – EDN IMPWTI – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=58907138&ysclid=mqj8ulyb66376656322>.

10. Ястребов, А. П. Управление процессами развития цифровой экономики регионов / А. П. Ястребов // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2022. – № 1(69). – EDN TIGXSM – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48218434&ysclid=mqj8p8wsn874898527>.

References

1. Varlamov, A. A. Informacionnoe obespechenie upravleniya zemel`ny`mi resursami / A. A. Varlamov, S. A. Gal`chenko, D. V. Antropov // Imushhestvenny`e otnosheniya v Rossijskoj Federacii. – 2018. – № 11(206). – С. 13-17. – DOI 10.24411/2072-4098-2018-10112. – EDN YNKA FN – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36408702&ysclid=mqj80wbskg952872274>.

2. Loskutova, E. I. Zemel`naya reforma v Rossii / E. I. Loskutova, A. N. Golovko // Molodaya nauka agrarnogo Dona: tradicii, opy`t, innovacii. – 2017. – № 1. – С. 152-155. – EDN YPDSIV – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29207279&ysclid=mqj82wzypo346446749>.

3. Koczur, E. V. Informacionnoe obespechenie upravleniya zemel`ny`mi resursami municipal`ny`x obrazovanij / E. V. Koczur, O. N. Dolmatova, N. A. Kapitulina // Perspektivny`e texnologii v agrarnom proizvodstve: chelovek, cifra, okruzhayushhaya sreda (AgroProd 2021) : Materialy` mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Omsk, 28 iyulya 2021 goda. – Omsk: Omskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni P.A. Stoly`pina, 2021. – С. 61-66. –

- EDN ZNEBUL – URL:
<https://elibrary.ru/item.asp?id=46656879&ysclid=mqj83th9z1378366527>.
4. Denisova, E. V. Ocenka e`ffektivnosti ispol`zovaniya zemel` sel`skoxozyajstvennogo naznacheniya s primeneniem GIS-texnologij / E. V. Denisova // Issledovanie Zemli iz kosmosa. – 2021. – № 5. – S. 15-24. – DOI 10.31857/S0205961421050031. – EDN OOSGYD – URL:
<https://elibrary.ru/item.asp?id=47147263&ysclid=mqj88ivt8u392820438>.
5. Trofimova, L. S. Racional`noe ispol`zovanie resursov pochvennogo plodorodiya sel`skoxozyajstvenny`x zemel` Rossii / L. S. Trofimova, E. P. Yakovleva, I. A. Trofimov // Problemy` prirodozopol`zovaniya i e`kologicheskaya situaciya v Evropejskoj Rossii i na sopredel`ny`x territoriyax : Materialy` VII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (pamyati prof. Petina A.N.), Belgorod, 24–26 oktyabrya 2017 goda. – Belgorod: Izdatel`stvo «POLITERRA», 2017. – S. 101-105. – EDN YNEYMU – URL:
<https://elibrary.ru/item.asp?id=32353397&ysclid=mqj8aukuvr202750494>.
6. Kurmanova, G. K. Upravlenie zemel`ny`mi resursami v usloviyax cifrovizacii / G. K. Kurmanova // Problemy` agrory`nka. – 2020. – № 4. – S. 140-146. – DOI 10.46666/2020-4-2708-9991.17. – EDN FFZJQL – URL:
<https://elibrary.ru/item.asp?id=44520056&ysclid=mqj8dv0ogd658924441>.
7. Stepkin, Yu. A. Ispol`zovanie GIS-texnologij v zemleustrojstve / Yu. A. Stepkin // Geodeziya, zemleustrojstvo i kadastry`: problemy` i perspektivy` razvitiya : Sbornik nauchny`x trudov po materialam III mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 70-letnemu yubileyu doktora e`konomicheskix nauk, professora Yu.M. Rogatneva, Omsk, 13 maya 2021 goda. – Omsk: Omskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni P.A. Stoly`pina, 2021. – S. 305-308. – EDN OGBXQG – URL:
<https://elibrary.ru/item.asp?id=46677947&ysclid=mqj8jwpa9t329333792>.
8. Monitoring zemel` s ispol`zovaniem GIS-texnologij / E. Yu. Ivanova, A. V. Komlichenko, A. A. Makarova, O. I. Maly`gina // Regulirovaniye zemel`no-imushhestvenny`x otnoshenij v Rossii: pravovoe i geoprostranstvennoe

obespechenie, ocenka nedvizhimosti, e`kologiya, texnologicheskie resheniya. – 2019. – T. 1. – S. 113-117. – EDN WMKJMT – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41155823&ysclid=mqj8mal5uu936668498>.

9. Opy`t ispol`zovaniya datchikov dvizheniya v IOT-proektax / A. S. Yagodkin, A. A. Simonenko, I. O. Nesterov, N. I. Nikitina // Fizicheskie osnovy` sovremenny`x texnologij : materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii, Voronezh, 25 oktyabrya 2023 goda. – Voronezh: Voronezhskij gosudarstvenny`j lesotexnicheskij universitet im. G.F. Morozova, 2023. – S. 108-112. – DOI 10.58168/PBMT_108-112. – EDN IMPWTI – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=58907138&ysclid=mqj8ulyb66376656322>.

10. Yastrebov, A. P. Upravlenie processami razvitiya cifrovoj e`konomiki regionov / A. P. Yastrebov // Regional`naya e`konomika i upravlenie: e`lektronny`j nauchny`j zhurnal. – 2022. – № 1(69). – EDN TIGXSM – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48218434&ysclid=mqj8p8wsn874898527>.

©*Нугманов А.А., Рогатнёв Ю.М., 2026. Московский экономический журнал, 2026, № 6.*

Научная статья

Original article

УДК 635.4

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_39

edn: CMKGED

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СХЕМ ПОСАДКИ И ПРИМЕНЕНИЯ
РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ САЛАТА АЙСБЕРГ
STUDY OF THE EFFECT OF PLANTING SCHEMES AND GROWTH
REGULATORS ON ICE SALAD PRODUCTIVITY**



Соколов Андрей Андреевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и защиты растений РГАТУ имени П.А. Костычева г. Рязань, ORCID: 0009-0003-5317-4960, falcon-agro@mail.ru

Травкина Алина Рафиковна, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга» (140483 Московская обл., Коломенский район, пос. Радужный, 38), тел. 8(496)6-170-474, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0770-4292>, gimazova.a@bk.ru

Andrey A. Sokolov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy and Plant Protection at the P.A. Kostychev Ryazan State Agrarian University, Ryazan, ORCID: 0009-0003-5317-4960, falcon-agro@mail.ru

Alina R. Travkina, Junior Researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Irrigation Systems and Agricultural Water Supply «Raduga» (38, Raduzhny settlement, Kolomensky District, Moscow

Region, 140483, Russia), tel. +7(496)6-170-474, ORCID: 0009-0001-0770-4292, gimazova.a@bk.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке влияния схем посадки и применения регуляторов роста на продуктивность салата Айсберг в условиях открытого грунта Московской области. Исследования проведены в 2025 году на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в ООО «Агромикс» Коломенского городского округа. Объектом исследования являлся салат Айсберг сорта селекции Гавриш. Опыт закладывали по двухфакторной схеме с изучением трех вариантов размещения растений (30×30, 35×35 и 40×40 см) и шести способов применения препаратов, включающих регуляторы роста «Эпин-Экстра», «Циркон» и биопрепарат «Фитоспорин-М». Установлено положительное влияние регуляторов роста на посевные качества семян, рост и развитие растений. Наиболее высокая энергия прорастания и лабораторная всхожесть отмечены при обработке семян и растений препаратом «Эпин-Экстра». Выявлено существенное влияние схемы посадки на формирование урожая. Максимальная средняя урожайность салата Айсберг получена при схеме посадки 35×35 см и составила 35,2 т/га. Применение регуляторов роста обеспечило прибавку урожайности по сравнению с контролем, при этом наибольший эффект отмечен при двукратной обработке препаратом «Эпин-Экстра» (обработка семян и опрыскивание растений в период вегетации). Показано наличие взаимодействия между схемой посадки и применением препаратов. Максимальная урожайность 38,2 т/га получена при сочетании схемы посадки 35×35 см с комплексным применением препарата «Эпин-Экстра», что обеспечило прибавку урожая до 19 % относительно контрольного варианта. Использование регуляторов роста способствовало повышению товарности продукции, увеличению средней массы кочанов и снижению содержания нитратов. Полученные результаты позволяют рекомендовать для условий Московской области технологию выращивания

салата Айсберг со схемой посадки 35×35 см и двукратным применением препарата «Эпин-Экстра».

Abstract. The article presents the results of a study evaluating the effects of planting patterns and growth regulator application on the productivity of Iceberg lettuce under open-field conditions in the Moscow Region. The research was conducted in 2025 on sod-podzolic medium loamy soil at AgroMix LLC in the Kolomna urban district. The object of the study was Iceberg lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata) of Gavrish breeding. A two-factor field experiment was established to assess three planting patterns (30 × 30, 35 × 35, and 40 × 40 cm) and six treatment systems involving the growth regulators Epin-Extra and Zircon, as well as the biological product Fitosporin-M. A positive effect of growth regulators on seed quality, plant growth, and development was established. The highest germination energy and laboratory germination rate were recorded following the combined application of Epin-Extra. Planting pattern was found to have a significant effect on yield formation. The highest average yield of Iceberg lettuce (35.2 t/ha) was obtained with the 35 × 35 cm planting pattern. The application of growth regulators increased yield compared with the untreated control, with the greatest effect achieved through the double application of Epin-Extra, including pre-sowing seed treatment and foliar spraying during the growing season. An interaction between planting pattern and treatment application was demonstrated. The maximum yield of 38.2 t/ha was achieved when the 35 × 35 cm planting pattern was combined with the integrated application of Epin-Extra, resulting in a yield increase of up to 19% compared with the control treatment. The use of growth regulators improved marketable yield, increased head weight, and reduced nitrate accumulation. The results obtained allow recommending a cultivation technology based on a 35 × 35 cm planting pattern and double application of Epin-Extra for Iceberg lettuce production in the Moscow Region.

Ключевые слова: салат Айсберг, зеленные культуры, регуляторы роста, Эпин-Экстра, Циркон, Фитоспорин-М, схема посадки, густота стояния

растений, урожайность, качество продукции, открытый грунт, биопрепараты, овощеводство, технология выращивания

Keywords: Iceberg lettuce, green crops, growth regulators, Epin-Extra, Zircon, Fitosporin-M, planting scheme, plant density, yield, product quality, open ground, biological products, vegetable growing, and cultivation technology

Введение. Овощеводство является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей сельского хозяйства, обеспечивающих население продуктами питания, богатыми витаминами, минеральными веществами и биологически активными соединениями [9].

В последние годы в России наблюдается устойчивый рост потребления зеленных культур, что связано с популяризацией здорового питания, развитием рынка свежей овощной продукции и увеличением спроса со стороны предприятий общественного питания [4,8].

Среди зеленных культур особое место занимает салат Айсберг, отличающийся высокими потребительскими качествами, хорошей транспортабельностью и длительным сроком хранения. Вместе с тем получение высоких и стабильных урожаев салата Айсберг требует совершенствования отдельных элементов технологии выращивания с учетом почвенно-климатических условий конкретного региона [2,14].

Схема размещения растений является одним из ключевых факторов формирования урожайности овощных культур. Площадь питания определяет обеспеченность растений основными факторами роста — влагой, элементами минерального питания и светом. При чрезмерном загущении возрастает конкуренция между растениями за ресурсы среды, а при излишнем разрежении снижается эффективность использования земельной площади, что также отрицательно сказывается на урожайности [11,15].

Наряду с оптимизацией густоты стояния растений перспективным направлением повышения урожайности овощных культур является применение регуляторов роста и биопрепаратов. Использование

физиологически активных веществ способствует улучшению посевных качеств семян, повышению устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды, активизации ростовых процессов и улучшению качества продукции. Среди широко применяемых в растениеводстве препаратов особый интерес представляют регуляторы роста «Эпин-Экстра» и «Циркон», а также биопрепарат «Фитоспорин-М», обладающий фунгицидными и ростостимулирующими свойствами [10].

Несмотря на значительное количество исследований, посвящённых применению регуляторов роста в овощеводстве, вопросы их эффективности при выращивании салата Айсберг в условиях открытого грунта Московской области изучены недостаточно полно. В литературе практически отсутствуют сведения о комплексном влиянии схемы посадки и применения регуляторов роста на урожайность и качество кочанов салата Айсберг. Кроме того, недостаточно изучены особенности взаимодействия данных факторов в условиях дерново-подзолистых почв Центрального региона России [13].

В связи с этим **целью** исследования является изучение влияния схем посадки и применения регуляторов роста на продуктивность салата Айсберг и определение их оптимального сочетания для условий Коломенского городского округа Московской области. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Оценить эффективность обработки семян и растений препаратами «Эпин-Экстра», «Циркон» и «Фитоспорин-М».
2. Изучить влияние различных схем посадки на рост, развитие и урожайность салата Айсберг на фоне применения биостимуляторов.
3. Выявить характер взаимодействия факторов «схема посадки» и «применение препаратов».

Материалы и методы. Исследования проводились в 2025 году на опытных участках ООО «Агромикс», расположенных в Коломенском городском округе Московской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Содержание гумуса в пахотном горизонте

(0–30 см) составляло 2,7%, реакция почвенного раствора (рНКСl) – 6,0–6,2. Обеспеченность подвижным фосфором и обменным калием была повышенной и составляла соответственно 185–195 и 205–220 мг/кг почвы [6].

Объектом исследования являлся салат кочанный сорта Айсберг селекции компании «Гавриш». Опыт закладывали в открытом грунте по двухфакторной схеме в четырехкратной повторности. Площадь учетной деланки - 10 м² (2 м × 5 м). Общая площадь под опытом с учетом защитных полос и межделячных дорожек составила около 0,1 га [1,5].

Первым изучаемым фактором (А) являлась схема посадки растений: 30×30 см (контроль), 35×35 см и 40×40 см. Вторым фактором (В) служила система применения регуляторов роста и биопрепаратов: контроль без обработок, обработка семян препаратом «Эпин-Экстра», комплексное применение «Эпин-Экстра» (обработка семян и опрыскивание растений), обработка семян препаратом «Циркон», комплексное применение «Циркон», а также обработка семян и растений биопрепаратом «Фитоспорин-М». Общая схема: Опыт включал 18 вариантов (3 схемы посадки × 6 систем обработки) (таблица 1).

Таблица 1 – Схема двухфакторного опыта

Вариант	Фактор А (Схема посадки)	Фактор В (Система обработки)
1	А ₁ (30×30 см)	В ₁ (Контроль, вода)
2		В ₂ (Эпин, семена)
3		В ₃ (Эпин, семена+растения)
4		В ₄ (Циркон, семена)
5		В ₅ (Циркон, семена+растения)
6		В ₆ (Фитоспорин, семена+растения))
7	А ₂ (35×35 см)	В ₁ (Контроль, вода)
8		В ₂ (Эпин, семена)
9		В ₃ (Эпин, семена+растения)
10		В ₄ (Циркон, семена)
11		В ₅ (Циркон, семена+растения)

12	Аз (40×40 см)	В ₆ (Фитоспорин, семена+растения)
13		В ₁ (Контроль, вода)
14		В ₂ (Эпин, семена)
15		В ₃ (Эпин, семена+растения)
16		В ₄ (Циркон, семена)
17		В ₅ (Циркон, семена+растения)
18		В ₆ (Фитоспорин, семена+растения))

Под основную обработку почвы вносили перепревший навоз в дозе 40 т/га. Минеральные удобрения применяли в норме N60P90K120. Полив осуществляли капельным способом с поддержанием влажности почвы на уровне 70–80 % НВ. Уход за растениями включал прополки, рыхления междурядий и защиту от вредителей в соответствии с общепринятой технологией выращивания культуры [3,7].

В ходе исследований учитывали посевные качества семян, фенологические показатели, биометрические параметры растений, урожайность и качественные показатели кочанов. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа [12].

Результаты и обсуждение. Результаты лабораторных исследований показали, что обработка семян салата Айсберг регуляторами роста положительно влияет на посевные качества семян. Полученные данные сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста на посевные качества семян салата Айсберг

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Длина проростка, см	Масса сырая 10 проростков, г
В ₁ (Контроль)	78 ± 1,5	85 ± 1,2	3,2 ± 0,1	0,85 ± 0,02
В ₂ (Эпин, семена)	86 ± 1,2	92 ± 1,0	3,8 ± 0,1	0,98 ± 0,03
В ₃ (Эпин, семена+растения)	88 ± 1,0	94 ± 0,8	4,1 ± 0,2	1,05 ± 0,02

В ₄ (Циркон, семена)	84 ± 1,3	90 ± 1,1	3,7 ± 0,1	0,96 ± 0,02
В ₅ (Циркон, семена+растения)	87 ± 1,1	93 ± 0,9	4,0 ± 0,1	1,02 ± 0,03
В ₆ (Фитоспорин)	80 ± 1,4	87 ± 1,3	3,4 ± 0,1	0,88 ± 0,02

Наибольший эффект на энергию прорастания и лабораторную всхожесть оказала комбинированная обработка семян и растений препаратом «Эпин-Экстра» (вариант В₃). Энергия прорастания повысилась на 10%, а лабораторная всхожесть - на 9% относительно контроля. Обработка «Цирконом» также показала значимый положительный результат. Препарат «Фитоспорин-М» не оказал существенного влияния на посевные качества семян, что соответствует его фунгицидной, а не стимулирующей специализации.

Обработка регуляторами роста положительно сказалась на начальных этапах развития растений после высадки в грунт. Варианты с применением «Эпина-Экстра» и «Циркона» характеризовались лучшей приживаемостью рассады (96-98% против 91% в контроле) и более интенсивным нарастанием листовой массы в первый месяц вегетации.

К фазе 6-8 листьев (30 дней после высадки) наблюдалось достоверное влияние как схемы посадки, так и обработок на биометрические показатели. Наиболее развитую листовую поверхность имели растения при схеме А₂ (35×35 см), что создавало оптимальный баланс между площадью питания и количеством растений на единицу площади. Обработка регуляторами роста компенсировала стресс от пересадки и способствовала формированию более мощной корневой системы.

Влияние схемы посадки (Фактор А): Наибольшая средняя урожайность (35,2 т/га) достигнута при схеме А₂ (35×35 см). Уплотнение посадки до 30×30 см привело к снижению урожайности на 3,0 т/га (8,5%), а разрежение до 40×40 см - на 4,0 т/га (11,4%) по сравнению с оптимальной схемой (таблица 3). Это объясняется конкуренцией за ресурсы при загущении и неполным использованием площади при разрежении.

Таблица 3 – Урожайность салата Айсберг в зависимости от схемы посадки и системы обработки, т/га.

Система обработки (Фактор В)	Схема посадки (Фактор А)			Среднее по фактору В
	А ₁ (30×30 см)	А ₂ (35×35 см)	А ₃ (40×40 см)	
В₁ (Контроль)	29,4 ± 0,5	32,1 ± 0,6	28,8 ± 0,5	30,1
В₂ (Эпин, семена)	32,8 ± 0,6	35,9 ± 0,7	31,5 ± 0,6	33,4
В₃ (Эпин, семена+растения)	34,5 ± 0,7	38,2 ± 0,8	33,8 ± 0,7	35,5
В₄ (Циркон, семена)	31,9 ± 0,6	34,8 ± 0,6	30,9 ± 0,5	32,5
В₅ (Циркон, семена+растения)	33,7 ± 0,6	37,1 ± 0,7	32,6 ± 0,6	34,5
В₆ (Фитоспорин)	30,1 ± 0,5	33,0 ± 0,6	29,5 ± 0,5	30,9
Среднее по фактору А	32,2	35,2	31,2	32,8 (общее ср.)

Влияние препаратов (Фактор В): варианты с применением регуляторов роста показали достоверную прибавку урожая к контролю. Максимальная средняя прибавка (+5,4 т/га или +18,0%) отмечена для варианта В₃ (Эпин, комплекс). Вариант В₅ (Циркон, комплекс) дал прибавку +4,4 т/га (+14,6%). Обработка только семян (В₂, В₄) была менее эффективна. Биопрепарат «Фитоспорин-М» (В₆) не оказал значимого влияния на урожайность.

Взаимодействие факторов (А×В): Наиболее выраженный синергетический эффект наблюдался в варианте А₂В₃ (35×35 см + Эпин комплекс). Здесь прибавка урожая относительно контрольного варианта А₂В₁ составила 6,1 т/га (+19,0%). Это указывает на то, что оптимальная площадь питания усиливает положительное действие регулятора роста.

Обработки оказали существенное влияние не только на валовой урожай, но и на его качество (таблица 4).

Таблица 4 – Качественные показатели кочанов салата Айсберг (среднее по схемам посадки)

Показатель	B ₁ (Контроль)	B ₂ (Эпин, семена)	B ₃ (Эпин, комплекс)	B ₄ (Циркон, семена)	B ₅ (Циркон, комплекс)	B ₆ (Фитоспо рин)
Ср. масса кочана, г	355 ± 12	395 ± 15	435 ± 18	382 ± 14	418 ± 16	365 ± 13
Диаметр кочана, см	14,5 ± 0,3	15,4 ± 0,3	16,1 ± 0,4	15,1 ± 0,3	15,8 ± 0,4	14,8 ± 0,3
Плотность кочана, балл (1-5)	3,4 ± 0,1	3,8 ± 0,1	4,1 ± 0,1	3,7 ± 0,1	4,0 ± 0,1	3,5 ± 0,1
Товарность, %	85,2 ± 1,5	89,5 ± 1,3	92,8 ± 1,2	88,1 ± 1,4	91,5 ± 1,3	86,0 ± 1,6
Сухое вещество, %	4,7 ± 0,1	4,9 ± 0,1	5,0 ± 0,1	4,8 ± 0,1	4,9 ± 0,1	4,7 ± 0,1
Нитраты, мг/кг	1310 ± 45	1190 ± 40	1120 ± 35	1240 ± 42	1160 ± 38	1280 ± 48

Комплексное применение регуляторов роста (B₃, B₅) способствовало формированию более крупных, плотных и выровненных кочанов, что напрямую повысило товарность урожая.

Во всех вариантах с регуляторами роста наблюдалось снижение содержания нитратов на 6-15%, что связано с более активным метаболизмом и использованием азота на ростовые процессы.

Содержание сухого вещества оставалось стабильным, что свидетельствует об отсутствии «разбавления» урожая водой.

В течение вегетации наблюдалось слабое развитие прикорневой гнили, преимущественно в фазу формирования кочана. Вариант B₆ («Фитоспорин-М») показал наименьший процент пораженных растений - около 3-5%. В вариантах с регуляторами роста (B₃, B₅) пораженность также была ниже

контроля (7-9% против 12-15% в B₁), что может быть связано с общим повышением жизнеспособности и устойчивости растений.

Выводы. 1. Установлено, что применение регуляторов роста и биопрепаратов оказывает положительное влияние на продуктивность салата Айсберг. Наиболее высокой эффективностью характеризовался препарат «Эпин-Экстра» при двукратном применении (предпосевная обработка семян и опрыскивание растений в период вегетации), обеспечивший наибольшую прибавку урожайности, улучшение товарных качеств продукции и снижение содержания нитратов в кочанах.

2. Выявлено существенное влияние схемы посадки на рост, развитие и урожайность растений салата Айсберг. В условиях Московской области наиболее эффективной оказалась схема посадки 35×35 см, обеспечивающая оптимальную площадь питания растений и формирование крупных, хорошо развитых кочанов.

3. Показано наличие взаимодействия факторов «схема посадки» и «применение препаратов» при формировании урожайности салата Айсберг. Наибольшая отзывчивость растений на обработку регуляторами роста отмечена при схеме посадки 35×35 см. Сочетание данной схемы с двукратным применением препарата «Эпин-Экстра» обеспечило получение максимальной урожайности и улучшение качества продукции.

Литература

1. Везири, В. М. Сортоизучение биометрических особенностей салата айсберг в условиях открытого грунта на базе агрохолдинга ООО «Дмитровские овощи» / В. М. Везири // Современные проблемы и перспективы садоводства и ландшафтной архитектуры : Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня образования Тимирязевской сельскохозяйственной академии и 105-летию Института садоводства и ландшафтной архитектуры, Москва, 16 декабря 2025 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2025. – С. 103-107. – EDN MIUUFZ.

2. Воробьев, М. В. Выращивание современных сортов кочанного салата в условиях открытого грунта / М. В. Воробьев // Задачи и возможности международного трансфера инновационных технологий. – Уфа : Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2025. – С. 38-51. – EDN GQPNVP.
3. Долгов, М. А. Внекорневые подкормки при возделывании кочанного салата / М. А. Долгов, Г. В. Гуляева // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования : материалы Национальной научно-практической конференции, Астрахань, 09 февраля 2018 года. – Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2018. – С. 278-281. – EDN NUEYTT.
4. Иванова, М. И. Размер и тенденции роста рынка салата / М. И. Иванова, Т. Н. Сурихина // Картофель и овощи. – 2024. – № 2. – С. 20-25. – DOI 10.25630/PAV.2024.50.64.001. – EDN BMFJQX.
5. Колпаков, Н. А. Влияние способов выращивания на биохимический состав салата / Н. А. Колпаков, Т. А. Кузнецова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 5(55). – С. 11-14. – EDN KAOOID.
6. Обрядина, Д. А. Определение показателей всхожести семян салата Айсберг / Д. А. Обрядина, Д. Н. Кухарская, А. В. Агафонова // Проблемы перспективного развития современных технологий : сборник статей международной научной конференции, Санкт-Петербург, 24 января 2026 года. – Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью «Международный институт перспективных исследований имени Ломоносова», 2026. – С. 37-41. – EDN ZYASUQ.
7. Органические удобрения и их вклад в улучшение плодородия почвы / И. М. Лебедев, А. А. Кунцевич, А. А. Соколов [и др.] // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 27 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 78-83. – EDN HRXRTY.

8. Поликарпова, Е. П. Факторы выращивания сельскохозяйственных культур / Е. П. Поликарпова, А. А. Соколов, Е. И. Лупова // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы III Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 января 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 384-390. – EDN ZIMSSR.
9. Проблемы агрономии и агрохимии в современном сельскохозяйственном производстве / М. М. Крючков, Д. В. Виноградов, А. А. Соколов [и др.] // Научно-практические инициативы и инновации для развития регионов России : Материалы Национальной научной конференции, Рязань, 25 июня 2015 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА». – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2015. – С. 102-105. – EDN CERBRG.
10. Роль биологически активных препаратов в повышении продуктивности агрокультур / О. В. Лукьянова, Н. В. Вавилова, Д. В. Виноградов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2021. – № 1(49). – С. 30-39. – DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.005. – EDN GOMTJJ.
11. Системы земледелия / А. С. Мастеров, П. Н. Балабко, А. А. Соколов [и др.]; МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА, БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ, РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. А. КОСТЫЧЕВА. – Горки – Москва – Рязань : Индивидуальный

предприниматель Колупаева Елена Владимировна, 2023. – 200 с. – ISBN 978-5-605-09037-3. – EDN RRCMGI.

12. Скорина, В. В. Влияние различных видов удобрений на урожайность и качество салата посевного (*Lactuca Sativa* L.) / В. В. Скорина, О. Н. Бобкова // Овощеводство : Сборник научных трудов. – Самохваловичи : РУП «Институт овощеводства», 2020. – С. 136-142. – EDN ASBDDX.

13. Совершенствование технологии возделывания салата / Ш. Б. Байрамбеков, Г. В. Гуляева, Е. В. Полякова, Л. Г. Перова // Орошаемое земледелие. – 2019. – № 3. – С. 54-57. – DOI 10.35809/2618-8279-2019-3-14. – EDN XTFMYI.

14. Соколов, А. А. Сравнительная оценка современных технологий выращивания рассады овощных культур в защищенном грунте / А. А. Соколов, А. Р. Травкина // Вестник мелиоративной науки. – 2025. – № 4. – С. 92-101. – EDN EXNLOS.

15. Татарчук, А. П. Технология выращивания кочанного салата / А. П. Татарчук // Аграрное образование и наука. – 2024. – № 4. – С. 2. – EDN FSIMHP.

References

1. Vezirov, V. M. Study of Biometric Characteristics of Iceberg Lettuce Varieties under Open-Ground Conditions at the Agroholding "Dmitrovskie Ovoshchi" LLC / V. M. Vezirov // Modern Problems and Prospects of Horticulture and Landscape Architecture : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 160th Anniversary of the Timiryazev Agricultural Academy and the 105th Anniversary of the Institute of Horticulture and Landscape Architecture, Moscow, December 16, 2025. – Moscow: Russian State Agrarian University, 2025. – P. 103-107. – EDN MIUUFZ.

2. Vorobyev, M. V. Cultivation of Modern Varieties of Head Lettuce under Open-Ground Conditions / M. V. Vorobyev // Tasks and Opportunities for International Transfer of Innovative Technologies. – Ufa: Aeterna Limited Liability Company, 2025. – P. 38-51. – EDN GQPNVP.

3. Dolgov, M. A. Foliar Fertilization in the Cultivation of Head Lettuce / M. A. Dolgov, G. V. Gulyaeva // Innovative Development of Regions: The Potential of Science and Modern Education : Materials of the National Scientific and Practical Conference, Astrakhan, February 09, 2018. – Astrakhan: Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, 2018. – P. 278-281. – EDN NUEYTT.
4. Ivanova, M. I. Market Size and Growth Trends of Lettuce / M. I. Ivanova, T. N. Surikhina // Potato and Vegetables. – 2024. – No. 2. – P. 20-25. – DOI 10.25630/PAV.2024.50.64.001. – EDN BMFJQX.
5. Kolpakov, N. A. Influence of Cultivation Methods on the Biochemical Composition of Lettuce / N. A. Kolpakov, T. A. Kuznetsova // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2009. – No. 5(55). – P. 11-14. – EDN KAOOID.
6. Obryadina, D. A. Determination of Germination Indicators for Iceberg Lettuce Seeds / D. A. Obryadina, D. N. Kukharskaya, A. V. Agafonova // Problems of Promising Development of Modern Technologies : Collection of Articles of the International Scientific Conference, St. Petersburg, January 24, 2026. – St. Petersburg: Lomonosov International Institute for Advanced Studies Limited Liability Company, 2026. – P. 37-41. – EDN ZYASUQ.
7. Organic Fertilizers and Their Contribution to Improving Soil Fertility / I. M. Lebedev, A. A. Kuntsevich, A. A. Sokolov [et al.] // Ecology and Nature Management: Trends, Models, Forecasts, Applied Aspects : Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Ryazan, March 27, 2024. – Ryazan: RSATU, 2024. – P. 78-83. – EDN HRXRTY.
8. Polikarpova, E. P. Factors in the Cultivation of Agricultural Crops / E. P. Polikarpova, A. A. Sokolov, E. I. Lupova // Innovations in Agriculture and Ecology : Materials of the III International Scientific and Practical Conference, Ryazan, January 15, 2025. – Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2025. – P. 384-390. – EDN ZIMSSR.
9. Problems of Agronomy and Agrochemistry in Modern Agricultural Production / M. M. Kryuchkov, D. V. Vinogradov, A. A. Sokolov [et al.] // Scientific and

Practical Initiatives and Innovations for the Development of Russian Regions : Materials of the National Scientific Conference, Ryazan, June 25, 2015 / MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION, FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION "RYAZAN STATE AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY NAMED AFTER P.A. KOSTYCHEV". – Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2015. – P. 102-105. – EDN CERBRG.

10. The Role of Biologically Active Preparations in Increasing the Productivity of Agricultural Crops / O. V. Lukyanova, N. V. Vavilova, D. V. Vinogradov [et al.] // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. – 2021. – No. 1(49). – P. 30-39. – DOI 10.36508/RSATU.2021.49.1.005. – EDN GOMTJJ.

11. Farming Systems / A. S. Masterov, P. N. Balabko, A. A. Sokolov [et al.]; LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY, BELARUSIAN STATE ORDER OF THE OCTOBER REVOLUTION AND ORDER OF THE RED BANNER OF LABOUR AGRICULTURAL ACADEMY, RYAZAN STATE AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY NAMED AFTER P.A. KOSTYCHEV. – Gorki – Moscow – Ryazan : Individual Entrepreneur Elena Vladimirovna Kolupaeva, 2023. – 200 p. – ISBN 978-5-605-09037-3. – EDN RRCMGI.

12. Skorina, V. V. Influence of Various Types of Fertilizers on the Yield and Quality of Lettuce (*Lactuca Sativa* L.) / V. V. Skorina, O. N. Bobkova // Vegetable Growing : Collection of Scientific Papers. – Samokhvalovich : Republican Unitary Enterprise "Institute of Vegetable Growing", 2020. – P. 136-142. – EDN ASBDDX.

13. Improvement of Lettuce Cultivation Technology / Sh. B. Bayrambekov, G. V. Gulyaeva, E. V. Polyakova, L. G. Perova // Irrigated Agriculture. – 2019. – No. 3. – P. 54-57. – DOI 10.35809/2618-8279-2019-3-14. – EDN XTFMYI.

14. Sokolov, A. A. Comparative Assessment of Modern Technologies for Growing Vegetable Seedlings in Protected Ground / A. A. Sokolov, A. R. Travkina // Bulletin of Reclamation Science. – 2025. – No. 4. – P. 92-101. – EDN EXNLOS.

15. Tatarchuk, A. P. Technology for Growing Head Lettuce / A. P. Tatarchuk // Agrarian Education and Science. – 2024. – No. 4. – P. 2. – EDN FSIMHP.

© Соколов А. А., Травкина А.Р., 2026. *International agricultural journal*, 2026, № 4, 126-142.

Научная статья

Original article

УДК 332.2

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_40

edn: QTXWCE

**АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО КООПЕРАТИВНОГО
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА**

**ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF REGIONAL COOPERATIVE
LAND MANAGEMENT**



Золотухин Дмитрий Алексеевич, аспирант (соискатель) кафедры управления и маркетинга, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Краснодар, E-mail: demon.zol99@mail.ru

Толмачев Алексей Васильевич, д.э.н., профессор кафедры управления и маркетинга, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Краснодар, E-mail: tolmachalex@mail.ru

Zolotukhin Dmitry Alekseevich, postgraduate student (applicant) of the Department of Management and Marketing, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, E-mail: demon.zol99@mail.ru

Tolmachev Alexey Vasilyevich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Management and Marketing, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, E-mail: tolmachalex@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследования состояния и направления развития кооперативного землеустройства в Краснодарском крае (КК). Основное внимание уделяется современной агротехнологии и

роли государственной поддержки в повышении продуктивности сельскохозяйственных угодий с применением кооперации. Эмпирическую базу исследования составили данные по трём сельскохозяйственным потребительским кооперативам нашего региона: «Возрождение», «Союз» и «Мир», с различиями по специализации и площади обрабатываемых земель. Проведён сравнительный анализ эффективности использования земель в кооперативах и индивидуальных хозяйствах, выявлены преимущества кооперативной модели, с большими возможностями снижения удельных затрат за счёт масштабного эффекта и компенсации потерь при снижении продуктивности за счёт диверсификации производства.

В работе рассматриваются применяемые данными кооперативами технологические решения, оцениваемые экономическими показателями урожайности, себестоимости, рентабельности, экспортного сегмента. Проанализировано воздействие мер господдержки на динамику ключевых показателей: показано, что растущее участие в программах господдержки позволяет кооперативам повысить урожайность на 20–25%, снизить долю неиспользуемых земель на 15–20%, увеличить рентабельность на 8–12% и нарастить экспорт на 10–15%. Также выявлены основные существующие барьеры развития кооперативов, такие как административные, финансовые, инфраструктурные, кадровые и природно-климатические риски. Результаты исследования имеют практическую значимость для разработки региональных программ поддержки сельхозкооперации, совершенствования механизмов господдержки и формирования стратегий повышения эффективности землепользования аграрного сектора региональной экономики.

Abstract. The article presents the results of a study of the state and development of cooperative land management in the Krasnodar Territory (KK). The main focus is on modern agricultural technology and the role of government support in increasing agricultural productivity through the use of cooperation. The empirical basis of the study was data on three agricultural consumer cooperatives in our region: «Vozrozhdenie», «Soyuz» and «Mir», with differences in specialization

and area of cultivated land. A comparative analysis of the efficiency of land use in cooperatives and individual farms has been carried out, the advantages of the cooperative model have been identified, with great opportunities to reduce unit costs due to a large-scale effect and compensate for losses in reduced productivity due to production diversification.

The paper examines the technological solutions used by these cooperatives, assessed by economic indicators of yield, cost, profitability, and the export segment. The impact of government support measures on the dynamics of key indicators is analyzed: it is shown that the growing participation in government support programs allows cooperatives to increase yields by 20–25%, reduce the share of unused land by 15–20%, increase profitability by 8–12% and increase exports by 10–15%. The main existing barriers to the development of cooperatives, such as administrative, financial, infrastructural, personnel, and climatic risks, have also been identified. The results of the study are of practical importance for the development of regional agricultural cooperation support programs, improvement of state support mechanisms and the formation of strategies to increase the efficiency of land use in the agricultural sector of the regional economy.

Ключевые слова: кооперативное землеустройство, развитие, программа, барьеры, возможности, агротехнологии, господдержка, эффективность кооперации

Keywords: cooperative land management, development, program, barriers, opportunities, agricultural technologies, state support, efficiency of cooperation

Вступление. Краснодарский край занимает особое место в аграрном секторе Российской Федерации, являясь одним из ведущих сельскохозяйственных регионов страны. Высокая распаханность земель (до 80 % территории края), благоприятные природно-климатические условия, развитая инфраструктура и экспортная ориентация агропромышленного комплекса формируют специфические условия для развития кооперативного землеустройства [1]. Анализ современных региональных особенностей

требует углублённого изучения конкретных практик кооперирования, выявления барьеров их развития на основе экспертных оценок и оценки влияния государственной поддержки на эффективность землепользования [3].

Оценка эффективности использования земель в кооперативных формированиях представляет собой комплексную задачу, требующую учёта множества взаимосвязанных факторов: экономических, организационных, природно-климатических, пространственных и институциональных [7]. Такой подход позволяет выявить ключевые резервы повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий и разработать научно обоснованные рекомендации по совершенствованию кооперативного землеустройства [6].

Среди преимуществ кооперативной формы необходимо отметить снижение риска недополучения прибыли. Объединение ресурсов и наличие нескольких направлений производства позволяют уменьшить влияние неблагоприятных факторов на общий финансовый результат [9]. Так, потери, вызванные неурожаем отдельных культур или простоем с.-х. техники, других ресурсов по различным причинам, могут быть частично компенсированы за счёт возможностей диверсификации производства других видов продукции.

Сравнительный анализ эффективности использования земель в кооперативах и индивидуальных хозяйствах выявляет ряд существенных различий, обусловленных масштабами производства, доступом к ресурсам и организационными возможностями [5]. В кооперативах удельные затраты на инфраструктуру оказываются ниже за счёт эффекта масштаба и возможности совместного использования техники, складских помещений, логистических и перерабатывающих мощностей. Объединение ресурсов позволяет распределить фиксированные затраты на больший объём производства, что снижает себестоимость единицы продукции [2]. Например, приобретение дорогостоящей современной техники становится экономически

целесообразным только при её использовании на значительных площадях, что доступно кооперативам, но зачастую недостижимо для индивидуальных хозяйств [10].

Методы. В Краснодарском крае кооперативное землеустройство имеет свои характерные черты. Несмотря на относительно небольшое количество кооперативов, их вклад в общий объём сельскохозяйственного производства региона составляет около 10 %[4]. Это свидетельствует о высокой эффективности кооперативных форм хозяйствования в условиях Краснодарского края, обусловленной благоприятными природно-климатическими условиями, развитой инфраструктурой и целенаправленной политикой региональной власти по поддержке кооперации [8, 10]. На рисунке 1 представлена динамика сельскохозяйственных кооперативов Краснодарского края по видам кооперирования.

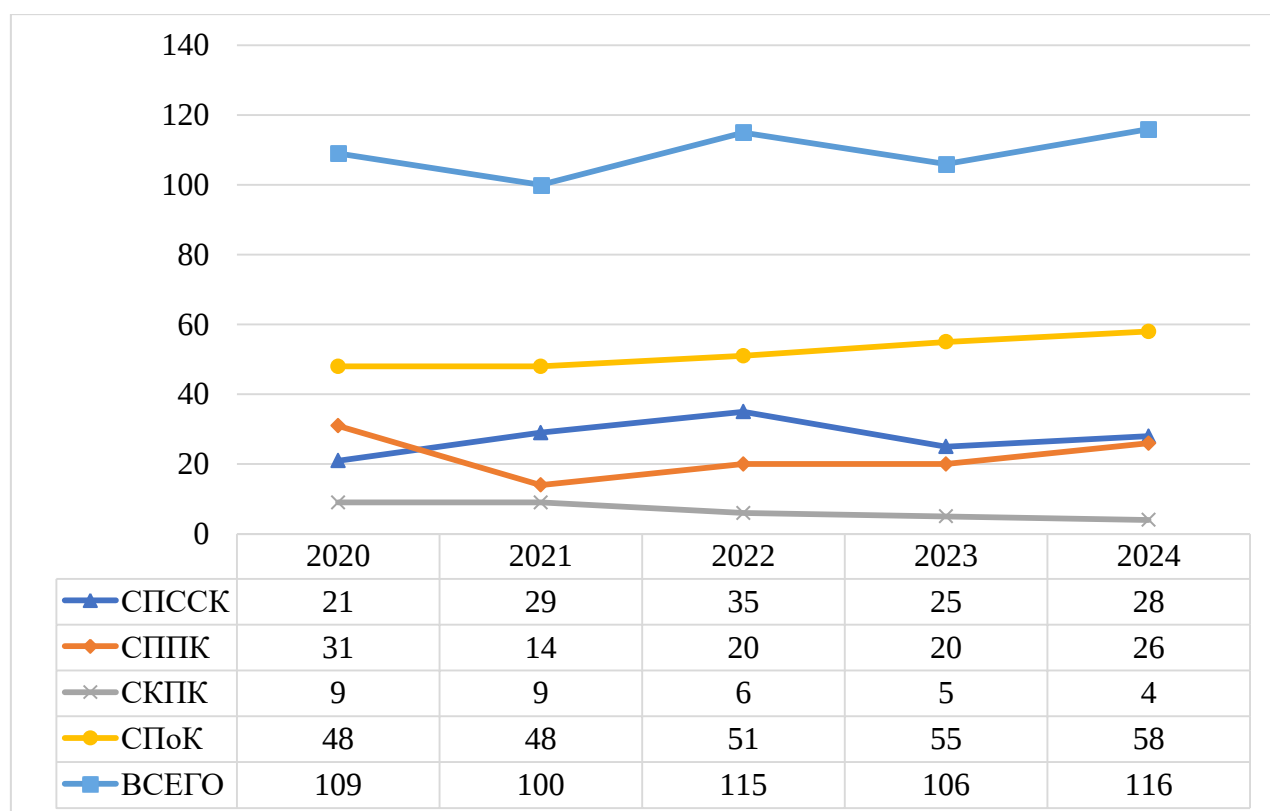


Рисунок 1 – Динамика численности с.-х. кооперативов Краснодарского края

Современная господдержка кооперативов нашего края включает предоставление грантов начинающим кооперативам, субсидии на возмещение части затрат на развитие материально-технической базы, а также консультационную и информационную помощь [11]. В результате принятых мер объём отгруженной продукции, реализованной кооперативами края с 2017 года, увеличился в 2,7 раза и достиг более 2 млрд руб. Кроме того, развитие кооперации способствовало созданию около 500 новых рабочих мест в сельской местности, что положительно сказывается на социально-экономическом развитии региона.

В рамках нашего исследования были детально изучены три типичных сельскохозяйственных потребительских кооператива, представляющих разные направления аграрного производства в Краснодарском крае.

Сельскохозяйственный потребительский перерабатывающий сбытовой кооператив «Возрождение», расположенный в Северском районе, специализируется на выращивании зерновых и технических культур, а также на садоводстве и виноградарстве. Общая площадь земель кооператива составляет 12 тыс. га, из которых 45 % (5,4 тыс. га) отведено под зерновые культуры, включая озимую пшеницу, ячмень и кукурузу на зерно. Ещё 30 % (3,6 тыс. га) занимают технические культуры - подсолнечник и сахарная свёкла. Многолетние насаждения (яблоневые сады интенсивного типа и виноградники столовых и технических сортов) занимают 15 % площади (1,8 тыс. га), а оставшиеся 10 % (1,2 тыс. га) используются под кормовые культуры, такие как люцерна и эспарцет.

Кооператив активно внедряет современные агротехнологии, что позволяет существенно повысить эффективность землепользования. В частности, применение точного земледелия с использованием GPS-навигации и дифференцированного внесения удобрений обеспечивает экономию удобрений до 15 % и рост урожайности на 10–12 %. Внедрение капельного орошения на виноградниках снижает водопотребление на 30 %, позволило повысить урожайность на 20 %. Минимальная обработка почвы,

направленная на снижение эрозии, сократило число проходов техники на 40 %, что привело к экономии горюче-смазочных материалов на 25 %.

Сельскохозяйственный потребительский перерабатывающий сбытовой обслуживающий кооператив «Союз», расположенный в Славянском районе, находится в традиционной зоне рисосеяния Кубани и управляет земельными угодьями общей площадью 8 тыс. га. Из них 70 % (5,6 тыс. га) занимают рисовые чеки, 20 % (1,6 тыс. га) отведены под севооборотные культуры, такие как люцерна, соя и горох, а оставшиеся 10 % (0,8 тыс. га) приходятся на оросительные каналы, дороги и инфраструктуру.

Кооператив применяет автоматизированные системы управления водными ресурсами, включающие датчики уровня воды и программируемые затворы, что позволяет оптимизировать водопотребление и поддерживать оптимальные условия для выращивания риса. Строгое соблюдение севооборота с включением бобовых культур способствует восстановлению плодородия почв, а использование специализированной техники для обработки рисовых полей (рисовые комбайны, планировщики чеков и др.) повышает производительность труда.

Сельскохозяйственный потребительский перерабатывающий сбытовой кооператив «Мир», расположенный в Темрюкском районе, специализируется на виноградарстве и виноделии и располагает земельными угодьями площадью 5 тыс. га. Из них 80 % (4 тыс. га) заняты виноградниками, включая технические сорта для виноделия и столовые сорта. Ещё 10 % (0,5 тыс. га) отведены под питомники саженцев, а оставшиеся 10 % (0,5 тыс. га) составляют вспомогательные земли, включающие дороги, хранилища и административные здания.

Данный кооператив внедряет передовые технологии, способствующие повышению качества и урожайности винограда. Использование шпалерных систем с двусторонним формированием кустов оптимизирует освещение и вентиляцию растений. Капельное орошение с фертигацией (внесением удобрений с поливной водой) обеспечивает точное дозирование влаги и

питательных веществ. Биологические методы защиты растений, включая использование энтомофагов и биопрепаратов, снижают пестицидную нагрузку на экосистему. Автоматизированный сбор данных о состоянии почв и микроклимате с помощью датчиков влажности, температуры и метеостанций позволяет оперативно реагировать на изменения условий выращивания.

Результаты. Экономические показатели кооператива «Возрождение» свидетельствуют о его высокой эффективности: урожайность озимой пшеницы достигает 6,2 т/га, что на 15 % превышает среднекраевой показатель; урожайность подсолнечника составляет 2,8 т/га, а виноградников – 10 т/га. Рентабельность деятельности кооператива находится на уровне 28 %, при этом около 35 % объёма продаж приходится на экспортные поставки подсолнечного масла и вина. Средняя заработная плата работников составляет 45 тыс. руб./мес., что на 20 % выше среднекраевого уровня по сельскому хозяйству.

Экономические результаты деятельности кооператива «Союз» демонстрируют свою устойчивость: урожайность риса достигает 7,5 т/га, при себестоимости риса-сырца 12 руб./кг, что на 8 % ниже среднекраевого показателя. Рентабельность производства составляет 22 %, а субсидии на мелиорацию обеспечивают 18 % доходов кооператива. Доля кооператива в общем объёме рисопроизводства района достигает 40 %, что подчёркивает его значимость для региональной экономики.

Экономические показатели кооператива «Мир» подтверждают его высокую эффективность: урожайность винограда достигает 12 т/га, а сахаристость ягод находится на уровне 20–24 %, что соответствует требованиям высококачественного производства вин. Рентабельность производства составляет более 35 %, а доля экспорта вина в страны Евразийского экономического союза достигает 40 % объёмов производства. Объём переработки винограда на собственных мощностях кооператива

составляет 85 %, что снижает зависимость от сторонних переработчиков и повышает добавленную стоимость продукции.

Эффективность исследованных нами кооперативов сведена в таблицу.

Таблица 1 – Эффективность работы кооперативов КК, 2025 г.

Наименование показателя	СППСК «Возрождение»	СПППСОСК «Союз»	СППСК «Мир»
Число членов кооператива, без учёта ЛПХ	12	10	6
Площадь земель, тыс. га	12,08	5,41	6,23
Площадь земель под основную культуру, тыс. га	8,11	5,64	7,52
- озимая пшеница	8,11	5,64	–
- многолетние насаждения	–	–	7,52
% урожайности в сравнении со среднестроковой	+15,4	+16,1	+10,3
Рентабельность производства, %	28,3	32,1	35,4

В тоже время руководители, средний кооперативный менеджмент отмечают наличие значительных административных барьеров, связанных с избыточной отчётностью при получении субсидий и грантов. Ежегодно кооперативы вынуждены заполнять до 20 форм отчётности, что отнимает время и ресурсы, необходимые для производственной деятельности. Длительные сроки согласования земельных сделок (до 6–8 мес.) отрицательно сказываются на соблюдении агротехнических сроков при выполнении основных сельскохозяйственных работ. Довольно частые изменения нормативно-правовой базы хозяйствования требуют постоянного переобучения специалистов, что также увеличивает издержки.

Финансовые ограничения также существенно затрудняют развитие кооперативов. Высокая стоимость кредитных ресурсов по ставке 12–15 % при средней рентабельности производства 22–35 % делает заёмное финансирование очень дорогим и малодоступным. Нехватка оборотных средств для проведения сезонных полевых работ вынуждает кооперативы сокращать объёмы закупок удобрений и средств защиты растений, что

негативно влияет на урожайность. Ограниченный доступ к долгосрочным инвестиционным кредитам препятствует модернизации производства и внедрению новых технологий.

Проблемы инфраструктуры, включая недостаточное развитие логистических центров в отдельных районах края и дефицит современных перерабатывающих мощностей, увеличивают издержки кооперативов. Неудовлетворительное состояние сельских дорог (до 40 % из них требуют ремонта) затрудняет транспортировку продукции, ведёт к дополнительной стоимости ремонта с.-х техники, а перебои с энергоснабжением в пиковые периоды сельхозработ создают дополнительные риски.

Кадровые трудности, обусловленные дефицитом квалифицированных агрономов и инженеров (нехватка до 30 % специалистов), усугубляются оттоком молодёжи из сельской местности. Доля молодых работников до 35 лет составляет менее 20 %, а средний возраст специалистов приближается к 50 годам. Низкая привлекательность сельскохозяйственных профессий для успешных выпускников средних учебных заведений и ВУЗов ограничивает возможности кооперативов по внедрению инновационных решений.

Природно-климатические риски, связанные с участившимися засухами (периодичность 1 раз в 34 года), периодическими наводнениями в рисосеющих районах с ущербом до 15 % по урожаю, и возвратными заморозками весной, вызывающими повреждение плодовых насаждений, требуют дополнительных инвестиций в мелиорацию и адаптацию технологий. Рост числа вредителей и болезней растений из-за изменения климата также увеличивает затраты на защиту урожая.

Нами был проведён анализ деятельности кооперативов до и после получения государственной поддержки, результаты анализа сведены в таблицу 2.

Конкуренция с крупными агрохолдингами создаёт неравные условия доступа к рынкам сбыта и господдержке. Агрохолдинги обладают значительно большими возможностями для лоббирования своих интересов,

использования политики демпинга цен и переманивания квалифицированных кадров, что затрудняет продвижение продукции кооперативов и снижает их рыночную долю.

Таблица 2 – Повышение роли господдержки в развитии кооперации КК, 2025г.

Наименование кооператива	Вид господдержки	Реализация полученных средств
СППСК «Возрождение»	1. Выдача льготных кредитов 2. Грант на внедрение точного земледелия	1. Обновление парка техники на 60% 2. Сокращение сроков полевых работ на 20% 3. Повышение урожайности зерновых культур на 18% 4. Снижение себестоимости на 12%
СППСОСК «Союз»	Субсидии на реконструкцию оросительных систем	1. Увеличение площади обрабатываемых земель на 1,2 тыс. га (+21%) 2. Снижение водопотребления на 15%
СППСК «Мир»	1. Грант на внедрение системы мониторинга микроклимата и капельного орошения	1. Расширение ассортимента саженцев в питомниках 2. Рост урожайности винограда на 23% 3. Увеличение сахаристости винограда на 3%

Государственная поддержка играет ключевую роль в развитии кооперативов Краснодарского края. Основными мерами поддержки являются субсидии на возмещение части затрат на приобретение техники и мелиоративного оборудования (до 30 % стоимости), гранты на развитие материально-технической базы (до 70 млн руб. на кооператив), льготное кредитование (ставка 5–7 % через региональные программы), консультационная и информационная помощь через центры компетенций в сфере сельхозкооперации, а также поддержка экспорта (компенсация затрат на сертификацию, участие в выставках).

Выводы. Анализ показал, что кооперативы, активно использующие господдержку, демонстрируют более высокие показатели эффективности. Их урожайность на 20–25 % выше по сравнению с теми, кто не участвует в программах, доля неиспользуемых земель снижается на 15–20 % за счёт ввода в оборот ранее заброшенных участков, рентабельность возрастает на 8–12 процентных пунктов благодаря снижению издержек, а доля экспорта увеличивается на 10–15 %.

Практическая реализация господдержки подтверждается конкретными примерами. СППСОСК «Союз» за счёт субсидий на реконструкцию оросительных систем увеличил свои площади обрабатываемых земель на 1,2 тыс. га, при одновременном снижении водопотребления на 15 %. СППСК «Мир» благодаря грантам на модернизацию питомников расширил ассортимент саженцев и вышел на экспортные рынки, увеличив долю экспорта с 25 до 40 %. СППСК «Возрождение», используя льготные кредиты, обновил парк техники на 60 %, что позволило сократить сроки полевых работ на 20 % и повысить производительность труда.

Наш анализ динамики показателей кооперативов за 2019–2024 гг. подтверждает положительное влияние государственной поддержки. Так, урожайность зерновых в СППСК «Возрождение», после получения гранта на внедрение системы точного земледелия, выросла за два последних года на 18 %, а себестоимость производства снизилась на 12 %. В СППСОСК «Союз» модернизация оросительной системы позволила увеличить площадь обрабатываемых земель на 21 % при одновременном снижении удельного водопотребления в расчете на гектар полива на 15 %. В СППСК «Мир» внедрение автоматизированной системы мониторинга микроклимата и капельного орошения привело к росту урожайности винограда на 23 % и ростом его качества при повышении сахаристости на 2–3 %.

Список источников

1. Барсукова Г. Н. Региональные особенности земельных ресурсов Краснодарского края / Г. Н. Барсукова, К. А. Юрченко // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2020. – № 6(185). – С. 29-33.
2. Денисова Е. В. Проблемы управления земельными ресурсами на уровне муниципального образования / Е. В. Денисова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 13, № 4(67). – С. 287–294.
3. Деревенец Д. К. Экономическая оценка эффективности использования сельскохозяйственных угодий в аграрном производстве Краснодарского края / Д. К. Деревенец // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 132–145.
4. Кахраманова Э. М. Совершенствование инновационного развития Краснодарского края / Э. М. Кахраманова, Н. Н. Серая // Мировые научные исследования современности: возможности и перспективы развития : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 31 марта 2022 г. Ч 1. – Ставрополь : Параграф, 2022. – С. 645–648.
5. Кравченко М. Н. Пути повышения эффективности использования сельскохозяйственных угодий России / М. Н. Кравченко, А. И. Ишуева, А. И. Чурсин // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2020. – № 1(26). – С. 89
6. Насыров Р. Управление земельными ресурсами в России / Р. Насыров // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 70-3. – С. 59-61.
7. Павлова Ю. В. Многофункциональная роль личных подсобных хозяйств в устойчивом развитии сельских территорий / Ю. В. Павлова // Управленческий учет. – 2022. – № 4-1. – С. 117–125.
8. Российские сельскохозяйственные кооперативы: эффективность, особенности внутренней организации, основные проблемы [Электронный ресурс] / А. М. Никулин, И. В. Троцук, А. В. Соболев, А. А. Куракин. – URL: <https://ssrn.com/abstract=2805112>.

9. Серая Н. Н. Инновационная деятельность в сфере сельского хозяйства / Н. Н. Серая, В. В. Тонконог // Экономическая безопасность : правовые, экономические, экологические аспекты : сб. науч. трудов V Междунар. науч.-практ. конф., Курск, 04 апреля 2020 г. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 267–270.
10. Толмачев, А.В. Экономика и организация производства в зернопродуктовом подкомплексе АПК: дис...д-ра экон. наук / Всероссийский научно-исследовательский институт экономики, труда и управления в сельском хозяйстве. – М.: ВНИЭТУСХ. – 1998. – 365 с.
11. Трубилин А. И. Специализация и кооперация в отрасли глубокой переработки зерна как приоритетное направление научно-технологического развития АПК России / А. И. Трубилин, А. Б. Мельников, П. В. Михайлушкин // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2020. – № 1. – С. 109–115.

References

1. Barsukova G. N. Regional features of the land resources of the Krasnodar Territory / G. N. Barsukova, K. A. Yurchenko // Land management, cadastre and land monitoring. – 2020. – № 6(185). – Pp. 29–33.
2. Denisova E. V. Problems of land management at the municipal level / E. V. Denisova // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. – 2020. – Vol. 13, No. 4(67). – pp. 287–294.
3. Derevenets, D. K. Economic assessment of the efficiency of agricultural land use in agricultural production in the Krasnodar Territory / D. K. Derevenets // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy, 2020, No. 1, p. 132.
4. Kakhramanova E. M. Improving the innovative development of the Krasnodar Territory / E. M. Kakhramanova, N. N. Seraya // World scientific research of our time: opportunities and prospects for development : proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference, Rostov-on-Don, March 31, 2022, Part 1. Stavropol: Paragraph, 2022. – pp. 645–648.

5. Kravchenko M. N. Ways to increase the efficiency of using agricultural land in Russia / M. N. Kravchenko, A. I. Ishueva, A. I. Chursin // Education and science in the modern world. Innovation. – 2020. – № 1(26). – P. 89
6. Nasyrov R. Management of land resources in Russia / R. Nasyrov // Trends in the development of science and education. – 2021. – № 70. – pp. 59–61.
7. Pavlova Yu. V. The multifunctional role of personal subsidiary farms in the sustainable development of rural areas / Yu. V. Pavlova // Management accounting. – 2022. – № 4-1. – pp. 117–125.
8. Russian agricultural cooperatives: efficiency, features of internal organization, main problems [Electronic resource] / A.M. Nikulin, I. V. Trotsuk, A.V. Sobolev, A. A. Kurakin. – URL: <https://ssrn.com/abstract=2805112>
9. Seraya N. N. Innovative activity in the field of agriculture / N. N. Seraya, V. V. Tonkonog // Economic security : legal, economic, environmental aspects : collection of scientific papers of the V International Scientific and Practical Conference, Kursk, April 04, 2020 Kursk : Southwestern State University, 2020, pp. 267–270.
10. Tolmachev, A.V. Economics and production organization in the grain-product subcomplex of the agroindustrial complex: dis...Doctor of Economics / All-Russian Scientific Research Institute of Economics, Labor and Management in Agriculture. Moscow: VNIETUSKH. – 1998. – 365 p.
11. Trublin A. I. Specialization and cooperation in the field of deep grain processing as a priority area of scientific and technological development of the Russian agro-industrial complex / A. I. Trublin, A. B. Melnikov, P. V. Mikhailushkin // Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy. – 2020. – No. 1. – pp. 109–115.

© Толмачев А.В., Золотухин Д.А., 2026. *International agricultural journal*, 2026, № 4, 143-157.

Научная статья

Original article

УДК 631.81: 633.49

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_41

edn: PUEZRL

**ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ИЗМЕНЕНИЯ
МАКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КОРНЕПЛОДОВ ЦИКОРИЯ
КОРНЕВОГО И БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ЕГО ВОЗДЕЛЫВАНИИ
INFLUENCE OF AGROCHEMICAL MEASURES ON CHANGES IN
MACROELEMENT COMPOSITION OF ROOT VEGETABLES OF ROOT
CHICORY AND BALANCE OF ELEMENTS DURING ITS
CULTIVATION**



Пургина Анастасия Вячеславовна, аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, Брянский государственный аграрный университет, (243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а), тел. +79036444784, kafeap@bgsha.com

Смольский Евгений Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ФГБОУ ВО Брянский государственный аграрный университет (243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а), тел. +79208317347, ORCID0000-0002-7534-5893, sev_84@mail.ru

Purgina Anastasia Vyacheslavovna, graduate student of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, FSBEI HE Bryansk SAU (243365, Russia, Bryansk region, Vygonichsky district, s. Kokino, st. Sovetskaya 2a), tel. +79036444784, kafeap@bgsha.com

Smolsky Evgeny Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, FSBEI HE Bryansk SAU (243365, Russia, Bryansk region, Vygonichsky district, s. Kokino, st. Sovetskaya 2a), tel. +79208317347, ORCID0000-0002-7534-5893, sev_84@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований корневого питания цикория корневого сорта «Петровский» при возделывании на серых лесных почвах Брянской области. В ходе исследования изучено влияние различных доз органических и минеральных удобрений на элементный состав корнеплодов и баланс питательных веществ. Установлено, что в среднем за годы исследований содержание основных элементов питания в корнеплодах составляло азота 0,78 %, фосфора 0,33 %, калия 1,53 %. Выявлено достоверное увеличение содержания исследуемых элементов питания, с ростом доз применяемых органических и минеральных удобрений. При этом наибольшее накопление калия отмечалось в слабозасушливых условиях увлажнения. Анализ выноса элементов питания показал, что он в первую очередь определялся уровнем урожайности, тогда как влияние элементного состава воздушно-сухой массы корнеплода оказалось незначительным. Оптимальные погодные условия способствовали максимальному выносу питательных веществ при применении удобрения. Расчёт баланса элементов питания продемонстрировал, что органические удобрения в исследуемых дозах обеспечивали положительный баланс всех основных элементов питания. Среди минеральных удобрений положительный баланс фосфора наблюдался во всех вариантах, азота только при применении доз $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$, а положительного баланса калия достичь не удалось. Полученные данные позволяют оптимизировать систему удобрения цикория корневого в условиях серых лесных почв Брянской области, обеспечивая повышение урожайности культуры и рациональное использование питательных веществ. Результаты исследований могут быть использованы при разработке агрохимических рекомендаций для сельскохозяйственного производства.

Abstract. The article presents the results of research on the root nutrition of chicory of the root variety "Petrovsky" when cultivated on gray forest soils of the Bryansk region. The study examined the effect of different doses of organic and mineral fertilizers on the elemental composition of root crops and the balance of nutrients. It was found that, on average, over the years of research, the content of basic nutrients in root vegetables was 0.78% nitrogen, 0.33% phosphorus, and 1.53% potassium. A significant increase in the content of the studied nutrients was revealed, with an increase in the doses of organic and mineral fertilizers used. At the same time, the greatest accumulation of potassium was observed in slightly dry humidification conditions. Analysis of the yield of nutrients showed that it was primarily determined by the level of yield, while the influence of the elemental composition of the air-dry mass of the root crop was insignificant. Optimal weather conditions contributed to the maximum removal of nutrients when applying fertilizer. Calculation of the balance of nutrients demonstrated that organic fertilizers in the studied doses provided a positive balance of all basic nutrients. Among mineral fertilizers, a positive balance of phosphorus was observed in all variants, nitrogen only when using doses of $N_{90}P_{90}K_{90}$ and $N_{120}P_{120}K_{120}$, and a positive balance of potassium could not be achieved. The obtained data make it possible to optimize the fertilization system of root chicory in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region, ensuring an increase in crop yield and rational use of nutrients. The research results can be used in the development of agrochemical recommendations for agricultural production.

Ключевые слова: органические и минеральные удобрения, цикорий корневой, элементы питания, баланс, серая лесная почва, Брянская область

Keywords: organic and mineral fertilizers, root chicory, nutrients, balance, gray forest soil, Bryansk region

Введение. Ведущие исследователи в области агрохимии и почвоведения подчёркивают [1-3], что воспроизводство почвенного плодородия представляют собой одну из первостепенных задач, стоящих перед современным агрономом в процессе организации сельскохозяйственного производства. Эта

задача носит не просто приоритетный, а системообразующий характер, именно от состояния плодородия почвы во многом зависят устойчивость агроценозов к неблагоприятным условиям среды, стабильность урожаев и экономическая эффективность земледелия в целом.

В связи с этим изучение баланса элементов питания при различных уровнях обеспеченности почвы питательными веществами закономерно вызывает значительный научный и практический интерес [4]. Такие исследования позволяют выявить оптимальные дозы и соотношения удобрений, минимизировать риски негативного воздействия на окружающую среду, а также обеспечить долгосрочное поддержание и даже повышение почвенного плодородия, что особенно важно в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства и роста требований к устойчивости аграрных систем.

Прогноз развития плодородия почвы базируется на комплексном учёте её генетических особенностей, обусловленных типом и историей формирования почвы, и её производственных характеристик, отражающих специфику её хозяйственного использования. Существенное значение при построении такого прогноза имеет систематическое наблюдение за трансформацией элементов питания в системе «почва – растение», позволяющее отслеживать динамику перераспределения питательных веществ, их усвоение культурами и возможные потери из почвы [5]. Такой подход даёт возможность не только оценить текущее состояние почвенного плодородия, но и смоделировать его изменения в среднесрочной и долгосрочной перспективе с учётом планируемых агрохимических мероприятий.

При этом применение органических и минеральных удобрений напрямую влияет на величину как приходной, так и расходной части баланса, с одной стороны, удобрения компенсируют вынос элементов питания с товарной и побочной продукцией, с другой могут изменять биогеохимические циклы отдельных элементов, влиять на микробиологическую активность почвы и трансформацию органического вещества. Соответственно, расчёт и анализ баланса элементов питания позволяют не только объективно оценить уровень

интенсификации сельскохозяйственного производства, но и своевременно корректировать дозы и соотношения вносимых удобрений, обеспечивая тем самым устойчивое управление плодородием почв и стабильную продуктивность агроценозов.

Прогноз изменения уровня плодородия почв в современных условиях приобретает особую актуальность, обусловленную рядом объективных факторов. Растущие интенсификация сельскохозяйственного производства и антропогенное воздействие на почву, усиливающаяся зависимость продуктивности агроценозов от состояния почвенного плодородия требуют перехода к прогностическому управлению земельными ресурсами [6, 7].

В этом контексте разработка агрохимических мероприятий по регулированию плодородия почв приобретает высокую практическую и теоретическую значимость. С практической точки зрения такие мероприятия служат ключевым инструментом поддержания и повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий, позволяют компенсировать вынос элементов питания с урожаем, оптимизировать режимы питания культур, нивелировать негативные эффекты неблагоприятных факторов среды и в конечном счёте обеспечивать стабильную урожайность и экономическую эффективность производства.

Цель исследования – оценка действия агрохимических мероприятий на изменения макроэлементного состава корнеплодов цикория корневого и баланс элементов питания при его возделывании.

Материалы и методы исследования. Лабораторно-полевой опыт проведён в различных погодных условиях 2022, 2023 и 2024 годов, на серой лесной почве опытного поля ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, с показателями плодородия: 1,45-1,93 % – органическое вещество, 4,87-5,17 ед. – обменная кислотность, 299-354 и 184-209 мг/кг соответственно подвижные фосфор и калий.

В схеме опыта (табл. 1) включала применения органического (навоз) и минерального удобрения (аммиачная селитра и диаммофоска), которые вносили вручную полной дозой в один приём весной перед посевом.

Площадь опытной деланки составила 16,8 м², расположение систематическое, повторность опытов трёхкратная.

Посев семян цикория корневого сорта «Петровский» обработанных фунгицидом и биостимулятором проводили вручную в первой декаде мая, после всходов доводили норму высева до 47000-50000 растений на 1 га (схема посева 70 × 28 см). Агротехника при возделывании цикория корневого общепринятая для пропашных культур зоны исследования. Система защиты цикория корневого предусматривала применения ручных прополок и междурядных обработок от двудольных сорняков и применение гербицида по однодольным (злаковым) сорнякам. При возделывании цикория корневого не использовали фунгициды и инсектициды по вегетации растения.

Уборку урожая корнеплодов цикория проводили вручную поделаночно, после отбирали средние образцы, в котором определяли содержание азота, фосфора и калия в центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ по общепринятым методам.

Баланс азота, фосфора и калия рассчитывали на основе общепринятых методических указаний, для перевода массы оксида в элемент применяли коэффициент пересчёта.

Температура воздуха и количество выпавших осадков обуславливают условия увлажнения, выраженный через гидротермический коэффициент (ГТК). Среднемноголетний ГТК за период с мая по сентябрь составляет 1,35, что соответствует зоне увлажнения – влажная, наблюдали различия показателя по годам исследования, как в сравнении между собой, так и в сравнении со среднемноголетним. По данному показателю за вегетационный период года расположились в следующий убывающий ряд 2022 (избыточно влажный), 2023 (влажный) и 2024 (слабо засушливый) год по условиям увлажнения.

Результаты и их обсуждение. Возделывание цикория корневого сорта «Петровский» почвенно-климатических условиях 2022-2024 годов исследования обеспечило получение корнеплодов с содержанием азота 0,78 %, фосфора 0,33 % и калия 1, 53 % (в пересчёте на воздушно-сухую массу). Изменчивость

показателей содержания основных элементов питания по годам исследования под действием погодных условий была незначительная (табл. 1).

Возделывание цикория корневого, в среднем за период исследования, с применением органического удобрения в возрастающих дозах обеспечивает существенное повышения содержания азота до 1,08 %, фосфора 0,41 % и калия до 1,93 % (в пересчёте на воздушно-сухую массу) в сравнении с контрольным вариантом.

Таблица 1 – Содержание макроэлементов в корнеплодах цикория сорта «Петровский» в зависимости от применения органического и минерального удобрения на, % на воздушно-сухую массу (среднее за годы исследования)

Вариант	Азот	V, %	Фосфор	V, %	Калий	V, %
Контроль	0,78	7,09	0,33	9,35	1,53	8,55
Навоз 20 т/га	0,78	9,49	0,42	4,12	1,84	9,07
Навоз 40 т/га	1,08	7,74	0,41	15,81	1,93	6,91
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0,99	11,65	0,36	13,25	1,77	6,78
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	1,09	6,93	0,36	12,73	1,85	6,98
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	1,04	11,26	0,40	13,88	1,80	7,29
HCP ₀₅	0,06	—	0,02	—	0,07	—

Изменчивость показателя содержания элементов питания в корнеплодах при применении органического удобрения, по годам исследования под действием погодных условий была незначительной или средней.

Возделывание цикория корневого, в среднем за период исследования, с применением минерального удобрения в возрастающих дозах обеспечивает существенное повышения содержания азота до 1,04 %, фосфора 0,40 % и калия до 1,80 % (в пересчёте на воздушно-сухую массу) в сравнении с контрольным вариантом.

Изменчивость показателя содержания элементов питания в корнеплодах при применении минерального удобрения, по годам исследования под действием погодных условий была незначительной или средней.

Баланс основных элементов питания при возделывании цикория корневого сорта «Петровский» свидетельствует о правильности выбора системы удобрения культуры. Отрицательные значения баланса указывают на риск ухудшения почвенного плодородия под действием выноса макроэлементов с урожаем из почвы. Положительные значения баланса указывают на возможность улучшения показателей почвенного плодородия под действием дополнительного поступления макроэлементов с удобрениями.

Баланс это разность поступления элемента (азота, фосфора, калия) и выноса элемента (азота, фосфора, калия) с продукцией растениеводства, при этом вне зависимости от года исследования поступление элементов питания было одинаковым, в тоже время вынос зависел от урожайности основной продукции сельскохозяйственной культуры и содержания в ней основных элементов питания.

Нами установлено, что в зависимости от погодных условий годов исследования урожайность корнеплодов цикория и эффективность удобрения при его возделывании была различной. В конкретные годы исследования содержание элементов питания в корнеплодах различалось под действием погодных условий и применения органического и минерального удобрения.

Приход азота, как элемента питания, в расчётах определяли исходя из применения доз органического и минерального удобрения, а также поступление с атмосферными осадками во время грозы (5 кг/га) и под действием свободно живущих азотофиксирующих бактерий (5 кг/га). Поступление фосфора и калия в расчётах брали исходя из применения доз органического и минерального удобрения (табл. 2).

Контрастность погодных условий годов исследования отразилась в эффективности действия удобрения при возделывании цикория корневого, что сказалось на урожайности и содержании основных элементов питания, так наиболее урожайный год – 2023, а 2024 год, когда определили наибольшее содержание элементов питания.

Возделывание цикория корневого сорта «Петровский» в условиях серых лесных почв опытного поля Брянского ГАУ в период исследования определяет наименьший вынос элементов питания в 2022 году азота 29, фосфора 13 и калия 54 кг/га, а наибольший в 2023 году азота 37, фосфора 15 и калия 78 кг/га, при средних показателях выноса за годы исследования азота 34, фосфора 14 и калия 67 кг/га.

Отличие в выносе элементов питания в зависимости от года исследования (отношение 2023 к 2022 году) составило по азоту 1,28 раз, по фосфору 1,15 раз, по калию 1,44 раз.

Таблица 2 – Погодные условия и агрохимические мероприятия в балансе элементов питания при возделывании цикория корневого сорта «Петровский»

Вариант	Поступление, кг/га			Вынос, кг/га			Баланс, кг/га		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
2022 год исследования									
Контроль	10	0	0	29	13	54	-19	-13	-54
Навоз 20	110	52	132	41	23	91	69	29	41
Навоз 40	220	104	264	66	24	125	154	80	139
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	70	26	50	56	20	98	14	6	-48
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	100	39	75	76	25	123	24	15	-48
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	130	52	100	82	29	129	48	24	-29
2023 год исследования									
Контроль	10	0	0	37	15	78	-27	-15	-78
Навоз 20	110	52	132	49	28	128	61	24	4
Навоз 40	220	104	264	89	31	189	131	73	75
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	70	26	50	89	32	176	-19	-6	-126
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	100	39	75	123	39	218	-23	1	-143
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	130	52	100	126	50	247	4	2	-147
2024 год исследования									
Контроль	10	0	0	36	15	69	-26	-15	-69
Навоз 20	110	52	132	48	27	111	62	25	21
Навоз 40	220	104	264	83	34	160	137	70	104
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	70	26	50	70	26	118	0	1	-68
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	100	39	75	95	33	161	5	6	-86
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	130	52	100	105	42	179	25	10	-79
среднее за годы исследования									

Контроль	10	0	0	34	14	67	-24	-14	-67
Навоз 20	110	52	132	46	26	110	64	26	22
Навоз 40	220	104	264	79	30	157	141	74	107
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	70	26	50	73	26	130	-3	0	-80
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	100	39	75	99	33	167	1	7	-92
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	130	52	100	106	41	185	24	12	-85

В период исследования увеличение применения доз органического удобрения при возделывании цикория корневого в условиях опыта обуславливает рост выноса элементов питания вне зависимости года исследования. Определили, что наименьший вынос элементов питания при применении 40 т/га навоза в 2022 году азота 66, фосфора 24 и калия 125 кг/га, а наибольший в 2023 году азота 89, фосфора 31 и калия 189 кг/га, при средних показателях выноса за годы исследования азота 79, фосфора 30 и калия 157 кг/га.

Отличие в выносе элементов питания в зависимости от года исследования (отношение 2023 к 2022 году) составило по азоту 1,35 раз, по фосфору 1,29 раз, по калию 1,51 раз.

Применение минерального удобрения в возрастающих дозах N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₉₀K₉₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ при возделывании цикория корневого в условиях опыта в период исследования обуславливает рост выноса элементов питания вне зависимости года исследования. Определили, что наименьший вынос элементов питания при применении N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ в 2022 году азота 82, фосфора 29 и калия 129 кг/га, а наибольший в 2023 году азота 126, фосфора 50 и калия 247 кг/га, при средних показателях выноса за годы исследования азота 106, фосфора 41 и калия 185 кг/га.

Отличие в выносе элементов питания в зависимости от года исследования (отношение 2023 к 2022 году) составило по азоту 1,54 раз, по фосфору 1,72 раз, по калию 1,91 раз.

Оптимальные погодные условия при возделывании цикория корневого создают условия обуславливают наибольший вынос элементов питания с урожаем при применении органического и минерального удобрения, кратность увеличения выноса по органическому удобрению азота, фосфора и калия соответствен-

но 1,35, 1,29 и 1,51 раз, а по минеральному удобрению соответственно 1,54, 1,72 и 1,91 раз.

Возделывание цикория корневого сорта «Петровский» в условиях серых лесных почв Брянской области в период исследования определяет наименьший отрицательный баланс элементов питания в 2022 году азота –19, фосфора –13 и калия –54 кг/га, а наибольший в 2023 году азота –27, фосфора –15 и калия –78 кг/га, при показателях баланса в среднем за годы исследования азота –24, фосфора –14 и калия –67 кг/га.

В период исследования увеличение применения доз органического удобрения при возделывании цикория корневого в условиях опыта обуславливает рост положительного баланса элементов питания вне зависимости года исследования. Наибольший положительный баланс элементов питания при применении 40 т/га навоза в 2022 году азота 154, фосфора 80 и калия 139 кг/га, а наименьший в 2023 году азота 131 и калия 75 кг/га, а фосфора 70 кг/га в 2024 году, при показателях баланса в среднем за годы исследования азота 141, фосфора 74 и калия 107 кг/га.

Увеличение применения доз минерального удобрения при возделывании цикория корневого в условиях опыта обуславливает рост положительного баланса азота и фосфора вне зависимости года исследования. Применение $N_{120}P_{120}K_{120}$ определяет наибольший положительный баланс азота 48 и фосфора 24 и наименьший отрицательный баланс калия –29 кг/га в 2022 году, а наименьший положительный баланс азота 4 и фосфора 2 и наибольший отрицательный баланс калия –147 кг/га в 2023 году, при показателях баланса в среднем за годы исследования азота 24, фосфора 12 и калия –85 кг/га.

В период исследования увеличение применения доз органического удобрения при возделывании цикория корневого в условиях опыта обуславливает положительный баланс элементов питания, вне зависимости от дозы навоза.

В период исследования увеличение применения доз минерального удобрения при возделывании цикория корневого в условиях опыта обуславливает

положительный баланс азота и фосфора в условиях избыточного увлажнения и слабо засушливых условиях.

Применение $N_{120}P_{120}K_{120}$ обуславливает положительный баланс азота и фосфора вне зависимости от года исследования (погодных условий). Применение минерального удобрения в исследуемых дозах не обеспечивает положительного баланса калия вне зависимости от года исследования (погодных условий).

Закключение. Проведённые исследования в условиях серых лесных почв Брянской области на различном уровне минерального питания позволяют сделать следующие выводы:

1. В среднем за годы исследования условия возделывания цикория корневого обеспечивали получение корнеплодов с содержанием азота 0,78, фосфора 0,33, калия 1,53 %. Установили достоверное увеличение содержания основных элементов питания в корнеплодах цикория с увеличением применения органического и минерального удобрения. Наибольшее содержание калия в корнеплодах по вариантам опыта характерно для слабо засушливых условий увлажнения.
2. Установили, что вынос элементов питания главным образом зависел от урожайности, элементный состав воздушно-сухой массы корнеплода влиял слабо. Обнаружили, что оптимальные погодные условия при возделывании цикория корневого создают условия наибольшего выноса элементов питания с урожаем при применении органического и минерального удобрения. В среднем за годы исследования применение органического удобрения в исследуемых дозах обуславливает положительный баланс элементов питания, применение минерального удобрения в исследуемых дозах обуславливает положительный баланс фосфора, а азота только при применении $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{120}P_{120}K_{120}$. Применение минерального удобрения в исследуемых дозах не обеспечивает положительного баланса калия.

Литература

1. Минеев В.Г. Агрохимия: учебник. – М.: Изд-во ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.

2. Семькин В.А., Пигорев И. Я., Никитина О. В. Баланс элементов питания и гумуса в землях сельскохозяйственного назначения Курской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3. – С. 6-11.
3. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрохимия. – 2020. – № 6. – С. 3-13.
4. Сычев В.Г., Шафран С.А. Прогноз плодородия почв Нечерноземной зоны в зависимости от уровня применения удобрений // Плодородие. – 2019. – № 2 (107). – С. 22-25.
5. Просяников Е.В. Агрохимические аспекты устойчивого земледелия // Агрохимический вестник. – 2019. – № 5. – С. 13-17.
6. Красницкий В.М., Шмидт А.Г., Цырк А.А. Баланс питательных веществ в земледелии Омской области // Плодородие. – 2018. – №2(101). – С. 4-5.
7. Плотников А.М., Кабдунова Г.С. Баланс элементов питания и продуктивность зернопарового севооборота при применении минеральных удобрений // Проблемы агрохимии и экологии. – 2018. – № 1. – С. 38-41.

References

1. Mineev, V.G. (2017). Agrohimiya: uchebnik [Agrochemistry: textbook]. M.: Publishing House VNIIA named after D.N. Pryanishnikov.
2. Semykin V.A., Pigorev I. YA., Nikitina O. V. (2019) Balans elementov pitaniya i gumusa v zemlyah sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Kurskoj oblasti [Balance of food elements and humus in agricultural lands of the Kursk region]. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy, no 3, pp. 6–11.
3. Sychev, V.G., Shafran, S.A., Vinogradova, S.B. (2020). Plodorodie pochv Rossii i puti ego regulirovaniya [Soil fertility in Russia and ways of its regulation]. Agrochemistry, no 6, pp. 3–13.
4. Sychev, V.G., Shafran, S.A. (2019). Prognoz plodorodija pochv Nechernozemnoj zony v zavisimosti ot urovnja primenenija udobrenij [Forecast of soil fertility in the Non-Black Earth Zone depending on the level of fertilizer use]. Fertility, no 2, pp. 22–25.

5. Prosyannikov. E.V. (2019). Agrohimicheskie aspekty ustojchivogo zemledelija [Agrochemical aspects of sustainable agriculture]. Agrochemical Bulletin, no 5, pp. 13–17.
6. Krasnickij V.M., SHmidt A.G., Cyrk A.A. (2018) Balans pitatel'nyh veshchestv v zemledelii Omskoj oblasti [The balance of nutrients in agriculture in the Omsk region]. Fertility, no 2, pp. 4–5.
7. Plotnikov A.M., Kabdunova G.S. (2018) Balans elementov pitaniya i produktivnost' zernoparovogo sevooborota pri primenenii mineral'nyh udobrenij [Balance of nutrients and productivity of grain-steam crop rotation when using mineral fertilizers]. Problems of agrochemistry and ecology, no 1, pp. 38–41.

© Пургина А.В., Смольский Е.В., 2026. *International agricultural journal*, 2026,

№ 4, 158-171.

Научная статья

Original article

УДК 338.43

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_42

edn: JMYCPW

**НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В
СОВРЕМЕННОМ АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ НА
ПРИМЕРЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
DIRECTIONS OF INNOVATIVE ACTIVITIES IN THE MODERN AGRO-
INDUSTRIAL COMPLEX USING THE EXAMPLE OF PRECISION
FARMING**



Сердечная Юлия Насиховна, старший преподаватель кафедры управления промышленными организациями, научный сотрудник отдела научной деятельности УКНИ ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» (109542, Россия, г. Москва, ул. Рязанский проспект 99), ORCID:0000-0001-9569-7530, yuliyakafiyatullina@yandex.ru

Зайцев Алексей Геннадьевич, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры управления проектом, заместитель директора центра управления технологиями в биоинженерии, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», ORCID: 0000-0002-7578-3543 (109542, Россия, г. Москва, ул. Рязанский проспект 99), Cbar@bk.ru

Serdechnaya Yuliya Nasikhovna, Senior lecturer at the Department of Management of Industrial Organizations, Researcher at the Department of Scientific Activities, State University of Management, yuliyakafiyatullina@yandex.ru

Zaitsev Alexey Gennadievich, Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Project Management, Associate Director of the Center for Technology Management in Bioengineering, State University of Management, Cbap@bk.ru

Аннотация. В условиях цифровой трансформации агропромышленного комплекса России вопросы технологического обновления отрасли приобретают стратегическое значение. Обеспечение продовольственной безопасности, повышение производительности труда и конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции напрямую связаны с внедрением инновационных решений, среди которых особое место занимают технологии точного земледелия. В 2019 году стартовал ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство», но цели проекта были достигнуты лишь частично, вектор цифровизации АПК был конкретизирован и получил дальнейшее развитие. В Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса до 2030 года одним из важных инструментов для достижения национальных целей в области обеспечения продовольственной безопасности является воспроизводство плодородия почв. Одной из передовых технологий для решения данной задачи является точное земледелие. Устойчивый интерес со стороны сельхозпроизводителей к применению комплексных цифровых решений в растениеводстве обусловлен потребностью сохранять высокую урожайность в изменяющихся климатических и экономических условиях. Определение степени и тактики воздействия обеспечивается возможностью получения и обработки данных о состоянии полей и культур в реальном режиме времени. Как отмечают эксперты ЭлектронАгро, при приобретении цифровых технологий важно оценивать комплексные эффекты от внедрения, а процесс принятия управленческих решений должен основываться на данных, полученных от физических объектов и обработанных на онтологическом уровне. Полный цикл точного земледелия пока достаточно дорогой для малого и среднего бизнеса в области АПК. Накопленная обратная связь,

имеющая статистически значимые данные для совершенствования и развития точного земледелия, требует его масштабного применения. Примерами областей развития исследуемой технологии являются математические модели динамики состояния почв и урожая, в том числе на базе ретроспективных данных, данные дистанционного зондирования с применением БПЛА с тестовыми площадками, которые могут предоставлять различные сельхозпроизводители, что делает их активными участниками процесса и формирует для них источники дополнительной прибыли.

Цель настоящей работы – анализ современного состояния и перспектив технологического развития АПК, выявление ключевых факторов, влияющих на внедрение технологий точного земледелия, а также оценка экономической эффективности их применения.

Abstract. In the context of the digital transformation of Russia's agro-industrial complex, technological innovation is acquiring strategic importance. Ensuring food security, increasing labor productivity, and the competitiveness of domestic agricultural products are directly linked to the implementation of innovative solutions, among which precision farming technologies occupy a special place. In 2019, the departmental project "Digital Agriculture" was launched, but its goals were only partially achieved; the vector of digitalization of the agro-industrial complex was specified and further developed. In the Strategy for the Development of the Agro-Industrial and Fisheries Complex until 2030, one of the key tools for achieving national food security goals is the restoration of soil fertility. Precision farming is one of the advanced technologies for addressing this issue. Agricultural producers' continued interest in the use of integrated digital solutions in crop production is driven by the need to maintain high yields in changing climatic and economic conditions. The ability to obtain and process data on the condition of fields and crops in real time enables the determination of the degree and tactics of intervention. As ElectronAgro experts note, when acquiring digital technologies, it is important to evaluate the comprehensive impact of implementation, and management decision-making should be based on data obtained from physical

objects and processed at the ontological level. The full precision farming cycle is still quite expensive for small and medium-sized businesses in the agricultural sector. Accumulated feedback, which provides statistically significant data for improving and developing precision farming, requires its large-scale application. Examples of areas for development of this technology include mathematical models of soil and crop dynamics, including those based on historical data, and remote sensing data using UAVs with test sites that can be provided by various agricultural producers, making them active participants in the process and creating additional sources of profit.

The purpose of this study is to analyze the current state and prospects for technological development in the agricultural sector, identify key factors influencing the implementation of precision farming technologies, and assess the economic efficiency of their application.

Ключевые слова: экономика сельского хозяйства, цифровая трансформация АПК, точное земледелие, цифровые платформы АПК, инновации в АПК, сетевое взаимодействие

Keywords: agricultural economics, digital transformation of the agro-industrial complex, precision farming, digital platforms for the agro-industrial complex, innovations in the agro-industrial complex, network interaction

Введение

В 2019 году стал реализовываться ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство», в котором к 2024 году основными решениями должны были стать разработка национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство», «Умная ферма», «Умное поле», «Умная теплица», но цель была достигнута частично. Акцент проекта сместился к внедрению и использованию государственных платформенных решений, таких как ФГИС «Зерно», «Семеноводство», модуль «Агрорешения», «Аргус-Фито», «Сатурн», электронная образовательная среда «Земля знаний», платформа цифрового государственного управления сельским хозяйством, а также к повышению цифровой грамотности кадров [1, 2]. Предполагается, что

цифровые решения должны обеспечить динамичный рост производительности труда, что является серьезным фактором повышения экономической эффективности малого и среднего бизнеса в агроотрасли [3, 4]. Устойчивый интерес к применению комплексных цифровых решений в растениеводстве обусловлен потребностью сохранить высокую урожайность культуры в изменяющихся условиях посредством оперативных мер воздействия [5]. Определение степени, тактики воздействия обеспечено возможностью получения и обработки данных о состоянии поля и культуры в реальном режиме времени [6].

Эксперты ЭлектронАгро отмечают [7], что важно при приобретении цифровых технологий оценивать комплексные эффекты от внедрения. Процесс принятия управленческого решения осуществляется после сбора данных, полученных от физических объектов, а затем обработанных на онтологическом уровне. Важной процедурой является отсеивание второстепенных и выявление приоритетных данных, которые влияют на качество и эффективность решения.

Технологии должны представлять комплексные данные, на основе которых можно принимать управленческие решения.

Материалы и методы

Обеспечение плодородия почв и устойчивости урожая является инструментом достижения задач продовольственной безопасности страны. Доктрина (Указ Президента № 20 от 21.01.2020, ред. 2025) устанавливает пороговые значения: зерно – $\geq 95\%$, сахар – $\geq 90\%$, масло – $\geq 90\%$, мясо – $\geq 85\%$, молоко – $\geq 90\%$, рыба – $\geq 85\%$, картофель – $\geq 95\%$, овощи – $\geq 90\%$, фрукты – $\geq 60\%$. Фактические данные 2024 года показывают, что пороги превышены по зерну, мясу, маслу, рыбе, сахару; по молоку (84,7%) и овощам (88,6%) наблюдаются незначительные отклонения; по фруктам (43,1%) – значительное отставание. По позициям, по которым самостоятельно нет возможности обеспечить показатели, необходим импорт. С ресурсной точки

зрения необходимы площади, пригодные для наращивания объемов продукции.

По данным источника [8] в период с 2023 по 2025 года фактическое увеличение посевных площадей, внося существенный вклад в расширение сельхозугодий отмечается в Самарской (прирост около 68 тыс. га), Пензенской (прирост около 74 тыс. га), Тамбовской области (около 48 тыс. га), Рязанский (прирост около 42 тыс. га) областях. По данным того же источника отдельно был проведен анализ по КФК и ИП, где был отмечен более динамичный рост, а структура расширения является более гибкой (в среднем прирост в период с 2023 г по 2025 г составил 4%). Если рассматривать вопрос с позиций отдельно взятой организации, важен показатель себестоимости и прибыли, то есть дополнительное производство продукции должно быть экономически целесообразно. В 2024 году урожайность зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий составила 27,9 ц/га (в 2023 – 31,0 ц/га, в 2022 – 33,6 ц/га). Внесение минеральных удобрений на 1 га посева в сельхозорганизациях – 76 кг в пересчёте на 100% питательных веществ (в 2023 – 74 кг, в 2022 – 75 кг). В 2024 году рентабельность реализованной продукции сельского хозяйства составила: зерно – 16,8%, семена подсолнечника – 52,4%, сахарная свёкла – 35,1%, картофель – 28,4%, овощи открытого грунта – 30,8%. Обеспечение сбыта по предсказуемой цене может снижать риски для сельхозпроизводителей. Начинают действовать долгосрочные контракты с фиксированной ценой или формулой. Этот механизм предлагает перевести значительную часть продаж на долгосрочные договоры (на срок от 1 года) между поставщиками и торговыми сетями. Целью является обеспечение стабильности и предсказуемости сбыта, В контракте должна быть зафиксирована цена или четкая формула ценообразования, которую стороны определяют самостоятельно. Предыдущая версия проекта предполагала, что формулу будет устанавливать правительство, но от этой идеи отказались.

Поэтапно планируется увеличивать долю таких контрактов в общем объеме продаж: не менее 80% в 2026 году, 85% в 2027-м и 90% в 2028-м. Запрещается одностороннее расторжение таких контрактов, а пересмотр цены допускается не чаще одного раза в год [9]. Параллельно с законодательными инициативами действует и механизм добровольных ограничений цен и наценок на продукты. По состоянию на ноябрь 2025 года такие ценовые соглашения действуют уже в 71 регионе России, и в них участвуют более 14,5 тыс. компаний. Этот инструмент хорошо себя зарекомендовал, поэтому его действие продлено до 31 декабря 2029 года [10].

Сельхозпроизводители реализуют продукцию не только на внутреннем рынке, но и экспортируют ее, что стимулирует продолжать освоение земель и заниматься вопросами повышения плодородия. Пшеница остаётся главной экспортной культурой, по оценкам «Русагроотранса» экспорт составляет 48 млн тонн. Главными экспортёрами пшеницы являются Египет, Турция, Иран, увеличивается роль Африки и Азии. Китай нарастил закупки ячменя на 38%. Экспорт овса вырос на 51%, основными странами,купающими овес страны Азии и Китай. Эксперты отмечают, что география поставок устойчивая. Основными конкурентами по позиции зернобобовых являются Казахстан, Австралия, Индия. Отдельным направлением становится глубокая переработка, что открывает новые экспортные позиции (неподжаренный солод, поджаренный солод, солодовый экстракт, кукурузный крахмал, маниоковый крахмал). Россия переориентирует экспортные потоки и наращивает поставки в Китай, страны Юго-Восточной Азии, Северной Африки и Ближнего Востока, снижая зависимость от европейского рынка можно заключить. Ключевыми потенциальными ограничениями по-прежнему выступают — высокие затраты на сырьё и ключевая ставка, угроза дальнейших логистических ограничений, высокая волатильность мировых цен и ужесточение экспортных пошлин, что требует от сельхозпроизводителей эффективного использования каждого гектара.

Ключевой компетенций конкурентоспособности становится способность производить больше качественного зерна с меньшими затратами ресурсов, что возможно обеспечить с помощью точного земледелия [11].

Точное земледелие - комплекс технологий, с экономической точки зрения направленных на эффективное использование ресурсов для повышения урожайности.

Согласно ГОСТ Р 56084–2014, можно заключить, что под точным земледелием понимают совокупность технических средств, программно-аппаратных комплексов, навигационных, геоинформационных и телекоммуникационных технологий, позволяющих снимать, обрабатывать и применять информацию, привязанную к координатам с целью оптимизации агротехнологических решений производства продукции растениеводства. Информационно-аналитические технологии позволяют планировать на каждом участке определенные приемы для конкретной культуры, что в итоге способствует ресурсосберегающему землепользованию. Первые работы по точному земледелию относятся к 1980-м гг. Основоположниками концепции считаются несколько учёных: Э. Шнуг, А. Макбрэтни, П. Роберт и др [4, 12, 13].

Последовательные этапы точного земледелия на данном этапе развития представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Этапы точного земледелия

№	Этап процесса точного земледелия	Результаты этапа
1	Сбор пространственных данных о полях и почвах	Цифровые карты полей с пространственной неоднородностью рельефа поля, плодородия, агрофизических свойств изучаемых объектов
2	Агрохимическое и агрофизическое обследование	Базы данных по содержанию макро- и микроэлементов, гумуса, плотности почвы; выделение зон почвенного плодородия
3	Картирование полей и севооборотов	Электронные карты-задания; план механизированных работ; бюджет на сезон; КРІ
4	Подготовка почвы	Оптимальное состояние почвы
5	Дифференцированный посев	Экономия семян, равномерные всходы, повышение полевой всхожести

6	Дифференцированное внесение удобрений	Экономия минеральных удобрений, снижение загрязнения почвы, повышение КПД удобрений
7	Дифференцированная защита растений	Снижение расхода пестицидов, уменьшение химической нагрузки, повышение экологической безопасности
8	Мониторинг вегетации и агрооскаутинг	Раннее обнаружение болезней, вредителей, дефицита влаги и питания; оперативная корректировка агротехнологий, выполнения технологических операций
9	Уборка урожая и картирование урожайности	Карты неоднородности урожайности, данные для планирования севооборота и загрузки зерноочистительных комплексов и складов, данные по обеспечению транспортной логистики по доставке урожая от комбайна к зернохранилищу и т.д
10	Послеуборочная обработка урожая	Качественная подготовка зерна к хранению (очистка, сушка); снижение потерь урожая при хранении; повышение товарности и сохранности продукции
11	Интеграция данных в системы поддержки принятия решений	Повышение обоснованности управленческих решений, снижение транзакционных издержек, рост рентабельности

Обсуждение

Генеральный директор «Агропромцифры», заместитель председателя ИЦК «Сельское хозяйство» Ольга Чебунина отмечает, что более 60% крупных агрохолдингов страны успешно внедрили системы точного земледелия, что рост урожайности составил 10-12%, экономия внесения средств защиты составила 10-15 [14]. По словам директора департамента технологического развития Минсельхоза РФ Елена Трошина беспилотники обрабатывают до 5 га в час, снижая расходы на технику в 4–5 раза. Они маневренны и работают там, где другая техника бессильна [15].

Ученые Казанского ГАУ создали беспилотный комплекс ADAS 4 уровня для сельхозтехники. Система, основанная на машинном зрении, ИИ и аналитике больших данных, стоит от 2 млн рублей. Она работает круглосуточно, в любую погоду, объезжает препятствия и, по оценке разработчиков, в 70% случаев снижает себестоимость продукции растениеводства не менее чем на 20% за счет роста производительности и сокращения ошибок. Научный задел подтвержден 5 статьями и 15

свидетельствами на ПО. В отличие от распространенных на рынке систем параллельного вождения, разработка обеспечивает активное управление агрегатами с распознаванием препятствий. В планах университета – создание целого комплекса машин, объединенных единой системой автономного управления. Разработка имеет значительный экспортный потенциал и привлекает внимание ведущих производителей сельхозтехники, таких как ПАО КАМАЗ, ОАО «МТЗ», ООО «Казаньсельмаш», ООО «Пегас-Агро», АО «Татагрохимсервис» [16].

В интервью с Александром Шуваевым, директором направления БПЛА компании «Агродинамика» (разработчик систем умного земледелия и агродронов AGDY), раскрываются практические аспекты внедрения беспилотников в растениеводство отмечено следующее: для запуска достаточно одного дрона, зарядного оборудования, растворного узла и обучения при минимальных инвестициях – 2,1–2,5 млн рублей с вводом в эксплуатацию. От фермера требуется знание агротехнологий и готовность соблюдать регламенты. Главная экономия достигается за счёт сокращения расхода СЗР до 30% (точное дозирование, исключение перерасхода) и снижения затрат на персонал (один оператор заменяет 2–3 единицы наземной техники). Дополнительно сохраняется до 6% урожая благодаря отсутствию технологической колеи (например, на десикации подсолнечника (5000 га) затраты снижаются на 25–30%, окупаемость составляет 1–2 сезона). Наиболее выгодными операциями являются внесение пестицидов, десикация, листовые подкормки, обработка очагов болезней и труднодоступных участков. Собственный парк БПЛА выгоден при площадях от 500 га; для небольших хозяйств целесообразна кооперация или оказание услуг соседям [17].

В секторе АПК есть структурные накопленные проблемы, которые тормозят технологическое развитие отрасли, самыми острыми из них являются [18].

- острая нехватка квалифицированных специалистов, способных работать с современным оборудованием и программным обеспечением, технологии развиваются быстрее, чем система образования успевает подготовить кадр;
- внедрение технологических решений требует значительных капитальных вложений, которые доступны для малых и средних предприятий только при развитых инструментах субсидирования, лизинга и др.;
- более чем на 50% территории России не проложены волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), что ограничивает доступ к высокоскоростному интернету в сельских и труднодоступных регионах;
- предприятия АПК реже других отраслей разрабатывают решения на основе искусственного интеллекта самостоятельно, что увеличивает зависимость от внешних поставщиков.

Модификации этапов инновационного процесса и цепочки создания ценности по М.Портеру позволяет выявить области инноваций, которые лежат в основе развития точного земледелия (Таблица 2).

Таблица 2 – Области инноваций в точном земледелии

№	Этап	Примеры видов деятельности	Пример инновационной области
1	Фундаментальные и прикладные исследования	Агрономические, почвоведческие, климатические исследования; изучение потребностей растений, болезней, вредителей; создание математических моделей роста и развития культур	Формирование фундаментального научного знания о биологических и физических процессах, которое ляжет в основу будущих алгоритмов и технических решений.
2	НИОКР	Прикладные исследования и опытно-конструкторские разработки. Создание прототипов: алгоритмов машинного обучения, датчиков, навигационных систем, программных модулей	Превращение научных знаний в конкретные технологические решения и интеллектуальную собственность (патенты, ноу-хау). Создание «минимально жизнеспособного продукта» (MVP) технологии

3	Производство и интеграция	Производство аппаратной части (сенсоры, GPS-приемники, контроллеры, дроны); разработка ПО; интеграция систем; сбор и агрегация данных с разных источников (спутники, метеостанции, почвенные датчики)	Создание готового к внедрению, физического и программного продукта
4	Анализ данных и управление фермой	Обработка и анализ собранных данных в системах управления фермой (Farm Management Information Systems, FMIS); формирование карт-заданий для дифференцированного внесения (VRT); предоставление рекомендаций	Превращение сырых данных в готовые управленческие решения и практические рекомендации для аграриев. Именно здесь рождается основная ценность технологии
5	Коммерциализация и вывод на рынок	Маркетинг и продажа готовых решений (лицензии на ПО, оборудование, услуги по анализу); обучение персонала; консультирование; модели «Услуга как бизнес» (Agriculture-as-a-Service)	Обеспечение доступности технологии для конечного пользователя. Создание ценности через сервисную модель и поддержку
6	Внедрение и использование на поле	Практическое применение технологии в хозяйстве: внесение удобрений по карте-заданию, автопилотирование техники, мониторинг состояния посевов; сбор обратной связи	Реализация экономического эффекта: повышение урожайности, снижение затрат на ресурсы (вода, удобрения, топливо), снижение нагрузки на экологию
7	Послепродажное обслуживание и развитие	Техническая поддержка; обновление ПО; сбор и анализ данных об эффективности; сбор пожеланий пользователей; модернизация продукта	Обеспечение долгосрочной лояльности и формирование «цифрового следа», который используется для улучшения продукта, создания новых версий и прогнозных моделей

Заключение

Проведённое исследование позволяет сделать вывод о том, что точное земледелие является комплексной технологией, направленной на эффективное использование ресурсов для повышения урожайности и снижения издержек. Согласно определению ГОСТ Р 56084-2014, точное земледелие представляет собой совокупность технических средств, программно-аппаратных комплексов, навигационных, геоинформационных и телекоммуникационных технологий, позволяющих оптимизировать агротехнологические решения.

Анализ статистических данных показал, что, несмотря на отдельные успехи, отрасль сталкивается с рядом структурных проблем, сдерживающих технологическое развитие. К наиболее острым из них относятся: острая нехватка квалифицированных специалистов, способных работать с современным оборудованием; высокие капитальные затраты, ограничивающие доступ к технологиям для малых и средних предприятий; недостаточное развитие волоконно-оптических линий связи (более 50% территории страны не охвачено); низкая доля самостоятельных разработок на основе искусственного интеллекта в АПК (24,4%) по сравнению со среднерыночными показателями. В то же время успешные примеры внедрения цифровых решений демонстрируют значительный потенциал отрасли.

Инновационные разработки российских учёных, таких как беспилотный комплекс ADAS 4 уровня Казанского ГАУ, стоимостью от 2 млн рублей, показывают, что в 70% случаев себестоимость продукции растениеводства снижается не менее чем на 20% за счёт роста производительности и сокращения ошибок. Практический опыт компании «Агродинамика» подтверждает, что при внедрении агродронов окупаемость инвестиций достигается за 1–2 сезона, а экономия средств защиты растений составляет до 30%.

Таким образом, дальнейшее технологическое развитие АПК требует комплексного подхода, включающего государственную поддержку, развитие цифровой инфраструктуры, подготовку квалифицированных кадров и стимулирование инновационной деятельности. Реализация этих направлений позволит обеспечить продовольственную безопасность страны и укрепить позиции России на мировых агропродовольственных рынках.

Литература

1. ИЗМЕНЕНИЯ, которые вносятся в стратегическое направление в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030

года: УТВЕРЖДЕНЫ распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 марта 2026 г. № 436-р [Электронный ресурс] // Официальный сайт Правительства Российской Федерации. – URL: <http://static.government.ru/media/files/TfqG2DhKVdKQUBWiwSJgG5WVUsWZ5tDj.pdf> (дата обращения: 15.07.2026).

2. СТРАТЕГИЯ развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: УТВЕРЖДЕНА распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р [Электронный ресурс] // Официальный сайт Правительства Российской Федерации. – URL: <http://static.government.ru/media/files/G3hzRyrGPbmFAfBFgmEhxTrec694MaHr.pdf> (дата обращения: 15.07.2026).

3. Теоретические основы дистанционной и наземной количественной оценки внутриполевой изменчивости для точного земледелия / В. П. Якушев, Ю. И. Блохин, С. Ю. Блохина [и др.]. – Санкт-Петербург : Агрофизический научно-исследовательский институт, 2023. – 76 с. – ISBN 978-5-905200-49-6.

4. Якушев, В. В. Точное земледелие: теория и практика / В. В. Якушев. – Санкт-Петербург : Агрофизический научно-исследовательский институт РАСХН, 2016. – 364 с. – ISBN 978-5-905200-31-1.

5. Гамзиков, Г. П. Точное земледелие в Сибири:реальности, проблемы и перспективы / Г. П. Гамзиков // Земледелие. – 2022. – № 1. – С. 3-9. – DOI 10.24412/0044-3913-2022-1-3-9.

6. Точное земледелие как один из аспектов цифровизации сельского хозяйства / С. В. Шайтура, А. В. Коломейцев, И. И. Позняк [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 161-166. .

7. Основы точного земледелия. Прикладные аспекты [Электронный ресурс] // Сообщество «Эксперты ЭлектронАгро» – URL: <https://electronagroexpert.ru/?ysclid=mroy0w2her536769598> (дата обращения: 15.07.2026).

8. Овсянников А. Рейтинг регионов России по устойчивому росту посевных площадей [Электронный ресурс] // АгроЭксперт – URL: <https://agroexpert.press/rasteniya/rejting-regionov-rossii-po-ustojchivomu-rostu-posevnyh-ploshhadej/> (дата обращения: 15.07.2026).
9. Минсельхоз скорректировал поправки о долгосрочных контрактах в законе о торговле [Электронный ресурс] // Журнал "Ценовик. Сельскохозяйственное обозрение" – URL: https://www.tsenovik.ru/news/Novosti-APK/Minselkhoz-skorrektiroval-popravki-o-dolgosrochnykh-kontraktakh-v-zakone-o-torgovle/?sphrase_id=21209902 (дата обращения: 15.07.2026).
10. Постановление Правительства РФ от 26 апреля 2023 г. № 662 "О случаях допустимости соглашений, заключаемых органами государственной власти субъектов Российской Федерации с хозяйствующими субъектами в целях стабилизации цен на товары, включенные в перечень отдельных видов социально значимых продовольственных товаров первой необходимости, в отношении которых могут устанавливаться предельно допустимые розничные цены" [Электронный ресурс] // ЗАКОНЫ, КОДЕКСЫ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АКТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ – URL: <https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-26042023-n-662-o-sluchajakh/?ysclid=mroys8gnzy423349029> (дата обращения: 15.07.2026).
11. Итоги зернового сезона 2025/26: рекорды, вызовы и новые ориентиры [Электронный ресурс] // ПОЛЕ.РФ – URL: <https://поле.рф/journal/publication/itogi-zernovogo-sezona-202526-rekordy-vyzovu-i-novye-orientiry> (дата обращения: 15.07.2026).
12. Труфляк Е. В. Основные элементы системы точного земледелия. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016.
13. Технологии, техника и оборудование для координатного (точного) земледелия: учебник для вузов / под ред. В. И. Балабанова. – Москва : Росинформагротех, 2016.

14. Шувалова А. Плюс 10-12% к урожаю: как точное земледелие по-русски дало первые миллионы [Электронный ресурс] // Новые Известия on-line – URL: <https://newizv.ru/news/2026-07-08/plyus-10-12-k-urozhayu-kak-tochnoe-zemledelie-po-russki-dalo-pervye-millions-440301> (дата обращения: 15.07.2026).
15. Цифровизация АПК помогает сократить затраты аграриев и повысить урожайность сельхозкультур — Минсельхоз [Электронный ресурс] // ФГБУ «Центр Агроаналитики» – URL: <https://specagro.ru/news/202506/cifrovizaciya-apk-pomogaet-sokratit-zatraty-agrariyev-i-povysit-urozhaynost> (дата обращения: 15.07.2026).
16. Беспилотные технологии Казанского ГАУ снизят себестоимость растениеводства в России [Электронный ресурс] // Сетевое издание «СNews» – URL: https://corp.cnews.ru/news/line/2024-06-19_bespilotnye_tehnologii_kazanskogo (дата обращения: 15.07.2026).
17. Как сэкономить до 30% на пестицидах и повысить урожайность с помощью технологий? Интервью с директором направления БПЛА компании «Агродинамика» [Электронный ресурс] // OleoScope – URL: <https://oleoscope.com/interview/interviu-agrodinamika/> (дата обращения: 15.07.2026).
18. Баторшина, Г. Д. Факторы влияния на технологическое обновление АПК / Г. Д. Баторшина // Вестник НГИЭИ. – 2025. – № 9(172). – С. 80-94. – DOI 10.24412/2227-9407-2025-9-80-94.

References

1. CHANGES to be introduced into the strategic direction in the field of digital transformation of the agro-industrial and fisheries sectors of the Russian Federation for the period up to 2030: APPROVED by the Order of the Government of the Russian Federation of March 6, 2026 No. 436-r [Electronic resource] // Official website of the Government of the Russian Federation. - URL: <http://static.government.ru/media/files/TfqG2DhKVdKQUBWiwSJgG5WVUsWZ5tDj.pdf> (date of access: 07/15/2026).

2. STRATEGY for the development of the agro-industrial and fisheries complexes of the Russian Federation for the period up to 2030: APPROVED by the Order of the Government of the Russian Federation of September 8, 2022 No. 2567-r [Electronic resource] // Official website of the Government of the Russian Federation. - URL: <http://static.government.ru/media/files/G3hzRyrGPbmFAfBFgmEhxTrec694MaHp.pdf> (date of access: 15.07.2026).
3. Theoretical foundations of remote and ground-based quantitative assessment of intra-field variability for precision farming / V. P. Yakushev, Yu. I. Blokhin, S. Yu. Blokhina [et al.]. - St. Petersburg: Agrophysical Research Institute, 2023. - 76 p. – ISBN 978-5-905200-49-6.
4. Yakushev, V. V. Precision farming: theory and practice / V. V. Yakushev. – St. Petersburg: Agrophysical Research Institute of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 2016. – 364 p. – ISBN 978-5-905200-31-1.
5. Gamzikov, G. P. Precision farming in Siberia: realities, problems and prospects / G. P. Gamzikov // Agriculture. – 2022. – No. 1. – Pp. 3-9. – DOI 10.24412/0044-3913-2022-1-3-9.
6. Precision farming as one of the aspects of digitalization of agriculture / S. V. Shaitura, A. V. Kolomeitsev, I. I. Poznyak [et al.] // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2022. - No. 3. - Pp. 161-166. .
7. Fundamentals of precision farming. Applied aspects [Electronic resource] // Community "Experts ElectronAgro" - URL: <https://electronagroexpert.ru/?ysclid=mroy0w2her536769598> (date of access: 07/15/2026).
8. Ovsyannikov A. Rating of Russian regions by sustainable growth of sown areas [Electronic resource] // AgroExpert - URL: <https://agroexpert.press/rasteniya/rejting-regionov-rossii-po-ustojchivomu-rostoposevnyh-ploshhadej/> (date accessed: 07/15/2026).
9. The Ministry of Agriculture adjusted the amendments on long-term contracts in the law on trade [Electronic resource] // Magazine "Tsenovik. Agricultural

Review" - URL: https://www.tsenovik.ru/news/Novosti-APK/Minselkhoz-skorrektiroval-popravki-o-dolgosrochnykh-kontraktakh-v-zakone-o-torgovle/?sphrase_id=21209902 (date of access: 07/15/2026).

10. Resolution of the Government of the Russian Federation of April 26, 2023 No. 662 "On cases of admissibility of agreements concluded by state authorities of constituent entities of the Russian Federation with business entities in order to stabilize prices for goods included in the list of certain types of socially significant essential food products for which maximum permissible retail prices may be established" [Electronic resource] // LAWS, CODES AND REGULATORY ACTS OF THE RUSSIAN FEDERATION - URL: <https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-26042023-n-662-o-sluchajakh/?ysclid=mroys8gnzy423349029> (date of access: 07/15/2026).

11. Results of the 2025/26 grain season: records, challenges, and new benchmarks [Electronic resource] // POLE.RF – URL: <https://поле.рф/journal/publication/itogi-zernovogo-sezona-202526-rekordy-vyzovy-i-novye-orientiry> (accessed: 15.07.2026).

12. Truflyak E. V. Basic elements of the precision farming system. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2016.

13. Technologies, machinery, and equipment for coordinate (precision) farming: textbook for universities / edited by V. I. Balabanov. – Moscow: Rosinformagrotekh, 2016.

14. Shuvalova A. Plus 10-12% to the harvest: how precision farming, Russian style, yielded the first millions [Electronic resource] // Novye Izvestia online – URL: <https://newizv.ru/news/2026-07-08/plyus-10-12-k-urozhayu-kak-tochnoe-zemledelie-po-russki-dalo-pervye-millions-440301> (date of access: 15.07.2026).

15. Digitalization of the agro-industrial complex helps reduce farmers' costs and increase crop yields — Ministry of Agriculture [Electronic resource] // Federal State Budgetary Institution "Center for Agroanalytics" - URL: <https://specagro.ru/news/202506/cifrovizaciya-apk-pomogaet-sokratit-zatraty-agrariyev-i-povysit-urozhaynost> (date of access: 15.07.2026).

16. Unmanned technologies of the Kazan State Agrarian University will reduce the cost of crop production in Russia [Electronic resource] // Online publication "CNews" - URL: https://corp.cnews.ru/news/line/2024-06-19_bespilotnye_tehnologii_kazanskogo (date of access: 15.07.2026).

17. How to save up to 30% on pesticides and increase crop yields using technology? Interview with the Director of the UAV Department of the Agrodinamika company [Electronic resource] // OleoScope - URL: <https://oleoscope.com/interview/interviu-agrodinamika/> (date of access: 15.07.2026).

18. Batorshina, G. D. Factors influencing the technological modernization of the agro-industrial complex / G. D. Batorshina // Bulletin of the NGIEI. - 2025. - No. 9 (172). - P. 80- 94. – DOI 10.24412/2227-9407-2025-9-80-94.

© Сердечная Ю.Н., Зайцев А.Г., 2026. *International agricultural journal*, 2026, № 4, 172-190.

Научная статья

Original article

УДК 631.227

doi: https://doi.org/10.55186/25880209_2026_10_4_43

edn: ААНЕРV

РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОЗАТОРА
CALCULATION OF THE DOSING UNIT'S ECONOMIC EFFICIENCY



Абдиева Нармин, докторант, кафедры Сельскохозяйственной техники и технического обслуживания, АГАУ «Азербайджанский Государственный Аграрный Университет им. Агамалы» (2000 Азербайджан, г. Гянджа, пр. Ататюрка, д. 450), ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1431-544X>, e-mail: abdiyeva.95@list.ru

Мамедов Габиль, доктор технических наук, профессор, кафедры Сельскохозяйственной техники и технического обслуживания, АГАУ «Азербайджанский Государственный Аграрный Университет им. Агамалы» (2000 Азербайджан, г. Гянджа, пр. Ататюрка, д. 450), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7003-5995>, e-mail: gabilmammadov66@adau.edu.az

Abdiyeva Narmin, PhD student at the department of Agricultural machinery and maintenance of the Azerbaijan State Agrarian University named after Aghamaly (450 Ataturk Ave., Ganja, Azerbaijan, 2000), ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1431-544X>, e-mail: abdiyeva.95@list.ru

Mammadov Gabil, Doctor of technical sciences, Professor, department of Agricultural machinery and maintenance, Azerbaijan State Agrarian University named after Aghamaly (450 Ataturk Ave., Ganja, Azerbaijan, 2000), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7003-5995>, e-mail: gabilmammadov66@adau.edu.az

Аннотация. Объектом данного исследования является шнековый дозатор, который раздает сухие, рассыпчатые корма. В ходе исследования мы поставили перед собой цель обосновать эффективную конструкцию и рабочие параметры дозирующего и перемешивающего устройства для повышения точности скормливания концентрированных кормов коровам. При использовании дозаторов сложной конструкции увеличиваются трудовые и материальные затраты на их ремонт и техническое обслуживание, а также снижается эффективность их использования. Результатом наших исследований являются аналитические зависимости, обосновывающие влияние конструктивных и технологических параметров шнекового смесителя-дозатора на его технические и качественные характеристики, а также регрессионные математические модели, оптимизирующие основные параметры смесителя-дозатора и режим его работы, реализующий дозирование корма с помощью специального устройства. экспериментальный шнековый рабочий орган.; расчетные значения конструктивных и эксплуатационных параметров экспериментального дозатора-смесителя. Научной новизной является исследование аналитических зависимостей, обосновывающих влияние конструктивных и технологических параметров шнекового смесителя-дозатора на его технические и качественные характеристики. Полученные результаты и показатели по оптимизации дозировки кормового материала при приготовлении комбикормов, в сравнении с его непрерывной эксплуатацией с течением времени, имеют теоретическое значение для тематических программ, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по приготовлению кормовых смесей.

Abstract. The object of this study is an auger dispenser that distributes dry, crumbly feed. The goal of this study is to develop an effective design and operating parameters for a dosing and mixing device to improve the accuracy of feeding concentrated feed to cows. The use of complex-designed dispensers increases labor and material costs for their repair and maintenance, as well as reduces their

efficiency. The result of our research is analytical dependencies justifying the influence of the design and technological parameters of the screw mixer-dispenser on its technical and qualitative characteristics, as well as regression mathematical models optimizing the main parameters of the mixer-dispenser and its operating mode, which implements the dispensing of feed using a special device. experimental screw working body; calculated values of the design and operational parameters of the experimental dispenser-mixer. The scientific novelty is the study of analytical dependencies that substantiate the influence of the design and technological parameters of the screw mixer-doser on its technical and qualitative characteristics. The obtained results and indicators on optimizing the dosing of feed material during the preparation of compound feed, in comparison with its continuous operation over time, have theoretical significance for thematic programs, research and development work on the preparation of feed mixtures.

Ключевые слова: конструкция, шнеково-петлевой, диспергированный корм, система, смеситель-дозатор, оптимизация, смешивание

Keywords: design, screw-loop, dispersed feed, system, mixer-doser, optimization, mixing

Введение. Для создания прочной кормовой базы для животноводства особое внимание следует уделять концентрированным кормам, наряду с сочными и грубыми кормами. Прогрессивным и перспективным направлением развития животноводства является обеспечение концентрированными и концентрированными кормами в дозах, зависящих от продуктивности животных. Следует также учитывать, что доля этих кормов в кормовом балансе ежегодно увеличивается. Дозирующие устройства для кормов, используемые на комбикормовых заводах и фермах, имеют ряд серьезных недостатков. К ним относятся сложность конструкции, большой объем металла, низкое качество дозирования и высокая стоимость. При использовании дозаторов сложной конструкции возрастают трудозатраты и материальные расходы на их ремонт и техническое обслуживание, а также

снижается эффективность их использования. Кроме того, избыточное количество корма, сданного животному, не компенсируется полученным продуктом. Это приводит к нерациональному потреблению корма.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что разработка кормораздатчика, обеспечивающего эффективное использование концентрированных и смешанных кормов, способствующего нормальному развитию и повышению продуктивности молочных коров, высокому уровню механизации и автоматизации процесса кормления, а также отвечающего определенным зоотехническим и другим требованиям, является актуальной задачей и требует изучения на основе результатов научных исследований. В этой связи данная исследовательская работа направлена на разработку способа подачи сухих концентрированных кормов в более качественных дозах, а также кормораздатчика, отвечающего зоотехническим, технологическим стандартам и современным требованиям животноводства.

Цель исследования. обосновать эффективность конструкции и рабочих параметров дозирующе-смесительного устройства для повышения точности кормления коров концентрированными кормами...

Объект исследования. В качестве объекта исследования была взят дозатор.

Метод исследования. При проведении исследовательской работы были проанализированы конструкции дозаторов, а также принцип их работы. При проведении теоретических исследований использовались известные законы физики, теоретической механики и математический анализ.

Результаты исследования. Для проверки результатов исследования в производственных условиях была выбрана ферма, обладающая достаточной кормовой базой и производством товарной продукции. Была выбрана животноводческая ферма ООО «Ишкур», город Далимаммадли, Горанбой-ский район, и экспериментальный комбикормовый завод был адаптирован к существующей на ферме линии приготовления и распределения кормов (рис.1). Техническая база фермы в основном состоит из машин для измель-

чения зерна, грубых и сочных кормов. Путем формирования единой линии из имеющегося оборудования была организована экспериментальная установка по приготовлению сильнодействующих кормовых смесей непрерывного действия. Из сильнодействующей смеси, используемой для приготовления полнорационных кормов на основе смеси грубых и сочных кормов, удалось получить для линии смесь с готовым протеиново-витаминно-минеральным комплексом.



Рисунок 1. Экспериментальное устройство для приготовления комбинированного корма с использованием мощности.

На основе линии можно сформировать цех промышленного типа, который в будущем будет производить сильнодействующие кормовые смеси и премиксы и сможет удовлетворять потребности других ферм. При проверке конструктивно-механических параметров экспериментальной установки параметры в процессе эксплуатации технических средств соответствовали значениям, определенным теоретическими и экспериментальными исследованиями.

Однородность смешанной рассыпчатой кормовой смеси, приготовленной на экспериментальной установке, соответствовала зоотехническим требованиям. Созданная путем подключения экспериментального устройства технологическая линия подачи корма носит универсальный характер и может служить моделью для других животноводческих хозяйств. В зависимости от

производственных целей хозяйств, технологическая линия может также функционировать как специализированное предприятие. Согласно методике определения экономической эффективности научно-исследовательских работ, применения новых машин и устройств в сельском хозяйстве [1,2], основными факторами, определяющими ее, являются приобретение дополнительной продукции и повышение качества продукции.

Экономическая эффективность достигается за счет использования нового оборудования и рационализационных предложений предприятия за счет экономии в сумме всех видов затрат. Эти факторы служат для увеличения доходов предприятия. При этом рассчитываются увеличение валовой продукции и производительности, окупаемость дополнительных инвестиционных затрат, рентабельность предприятия и повышение производительности труда.

Расчет экономической эффективности разработанного разбрасывающего комбайна для приготовления кормовых смесей основывался на его сравнении с существующим базовым устройством, выполняющим ту же функцию. В качестве базового варианта был взят ковшовый разбрасыватель кормовых смесей СЛБ-2.2 производства Российской Федерации.

Необходимо определить затраты, понесенные на разработку нового устройства. Затраты на разработку устройства определяются по следующей формуле:

$$\Omega_m = \Omega_{od} + \Omega_{ad} + \Omega_{ch} \quad (1)$$

где Ω_m - затраты на производство машины (оборудования), ман;

Ω_{od} - затраты, понесенные при подготовке оригинальных сведений, ман;

Ω_{ad} - затраты, при покупке (подробности), ман;

Ω_{ch} - заработная плата рабочих, ман.

Затраты, понесенные при подготовке оригинальных документов, определяются следующим образом:

$$\Omega_{od} = \Omega_{och} + \Omega_{ot}, \quad (2)$$

где $\Omega_{o\partial h}$ - заработная плата работников, занимающихся подготовкой оригинальных деталей, ман;

Ω_{ot} - затраты, понесенные на материалы для изготовления оригинальных запчастей, ман;

Заработная плата работника определяется по следующей формуле:

$$\Omega_{o\partial h} = \Omega_{o\partial s} + \Omega_{o\partial l} + \Omega_{su}, \quad (3)$$

где $\Omega_{o\partial s}$ - базовая заработная плата рабочих, занимающихся изготовлением оригинальных деталей, ман;

$\Omega_{o\partial l}$ - дополнительная заработная плата работникам, занимающимся подготовкой оригинальных деталей, ман;

Ω_{su} - разделение страховых полисов, ман.

Базовая заработная плата работников

$$\Omega_{o\partial s} = T_{or} \Omega_{saat} \cdot k_{\partial l}, \quad (4)$$

где T_{or} - средняя трудоемкость подготовки оригинальных данных, $T_{or} = 18.6$ чел-час;

Ω_{saat} - почасовая заработная плата работника среднего класса, $\Omega_{saat} = 1.5$ ман / час;

$k_{\partial l}$ - коэффициент с учетом надбавки к базовой заработной плате, $k_{\partial l} = 1.35$.

Подставляя значения в формулу (4), получаем:

$$\Omega_{o\partial s} = 1.5 \cdot 18.6 \cdot 1.35 = 37.67 \text{ ман.}$$

После определения базовой заработной платы мы получаем дополнительную заработную плату следующим образом. В соответствии с положением

$$\Omega_{o\partial l} = 0.3 \cdot 37.67 = 11.3 \text{ ман.}$$

Размер отчислений на социальное страхование (Ω_{su}) определяется по следующей формуле:

$$\Omega_{sig} = 0.3(\Omega_{ods} + \Omega_{odi}) = 0.3(37.67 + 11.3) = 41.06 \text{ ман}$$

(5)

Формула рассчитывает заработную плату сотрудников, занимающихся подготовкой оригинальных документов.:

$$\Omega_{odi} = 37.67 + 11.3 + 41.06 = 90 \text{ ман}$$

Стоимость материалов, поставляемых для изготовления оригинальных деталей, составляет:

$$\Omega_{ot} = \Omega_{tm} \cdot M, \quad (6)$$

где Ω_{tm} - цена 1 кг сырья, Ω_{tm} 33 ман/кг;

M - масса материалов для снабжения, $M = 15$ кг масса материалов для снабжения:

$$\Omega_{ot} = 33 \cdot 15 = 495 \text{ ман}$$

Расходы на подготовку оригинальных чертежей определяются следующим образом:

$$\Omega_{od} = 90 + 495 = 585 \text{ ман.}$$

Таким образом, были изготовлены следующие изделия:

Двухрельсовые шкивы для ременной передачи, приводной вал, кронштейн шкива.

Количество и цена закупленных деталей следующие: электродвигатель – 1 шт. – 58,3 ман; редуктор – 1 шт. – 129,8 ман; шкив – 3 шт. – 39,6 ман; металлический профиль (40×20) – 27 м – 27,9 ман; металлический профиль (20×20) – 14 м – 10,5 ман; амортизатор – 4 шт. – 26,4 ман; электроизделие – 19,8 ман; электрический кабель – 12 м – 10,56 ман; крепежные изделия – 6,6 ман; оцинкованный листовой металл – 1,5 м² – 6,16 ман; уголок – 3 м – 4 ман; ремень – 1 шт. – 5 м – 5 ман. Общие затраты $\Sigma = 862,72$ ман.

Заработная плата рабочих, участвовавших в изготовлении устройства, рассчитывается следующим образом:

$$\Omega_m = \Omega_{od} + \Omega_{su}, \quad (7)$$

где Ω_{od} - заработная плата рабочих, которые изготовили устройство, ман;

Ω_{su} - страхование, ман.

Базовая заработная плата работников будет следующей:

$$\Omega_{od} = T'_m \Omega'_{saat} \cdot k'_{\partial\ell}, \quad (8)$$

где T'_m - средняя трудоемкость устройства, $T'_m = 63$ чел-час;

Ω'_{saat} - средняя почасовая заработная плата рабочих, которые подготовили устройство, $\Omega'_{saat} = 1.6$ ман/час;

$k'_{\partial\ell}$ - коэффициент с учетом надбавки к базовой заработной плате, $k'_{\partial\ell} = 1.4$

Подставляя значения в формулу (7), получаем:

$$\Omega_{od} = 63 \cdot 1.5 \cdot 1.4 = 132,3 \text{ ман.}$$

Структура страхового покрытия выглядит следующим образом:

$$\Omega_{sig} = 0.3\Omega_{od} = 0.3 \cdot 132.3 = 11.9 \text{ ман}$$

Когда мы запишем значения в формулу (7), мы получим:

$$\Omega'_m = 132.3 + 11.9 = 144.2 \text{ ман}$$

Согласно (1)

$$\Omega_m = 585 + 862.72 + 144.2 = 1591.92 \text{ ман}$$

Таким образом, себестоимость производства разработанного дисперсионного порошкового смесителя кормов составляет 1591,92 ман. Для сравнения, продажная цена рыночного устройства СЛВ – 2,2 на 1379 ман выше.

Теперь можно рассчитать экономическую эффективность устройства. Энергопотребление процесса определяется по следующей формуле..

$$E = \frac{N}{Q}, \quad (9)$$

где N – потребляемая мощность устройства, $N = 3.62$ kW;

Q – производительность устройства, $Q_{orta} = 0.9$ тон/час

Для сравнительной оценки параметров мы используем цены как для базового варианта, так и для нового варианта. Учитывая, что требуемая мощность

для базового варианта составляет 11 кВт, а производительность — 2,0 тонны/час, мы можем записать:

Для базового варианта:

$$E_b = \frac{11}{2} = 5.5$$

Для экспериментального:

$$E_7 = \frac{3.62}{0.9} = 4.0$$

Материальная вместимость определяется по следующей формуле:

$$M = \frac{G}{W}, \quad (10)$$

где G – для базового варианта установки

$G_b = 800$ кг, для экспериментального $G = 450$ кг

Для базового варианта:

$$M_b = \frac{800}{2000} = 0.4$$

Для экспериментального:

$$M_3 = \frac{450}{900} = 0.5$$

Удельные инвестиции на единицу продукции составляют:

$$S = \frac{K}{P}, \quad (11)$$

где K – балансовая стоимость, $K = 862,72$ ман

P – годовая производительность. Если предположить, что спрос на скотоводческое хозяйство с суточным объемом производства 100 голов составляет 200 кг, то годовой объем производства $P = 328,5$ тонн.

Если подставить значения в формулу (10), получим:

Для базового варианта:

$$S_6 = \frac{2971}{328.5} = 9.04 \text{ ман/т}$$

Для экспериментального:

$$S_3 = \frac{1592}{328.5} = 4.8 \text{ ман/т}$$

Годовая экономия

$$\Phi = (S_6 - S_3) \cdot W T_{il}, \quad (12)$$

где S_6 и S_3 - стоимость выполненных работ в ходе эксплуатации объектов в базовой и новой версиях, соответственно.;

W – почасовая производительность установки, т/ч;

T_{il} – если предположить, что годовая интенсивность работы устройства составляет один час в день, то годовое количество часов работы составит 365..

Если подставить значения в формулу (12), получим:

$$\Phi = (9.04 - 4.8) \cdot 0.9 \cdot 365 = 1392.84 \text{ ман}$$

Годовая доходность определяется разницей между приведенными затратами.:

$$B_{il} = P_6 = P_3, \text{ ман} \quad (13)$$

где P_b и P_y – представляют собой затраты, понесенные на базовый и новый варианты соответственно.

Приведенные затраты принимаются как сумма операционных расходов и 15% от инвестиций.:

$$\Pi = (i + 0.15K) \quad (14)$$

где $\dot{I}$ – годовые эксплуатационные расходы. Для базового варианта. $\dot{I}_b = 1591,3$ ман, для экспериментального $\dot{I}_y = 1442$ ман.

Если вместо этого мы укажем цены, то получим:

Для базового:

$$P_6 = (1591,3 + 0.15 \cdot 862.72) = 1820.7$$

Для нового варианта:

$$P_3 = (144.2 + 0.15 \cdot 862.72) = 273.6$$

Наконец, мы определяем ежегодную экономическую выгоду от внедрения новой технологии:

$$Z = P_6 - P_3 = 1547.3 \text{ ман.}$$

Таким образом, мы определяем, что эффективность нового устройства для фермы всего со 100 головами по сравнению с базовым устройством составляет 1547,3 ман.

Некоторые технико-экономические показатели устройства для приготовления сме-шанных кормов с рассеивающей силой приведены в таблице 1 в сравнительном виде.

Таблица 1.

Сравнение некоторых технико-экономических показателей базы для приго-товления кормовых смесей с рассеивающей силой (СЛВ – 2.2) и экспериментального устройства.

№	Показатели	Измерения	Варианты	
			База	Экспериментальный
1	Производительность	т/час	2	1.266
2	Требуемая мощность	kW	11	3.62
3	Количество сотрудников	чел	1	1
4	Масса	кг	800	450
5	Капитал	манат	2971	1592
6	Материальная эффективность	-	0.4	0.5
7	Энергоэффективность	kW · час/т	5.5	4.0
8	Частные инвестиции	манат/тон	9.04	4.8
9	Экономия эксплуатационных расходов	манат	-	1447.1
10	Годовая эффективность	манат	-	1547.3

Результаты отчета показывают, что разработанный комбикормовый завод, энерго-эффективный и достаточно экономичный с точки зрения инвести-ций, обеспечивает эффективность 1547,3 ман по сравнению с базовым вари-антом для фермы всего со 100 молочными коровами. Производительность за-вода и его низкая стоимость по сравнению с предлагаемыми аналогами с точки зрения технической базы позволяют в будущем организовать мини-комби-кормовый завод на базе этого предприятия. Результаты проведенных произ-водственных испытаний показали, что использование таких заводов на живот-новодческих фермах позволяет производить высококачественные комбикор-мовые продукты по сравнению с существующими машинами.

Заключение. При выбранных значениях параметров, неравномерности (δ) или равномерности ($\lambda=100 - \delta$) кормовой смеси, общая требуемая мощность составила: $\delta=7...11$; $\lambda = 93...89 \%$; $N = 3,5 \dots 4,94$ кВт.

Разработанное в результате исследования устройство для приготовления смешанных кормов с рассеивающей силой обеспечивает значительную экономию энергии и инвестиций, а его годовая эффективность на ферме всего со 100 молочными коровами составляет 1547,3 ман.

Литература

1. Кравченко, И.А. Факторы влияющие на погрешность дозирования сыпучих материалов / И.А.Кравченко, А.Ю.Ермолин // Известия высших учебных заведений Северо – Кавказский регион. Серия: Технические науки: 2005, № 2. – стр. 113 – 117.
2. Краснощекова, Т. А. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных в условиях интенсивных технологий производства продукции животноводства: Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов Т. А. Краснощекова [и др.]. – Благовещенск: ДальГАУ, 2011. – 118 с.
3. Лобанов, В. И. Разработка и обоснование параметров вибрационного дозатора сыпучих кормов / В. И. Лобанов. – Челябинск, 2008. – 25 с.
4. Лялин, Е. А. Погрешность дозирования сыпучих материалов спирально – винтовым дозатором / Е.А.Лялин, Д.А. Красносельских, М.А. Тритнев // Молодежная наука 2016 : Мат. Всерос. Научно – практической конференции мол. учен., аспирантов и студентов. – Пермь: ПГСХА, – стр. 242 – 248.
5. Морозов, Н.М. Направления механизации животноводства в малых формах хозяйствования / Н.М.Морозов, А.Н.Рассказов // Вестник Всероссийского научно исследовательского института механизации животноводства. – 2017, № 2 (26). – стр. 133 – 138.
6. Мохнаткин, В.Г. Выбор рациональных параметров питающего устройства установки для приготовления кормовых смесей / В.Г.Мохнаткин, А.С.Филинков, П.Н.Солонщиков // Тракторы и сельхозмашины. – 1975, № 4. – стр. 45 – 47.

7. Пахомов, В.И. Проектирование и расчет технологических линий подготовки и раздачи кормосмесей дифференцированного состава многофункциональными агрегатами / В.И.Пахомов, М.А.Тищенко, С.В.Брагинец. – Зерноград: ГАУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2013.–220 с.
8. Платонов, В.В. к вопросу дозированной раздачи концентри-рованных кормов крупно-го рогатого скота / В.В.Платонов: Автореф.дис. канд.техн.наук. – Саратов, 2005. 24 с.
9. Поливаев, О.И. Испытание сельскохозяйственной техники и энер-го-силовых установок / О.И. Поливаев, О.М. Костиков. – Санкт – Петербург: Лань, 2016. – 276 с.
10. Савиных, П.А. Определение рациональных параметров смесителя теоретическими исследованиями взаимодействия винтовой поверхности шнека с материалом / П.А.Савиных, А.В.Алешкин, Н.В.Трубанов. Д.А.Зыряков. // Техника и технология в животноводстве. – 2021. № 1 94). – стр. 76- 84.
11. Садов, В.В. Энергосберегающие технологии при производстве комбикормов / В.В. Садов // Аграрная наука сельскому хозяйству: Сборник статей IV Международной научн. – практ. Конф. В 3 КН – Барнаул: Изд – во АГАУ, 2009. – кн. 1, с 291 – 294.
12. R.M Hajiyev, M.R.Huseynova, U.T.Taghiyev, G.B. Mammadov, G. Allahverdiyeva, (2024). The study of the efficiency evaluation of the ventilation system of the poultry house in the summer/EUREKA: Physics and Engineering, 5, <https://doi.org/10.21303/2461-4262..002306> link_1 or link_2 <https://journal.eu-jr.eu/engineering/issue/view/217>
13. Mammadov, G., Seyidov, Z., Saidov, R., Hajiyev, R., Huseynova, M., Taghiyev, U. (2025). Development of an electric milk pasteurizer for farming. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (134)), 16-25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.327666>
14. Taghiyev, U., Yusubova, U. (2024). Conservation Techniques in Agri-culture Under Climate Change. In: Çetin, Ö. (eds) Agriculture and Water Manage-ment Under Climate Change. SpringerBriefs in Earth System Sciences. Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-74307-8_9.

15. Guliyev, S., Baghirov, B., Rzayeva, R., Aliyev, S., Verdiyev, B., Aska-rova, A., Hasanova, K., Taghiyev, U. (2025). Determination and justification of the optimal amount of ultrafine diamond graphite additive in Litol-24 oil in rolling bearings. EUREKA: Physics and Engineering, 3, 113–129. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2025.003793>

16. Mammadov, G., Seyidov, Z., Saidov, R., Hajiye, R., Huseynova, M., Taghiyev, U. (2025). Development of an electric milk pasteurizer for farming. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (134)), 16-25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.327666>

References

1. Kravchenko, I.A. Factors influencing the error in the dosing of bulk materials / I.A.Kravchenko, A.Yu.Ermolin // Izvestiya vysshikh uchebnykh institutii Severo – Kavkazskiy region. Series: Technical sciences: 2005, No. 2. – pp. 113-117.
2. Krasnoshchekova, T. A. Norms and rations of feeding farm animals in conditions of intensive technologies of livestock production: Textbook for agricultural universities by T. A. Krasnoshchekov [et al.]. Blagoveshchensk: DalGAU, 2011. 118 p.
3. Lobanov, V. I. Development and substantiation of parameters of a vibrating dispenser of bulk feeds / V. I. Lobanov. – Chelyabinsk, 2008. – 25 p.
4. Lyalin, E. A. The error of dosing bulk materials with a spiral – screw dispenser / E.A.Lyalin, D.A. Krasnoselskikh, M.A.Tritnev // Youth Science 2016 : Mat. Everything is fine. Scientific and practical conferences of young scientists, postgraduates and students. – Perm: PGSHA, 2016. – pp. 242-248.
5. Morozov, N.M. Directions of mechanization of animal husbandry in small forms of management / N.M.Morozov, A.N.Rasskazov // Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry Mechanization. – 2017, № 2 (26). – pp. 133-138.

6. Mokhnatkin, V.G. The choice of rational parameters of the feeding device for the preparation of feed mixtures / V.G.Mokhnatkin, A.S.Filinkov, P.N. Solonshchikov // Tractors and agricultural machinery. – 1975, No. 4. – pp. 45-47.
7. Pakhomov V.I., Tishchenko M.A., Braginets S.V. Design and calculation of technological lines for the preparation and distribution of feed mixtures of differentiated composition by multifunctional aggregates. –Zernograd: GAU SKNIIMESH of the Russian Agricultural Academy, 2013.-220 p.
8. Platonov, V.V. on the issue of metered distribution of concentrated cattle feed / V.V.Platonov: : Abstract of the dissertation of the Candidate of Technical Sciences. – Saratov, 2005. – 24 p.
9. Polivaev, O.I. Testing of agricultural machinery and power plants / O.I. Polivaev, O.M. Kostikov. – St. Petersburg: Lan, 2016. – 276 p.
10. Savinykh, P.A. Determination of rational mixer parameters by theoretical studies of the interaction of the screw surface of the screw with the material / P.A.Savinykh, A.V.Alyoshkin, N.V.Trubanov. D.A.Zyryakov. // Machinery and technology in animal husbandry. – 2021. No. 1 94). – pp. 76-84.
11. Sadov, V.V. Energy-saving technologies in the production of compound feeds / V.V.Sadov // Agrarian science of agriculture: Collection of articles of the IV International Scientific and Practical Conference Conf. In 3 BOOKS – Barnaul: Publishing House of ASAU, 2009. – book 1, pp. 291-294.
12. R.M Hajiyeve, M.R.Huseynova, U.T.Taghiyev, G.B. Mammadov, G. Allahverdiyeva, (2024). The study of the efficiency evaluation of the ventilation system of the poultry house in the summer/EUREKA: Physics and Engineering, 5, <https://doi.org/10.21303/2461-4262..002306> link_1 or link_2 <https://journal.eu-jr.eu/engineering/issue/view/217>
13. Mammadov, G., Seyidov, Z., Saidov, R., Hajiyeve, R., Huseynova, M.,Taghiyev, U. (2025). Development of an electric milk pasteurizer for farming. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (134)), 16-25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.327666>

14. Taghiyev, U., Yusubova, U. (2024). Conservation Techniques in Agriculture Under Climate Change. In: Çetin, Ö. (eds) Agriculture and Water Management Under Climate Change. SpringerBriefs in Earth System Sciences. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-74307-8_9.
15. Guliyev, S., Baghirov, B., Rzayeva, R., Aliyev, S., Verdiyev, B., Askarova, A., Hasanova, K., Taghiyev, U. (2025). Determination and justification of the optimal amount of ultrafine diamond graphite additive in Litol-24 oil in rolling bearings. EUREKA: Physics and Engineering, 3, 113–129. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2025.003793>
16. Mammadov, G., Seyidov, Z., Saidov, R., Hajiyeu, R., Huseynova, M., Taghiyev, U. (2025). Development of an electric milk pasteurizer for farming. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (134)), 16-25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.327666>

© Абдуева Н., Мамедов Г., 2026. *International agricultural journal*, 2026, № 4, 191-207.