

На правах рукописи

СИДОРОВ Иван Вадимович

**НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ХИМИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ**

5.6.6. – История науки и техники (сельскохозяйственные науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

- Научный руководитель:** **Ценч Юлия Сергеевна,**
доктор технических наук, доцент, член-корреспондент РАН, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», лаборатория почвообрабатывающих и мелиоративных машин, главный научный сотрудник
- Официальные оппоненты:** **Титова Вера Ивановна,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева», кафедра «Агрохимия и агроэкология», заведующая кафедрой
- Торшин Сергей Порфирьевич,**
доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кафедра агрономической, биологической химии и радиологии, профессор кафедры
- Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» (ФГБНУ ВНИИ агрохимии)

Защита состоится «___» _____ 2025 г. в часов на заседании диссертационного совета 24.1.247.03, созданного на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ), по адресу: 109428, РФ, г. Москва, ул. 1-й Институтский проезд, дом 5, тел/факс: 8(499)171-43-49.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ ФНАЦ ВИМ и на сайте <http://vim.ru>.

Автореферат размещен на сайте Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: <https://vak.minobrnauki.gov.ru> «___» _____ 2025 г.

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук,
член-корреспондент РАН

Сибирёв Алексей Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Высокопродуктивное и устойчивое к изменениям природной среды сельское хозяйство является одним из приоритетных направлений научно-технологического развития России. Современное аграрное производство сопряжено с активным использованием широкой номенклатуры химических средств. Их применение позволяет обеспечить высокий уровень урожайности и качества продукции, тем самым решая задачи продовольственной безопасности страны. Технологии создания химических средств нового поколения для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, их защиты от болезней и вредителей, а также ветеринарных лекарственных средств включены в Перечень важнейших наукоемких технологий, утвержденный Указом Президента РФ от 18 июня 2024 г. № 529, т.е. являются одним из государственных приоритетов. Это обстоятельство определяет необходимость анализа направлений их создания и применения, на основе которого должны формироваться управленческие решения, нацеленные на дальнейшее развитие химизации сельского хозяйства и в целом агропромышленного комплекса.

В нашей стране накоплен богатый опыт создания и функционирования системы специализированных научно-исследовательских и научно-производственных структур, аграрных вузов, промышленных предприятий, позволивший в полной мере использовать преимущества, которые дает химизация для существенного повышения эффективности аграрного производства. Для определения современных направлений научно-технологического развития необходимо формирование целостной картины становления и функционирования химизации сельского хозяйства на основе анализа, систематизации и обобщения. Таким образом, исследование процесса эволюции создания и применения химических средств в сельском хозяйстве является актуальной научной задачей.

Степень разработанности темы. Проблематика химизации сельского хозяйства находится на пересечении нескольких научных направлений, в рамках которых происходило обобщение накопленного опыта. В агрохимии основополагающее научно-практическое значение имели труды академика Д.Н. Прянишникова, а в последующем - члена-корреспондента АН СССР А.В. Соколова¹, академиков РАН В.Г. Минеева², А.А. Завалина³, В.Г. Сычева⁴, А.Х. Шеуджена⁵, члена-корреспондента РАН В.Н. Кудярова⁶, В.М. Семенова, В.И. Титовой⁷, В.В. Кидина⁸, С.П. Торшина⁹, А.П. Налиухина, А.И. Осипова¹⁰, П.Д. Попова¹¹; в почвоведении – академиков РАН Г.В. Добровольского¹²,

¹ Соколов А.В. Очерки из истории агрономической химии в СССР. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1958. 199 с.

² Минеев В.Г. История состояния агрохимии на рубеже XXI века / В.Г. Минеев; Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Фак. почвоведения. М.: Московский гос. ун-т, 2006-2010. Кн. 1-3.

³ Завалин А.А. Проблемы и пути решения технологического развития земледелия // Земледелие. 2024. № 2. С. 25-29.

⁴ Сычев В.Г. Эволюция проблем и решений в агрохимии. М.: ВНИИА, 2024. 438 с.

⁵ Шеуджен А.Х. Агрохимия. Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2023. 612 с.

⁶ Кудяров В.Н., Семенов В.М. Проблемы агрохимии и современное состояние химизации сельскохозяйственного производства в Российской Федерации // Агрохимия. 2014. № 10. С. 3-17.

⁷ Титова В.И. Краткая история агрохимии в летописи кафедры // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № S2(30). С. 8-15.

⁸ Кидин В.В. История агрохимии. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013. 270 с.

⁹ Налиухин А.Н., Торшин С.П. 95 лет Отечественной агрохимии в Тимирязевке // Агрохимический вестник. 2023. № 5. С. 96-98.

¹⁰ Осипов А.И. История химической мелиорации почв: проблемы и перспективы развития // Вестник мелиоративной науки. 2022. № 1. С. 47-55.

¹¹ Попов П.Д. От истоков зональных агрохимических лабораторий до государственных проектно-исследовательских станций и центров агрохимслужбы // Агрохимический вестник. 2014. № 1. С. 2-4.

¹² Добровольский Г.В. Лекции по истории и методологии почвоведения. М.: Московский ун-т, 2010. 230 с.

В.И. Кирюшина¹³, И.А. Крупеникова¹⁴, В.С. Аношко¹⁵; в защите растений – академиком РАН В.А. Захаренко¹⁶, В.А. Павлюшина¹⁷, В.И. Долженко¹⁸, А.П. Глинушкина¹⁹, члена-корреспондента РАН Н.Н. Мельникова, А.Ф. Ченкина²⁰ и др.

Развитие химической промышленности, являющейся материальной базой химизации, исследовалась П.М. Лукьяновым²¹, В.С. Лельчуком²², А.Н. Родным²³, Е.Н. Будрейко²⁴.

Развитие техники и технологий применения средств химизации рассматривали в своих трудах академики РАН В.И. Черноиванов²⁵, Ю.Ф. Лачуга²⁶, Я.П. Лобачевский²⁷, А.Ю. Измайлов²⁸, В.Ф. Федоренко²⁹, А.С. Дорохов³⁰, Г.И. Личман, Н.М. Марченко³¹, Ю.Ф. Новиков³². Анализ становления и развития механизации сельского хозяйства проведен в диссертации А.В. Титенка³³. Становление и развитие научно-технического потенциала механизации сельского хозяйства отражено в трудах члена-корреспондента РАН Ю.С. Ценч³⁴. История применения авиации для проведения сельскохозяйственных химических работ отражена в трудах Ю.В. Кузьмина³⁵, Д.А. Соболева³⁶.

¹³ Кирюшин В.И. Развитие парадигмы сельскохозяйственного природопользования (к 175-летию В.В. Докучаева) // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2021. № S1. С. 5-26.

¹⁴ Крупеников И.А. История почвоведения (от времени его зарождения до наших дней). М.: Наука, 1981. 327 с.

¹⁵ Аношко В. С. История и методология почвоведения. Минск: Вышэйшая школа, 2013. 269 с.

¹⁶ Захаренко В.А. Тенденции и перспективы химической и биологической защиты растений // Защита и карантин растений. 2011. № 3. С. 6-10.

¹⁷ Павлюшин В.А. Военные и послевоенные годы Всесоюзного (ныне Всероссийского) института защиты растений // Вестник защиты растений. 2025. Т. 108, № 1. С. 53-55.

¹⁸ Долженко В.И., Сухорученко Г.И., Лаптев А.Б. Развитие химического метода защиты растений в России // Защита и карантин растений. 2021. №4. С. 3-13.

¹⁹ Глинушкин А.П., Кудяров В.Н. Журналу «Агрохимия» - 60 лет // Агрохимия. 2024. № 1. С. 3-11.

²⁰ История развития и проблемы защиты растений / Ченкин А.Ф., Захаренко В.А., Мельников Н.Н. и др.; Под ред. Ченкина А.Ф. М.: Россельхозакадемия, 1997. 330 с.

²¹ Лукьянов П.М. История химических промыслов и химической промышленности России до конца XIX века / Под ред. акад. С.И. Вольфовича; Акад. наук СССР. Отд-ние хим. наук и Ин-т истории естествознания. М.; Л.: Изд-во и 2-я тип. Изд-ва Акад. наук СССР, 1948-1965 (Москва). В 6 т.

²² Лельчук В.С. Создание химической промышленности СССР: из истории соц. индустриализации. М.: Наука, 1964. 383 с.

²³ Родный А.Н. Формирование научной инфраструктуры химической промышленности СССР в 1920-1940-е гг. // Проблемы деятельности ученого и научных коллективов. 2005. № 21. С. 202-218.

²⁴ Будрейко Е.Н. Развитие химической промышленности России (СССР) в контексте хозяйственно-экономической и социальной политики страны (1900-1927) // Вопросы истории естествознания и техники. 2023. Т.44, № 4. С. 682-706.

²⁵ Черноиванов В.И., Ежевский А.А., Федоренко В.Ф. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 284 с.

²⁶ Подсистема технологий, машин и оборудования для агрохимического обеспечения сельскохозяйственных предприятий / соавт.: Н.Т. Сорокин и др.; ФГБНУ «Всерос. НИИ механизации и информ. агрохим. обеспечения сел. хоз-ва». Рязань, 2016. 223 с.

²⁷ Лобачевский Я.П. Научное обеспечение приоритетных технологий агропромышленного комплекса Российской Федерации // Вестник Российской академии наук. 2024. Т. 94, № 3. С. 275-282.

²⁸ Измайлов А.Ю., Артюшин А.А., Личман Г.И., Смирнов И.Г., Марченко А.Н. Цифровые технологии химизации сельского хозяйства: теория и практика. М.: ФНАЦ ВИМ, 2020. 180 с.

²⁹ Федоренко В.Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 146 с.

³⁰ Дорохов А.С., Старостин И.А., Ешин А.В. Перспективы развития методов и технических средств защиты сельскохозяйственных растений // Агроинженерия. 2021. № 1(101). С. 26-35.

³¹ Марченко Н.М., Личман Г.И. Механизация внесения удобрений // ВИМ: история механизации (1930-2005 гг.). М.: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2005. С. 207-221.

³² Новиков Ю.Ф. Эволюция техники земледелия и проблема эрозии / Ю.Ф. Новиков, А.К. Истрати; Отв. ред. И.А. Крупеников. Кишинев: Штиинца, 1983. 211 с.

³³ Титенко А.В. Развитие механизации сельского хозяйства России: дис. ... докт. техн. наук. Москва, 2002. 448 с.

³⁴ Ценч Ю.С. Роль отечественных научных школ в становлении и развитии механизации и электрификации сельского хозяйства России (1920-2023 гг.) // Российская сельскохозяйственная наука. 2024. № 1. С. 3-10.

³⁵ Кузьмин Ю.В. Сельхозавиация СССР и России на фоне конкурентов // АиК. 2021. № 9. С. 14-25

³⁶ Соболев Д.А. Авиация на службе сельского хозяйства СССР: история вопроса // Технический сервис машин. 2023. № 2(151). С. 166-176.

Химизация отечественного (СССР и России) сельского хозяйства как целостный феномен была самостоятельным предметом диссертаций сравнительно редко. Существующим диссертациям характерны либо региональная направленность (работа Т.Р. Пардаева³⁷), либо отраслевой уклон (Г.И. Коротких³⁸, И.Ф. Удовенко³⁹, Г.К. Аминова⁴⁰, А.А. Исраилов⁴¹, Ю.С. Прихожко⁴²). Анализ ассортимента химических средств в сельском хозяйстве был выполнен Ш.М. Омаровым⁴³. В диссертациях И.И. Веленто⁴⁴ и Х.-М. Х. Вахаева⁴⁵ рассмотрены организационные аспекты химизации.

Таким образом, комплексная категория химизации сельского хозяйства получила весьма разноплановое отражение в исследованиях. Вместе с тем вопросы применения разнообразных химических средств десятилетиями рассматривались исключительно по целевому назначению (применение минеральных удобрений и мелиорантов традиционно относилось к агрохимии, а пестицидов – к области защиты растений и т.п.), однако современные интенсивные технологии земледелия и животноводства основаны на комплексном использовании различных веществ в едином процессе. Сложилась потребность в воссоздании столь же единой и структурированной картины развития химических методов интенсификации сельскохозяйственного производства.

Цель исследования – ретроспективный анализ и воссоздание целостной картины развития химизации сельского хозяйства России.

Задачи исследования:

1. Определить характерные этапы развития технологий и технических средств химизации сельского хозяйства;
2. Выделить особенности становления и развития инфраструктуры химизации сельского хозяйства;
3. Определить основные направления развития химических средств сельскохозяйственного назначения;
4. Исследовать основные характеристики развития технических средств химизации сельского хозяйства;
5. Определить место химизации в дальнейшей интенсификации сельского хозяйства

Объект исследования – инфраструктура и агротехнологические аспекты химизации сельского хозяйства.

Предмет исследования – эволюционные аспекты развития химизации сельского хозяйства.

³⁷ Пардаев Т.Р. Химизация сельского хозяйства Узбекистана в 60-е годы: состояние и проблемы: автореферат дис ... канд. ист. наук. Ташкент, 1998. 29 с.

³⁸ Коротких Г.И. Разработка и развитие авиационного и аэрозольного способов защиты растений от вредителей и болезней в СССР: доклад (вместо автореферата) ... канд. с.-х. наук. М., 1962. 25 с.

³⁹ Удовенко И.Ф. Становление комплекса химических средств защиты растений в Башкортостане: На прим. НИТИГ и ОЗ: дис ... канд. техн. наук. Уфа, 1998. 163 с.

⁴⁰ Аминова Г.К. Этапы становления и развития производства регуляторов роста и развития растений: дис ... канд. техн. наук. Уфа, 2000. 183 с.

⁴¹ Исраилов А.А. Направления развития химии и технологии производства фунгицидов и протравителей семян: дис... канд. техн. наук. Уфа, 2007. 150 с.

⁴² Прихожко Ю.С. Роль сельскохозяйственной авиации в подъеме хлопководства в Узбекистане, 1959-1970 гг.: дис ... канд. ист. наук. Ташкент, 1973. 178 с.

⁴³ Омаров Ш.М. Основные направления развития средств химизации сельского хозяйства: дис ... докт. хим. наук - Гянджа, 1990. 424 с.

⁴⁴ Веленто И.И. Правовое регулирование агрохимического обслуживания сельскохозяйственных предприятий в СССР: дис... канд. юрид. наук. М., 1983. 205 с.

⁴⁵ Вахаев Х.-М. Х. Правовые проблемы химизации сельского хозяйства в СССР: дис ... канд. юрид. наук. М., 1985. 209 с.

Рабочая гипотеза. Воссоздание целостной картины становления химизации сельского хозяйства России позволит выработать рациональные направления его дальнейшего развития.

Хронологические рамки исследования связаны с определением временных периодов: подготовительного (1770-1924 гг.), формирующего (1924-1948 гг.), экстенсивного (1948-1963 гг.), стабилизационного (1963-1976 гг.), интенсивного (1976-1991 гг.) и децентрализованного (с 1991 по настоящее время).

Источниковая база исследования отличается разнообразием документальных источников. Особое значение имеют документы общероссийских (Государственного архива Российской Федерации, Российского государственного архива экономики и др.), а также региональных (Центральный государственный архив Московской области, Московский областной архивный центр) архивов. Опубликованные материалы, использованные автором, делятся на следующие категории: нормативно-правовая документация, научно-технические информационные и аналитические материалы, монографии и учебные пособия, диссертации и их авторефераты, мемуары.

Методология и методы исследования. Методологической основой диссертации является сочетание общенаучных методов (анализ, синтез, индукция, дедукция, диалектический метод) и принципов (объективность, всесторонность, целостность, историзм) со специальными (проблемно-хронологический, сравнительный, синхронный, типологический, генетический и периодизация). Комплексный характер химизации предопределил необходимость использования междисциплинарного и системного подходов.

Научная новизна исследования заключается:

в выявлении характерных временных периодов развития химизации сельского хозяйства России, их отличительных черт и создании на этой основе целостной эволюционной картины;

в определении особенностей становления и развития инфраструктуры химизации сельского хозяйства и отечественной промышленности как её основы;

в определении основных характеристик эволюционного развития химических средств сельскохозяйственного назначения и технических средств для их применения.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Этапы развития технологий и технических средств химизации сельского хозяйства, их характерные черты;

2. Особенности становления и развития инфраструктуры химизации сельского хозяйства и отечественной промышленности как её основы;

3. Основные направления развития химических средств сельскохозяйственного назначения;

4. Основные характеристики развития технических средств химизации сельского хозяйства.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость исследования и его результатов состоит в расширении, уточнении и углублении современных научных представлений о характере и особенностях развития химических методов интенсификации сельскохозяйственного производства нашей страны, российской сельскохозяйственной химии в целом. Исследованные в работе организационные аспекты химизации и управленческие подходы представляют интерес с точки зрения совершенствования организации производства в агропромышленном

комплексе, государственного контроля и надзора в его отраслях, управления научно-технологическими проектами всех уровней.

Содержание работы может использоваться для организации общеобразовательных, профильных и факультативных курсов, в учебных пособиях по истории науки и техники, становлению и развитию агрономии, агрохимии, защиты растений, агроинженерии, для популяризации достижений отечественной науки и техники. Материалы и выводы диссертации могут быть использованы в аналитической работе научных учреждений и информационно-консультационных служб.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены и обсуждены на II Международной конференции Российского национального комитета по истории и философии науки и техники РАН (26 февраля – 3 марта 2024 г. Москва), Международной научно-практической конференции «Научно-технологическое развитие России в условиях новых вызовов» (13 июня 2024 г., Белгород), Международной научно-практической конференции «Роль науки в формировании устойчивого будущего: глобальные вызовы и возможности» (12 декабря 2024 г, Белгород), XVI Всероссийской научной конференции «Столица и провинция: проблемы взаимоотношений центра и регионов в истории России» (14 марта 2025 г., Санкт-Петербург), VIII Всероссийской молодёжной конференции с международным участием «Химия и химическое образование XXI в.» (24-28 марта 2025 г. Санкт-Петербург), XVI Международной орнитологической конференции Северной Евразии (21-24 апреля 2025 г., Казань), VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Молодые ученые в аграрной науке» (23-24 апреля 2025 г., Луганск), Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Фундаментальные и прикладные исследования в ботанике, экологии, растениеводстве» (26-30 мая 2025 г., Ялта).

Материалы диссертации внедрены в учебный процесс ФГБНУ ФНАЦ ВИМ и колледжа – структурного подразделения ФГБОУ ВО «Гжельский государственный университет», получены акты внедрения.

Достоверность определяется совокупностью широкого круга источников (как опубликованных, так и ранее не публиковавшихся архивных документов, материалов печати, мемуарной литературы, исследований отечественных и зарубежных авторов), использованием комплекса общенаучных и специальных методов исследования, преимуществом ранее выдвинутому научным идеям и гипотезам, непротиворечивостью известному фактологическому материалу.

Публикации по теме диссертации. Основные положения и результаты исследований опубликованы в 11 работах, в т. ч. в 4 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и в 7 публикациях в сборниках материалов научных конференций.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 3 глав, выводов по главам, заключения, библиографического списка, включающего 322 наименования. Текст изложен на 296 страницах, включает 32 рисунка, 19 таблиц, 3 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, приведены цель, задачи, объект и предмет исследования, научная новизна работы, практическая значимость.

В первой главе «Химизация в отечественной аграрной науке» проведен анализ развития понятия «химизация сельского хозяйства», выявлены предпосылки к целостному осмыслению и обобщению химических методов в сельском хозяйстве, введена периодизация развития химизации и показана роль отечественной агрохимической школы в этом процессе.

Изучение эволюции химизации сельского хозяйства как объективного процесса предполагает введение периодизации. Однако в настоящее время она разработана недостаточно в связи с комплексным характером самой химизации. В то же время к целостному осмыслению химических методов в сельском хозяйстве сложился ряд предпосылок (см. Рисунок 1).

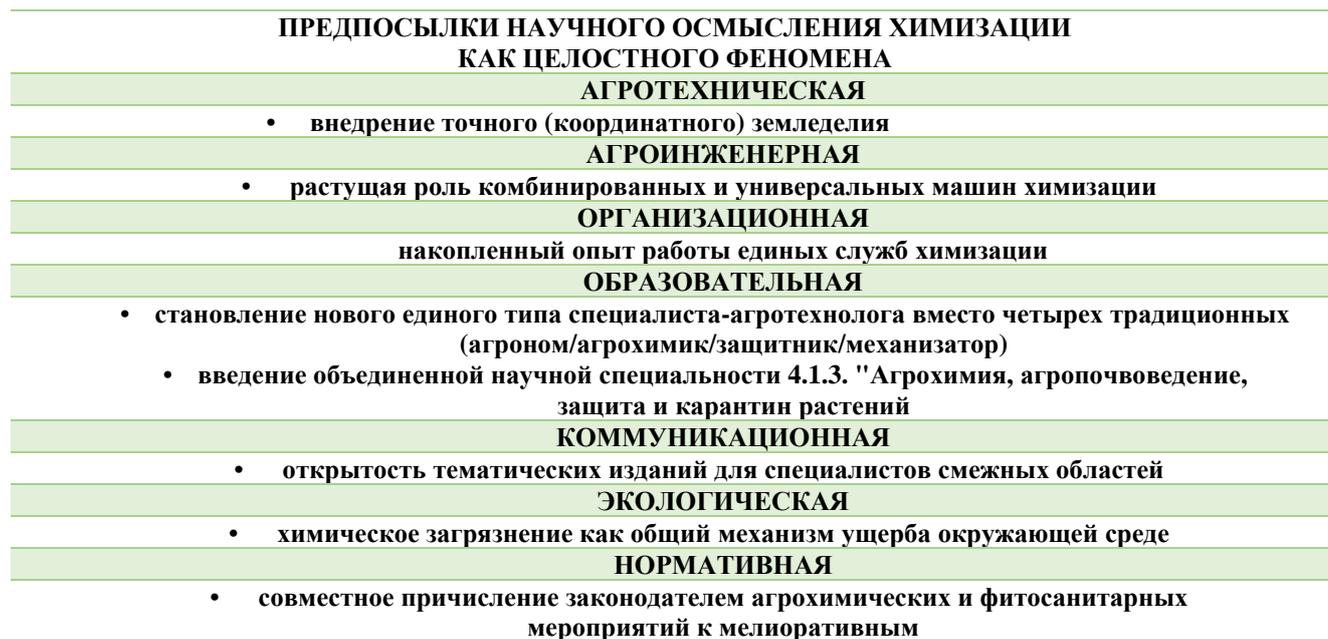


Рисунок 1. Предпосылки научного осмысления химизации как целостного феномена

Предпринятые ранее рядом авторов (Ш.М. Омаров, И.И. Веленто и др.) попытки введения периодизации сыграли важную структурирующую роль, однако были узконаправленными и не дополнялись в последующем. В этой связи нами предложена периодизация, которая интегрирует предшествующие научные идеи и гипотезы и является их дальнейшим развитием (Рисунок 2).

Каждый этап характеризуется господствующими эволюционными факторами, ключевой проблемой и достигнутым уровнем научно-технического потенциала.

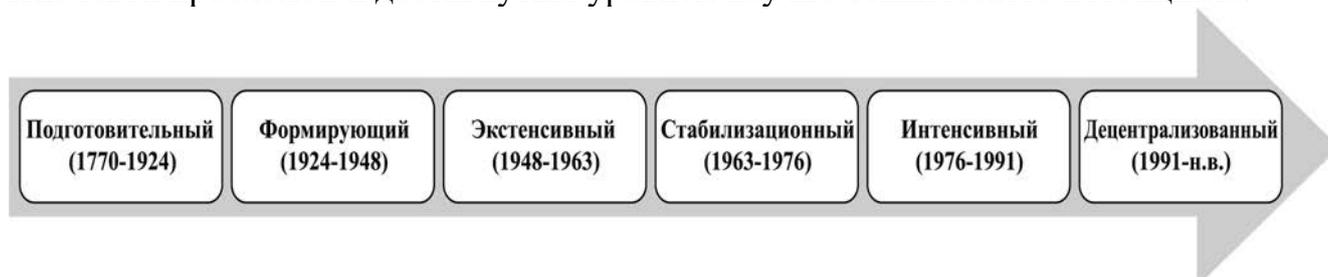


Рисунок 2. Этапы развития технологий и технических средств для внесения удобрений и защиты растений

Подготовительный этап (1770-1924 гг.) является предтечей химизации. В данный период идет накопление эмпирического материала, предпринимаются попытки его теоретического осмысления, первоначально в рамках естественных наук (химии, биологии), а с середины XIX века в рамках самостоятельной науки агрохимии. Однако в целом химизация как научно обоснованный, организованный процесс остается предметом внимания главным образом энтузиастов.

В силу длительности подготовительный этап подразделяем на три подэтапа: энциклопедический, опытно-наблюдательный и инициативно-поисковый. Энциклопедический подэтап (1770-1840 гг.) связан с именами А.Т. Болотова, А.А. Нартова, И.М. Комова, А.П. фон Пошмана, М.Г. Павлова и характеризуется накоплением главным образом эмпирических знаний преимущественно исследователями-энциклопедистами. Опыт-но-наблюдательный подэтап (1840-1900 гг.) связан с именами Я.А. Линовского, П.А. Ильенкова, И.А. Стебута, Д.И. Менделеева, А.Н. Энгельгардта, А.П. Людоговского, А.А. Колесова, П.В. Будрина, А.Е. Зайкевича, П.А. Костычева, К.А. Тимирязева и др. и характеризуется формированием практических предложений профессионалами на основе научной методологии. Инициативно-поисковому подэтапу (1900-1924 гг.) характерен переход от отдельных предложений и изобретений энтузиастов к целостным проектам. Их научной основой стало разрабатываемое Д.Н. Прянишниковым учение о применении минеральных удобрений. Учреждаются различные комиссии (Азотная, Фосфоритная и др.) и комитеты (Общественный комитет по делам удобрений – ОКДУ и др.), призванные объединить усилия ученых, инженеров и власти. В них, наряду с Д.Н. Прянишниковым, работали такие видные отечественные исследователи, как Я.В. Самойлов, Э.В. Брицке, П.С. Коссович, И.А. Каблуков, К.Д. Глинка, А.И. Горбов, В.Ф. Миткевич, А.В. Сапожников, В.П. Кочетков и др.

Формирующий этап (1924-1948 гг.) – период первоначального признания химизации как государственно значимой инициативы. Важнейшим достижением этапа является создание фактически с нуля отечественной азотной, калийной и фосфорной промышленности, производства химических средств защиты растений. Формируется сеть специализированных научно-исследовательских учреждений (Всесоюзный научно-исследовательский институт удобрений и агропочвоведения – ВИУА, Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты растений – ВИЗР и др.), система подготовки агрономических и инженерных кадров (Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Кубанский сельскохозяйственный институт, классические университеты – Московский, Нижегородский, Пермский и др., Московское высшее техническое училище и т.д.) Трудami коллективов Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (ВИМ), Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственного машиностроения имени В.П. Горячкина (ВИСХОМ), машиностроительных предприятий создаются отечественные образцы специальной техники.

Экстенсивный этап (1948-1963 гг.) связан с различными экспериментами в аграрной политике, призванными решить насущные проблемы через количественный рост. Продолжаются дискуссии о значении химизации для интенсификации сельскохозяйственного производства.

Стабилизационный этап (1963-1976 гг.) определяется окончательным признанием химизации ключевым направлением развития сельского хозяйства наряду с механизацией и электрификацией, принимаются принципиальные решения о ее поддержке.

Интенсивный этап (1976-1991 гг.) является временем наибольшего расцвета химизации, поскольку к этому времени общий курс на интенсификацию сельского хозяйства начинает подкрепляться финансово и материально-технически. Была сформирована инфраструктура всего жизненного цикла – от добычи сырья до внесения удобрений и пестицидов на поля, которая обеспечивалась комплексами машин отечественной разработки и производства.

Децентрализованный этап (1991-н.в.) соотносится с переходом в постсоветскую эпоху. Одновременно происходят кардинальные структурные изменения агропромышленного комплекса и переориентация на биологизацию сельского хозяйства, приоритет технологий точного (координатного) земледелия. Наряду с ориентировками на максимальные урожаи становится необходимым учитывать экологические аспекты при сохранении экономической эффективности.

Поступательное развитие химизации сельского хозяйства определялось созданием отечественной агрохимической научной школы выдающимся русским и советским ученым, академиком АН СССР и ВАСХНИЛ Д.Н. Прянишниковым. Феномен его личности состоит как в собственных научных достижениях, так и в формировании научных основ и становлении отечественной агрохимии. Исследованиями, проведенными в рамках научной школы Д.Н. Прянишникова, доказана целесообразность применения минеральных удобрений в природно-климатических условиях нашей страны и обоснована необходимость создания развитой промышленности удобрений.

Во второй главе «Инфраструктура химизации сельского хозяйства России» проведено обобщение историко-научного материала по деятельности множества разнородных организаций, обеспечивавших широкое внедрение химических средств и методов, с целью воссоздания целостной картины становления и развития химизации сельского хозяйства страны. Важной эволюционной особенностью является преемственность между дореволюционным научным сообществом и советским научно-техническим потенциалом. Превращение химизации из разрозненных инициатив энтузиастов в целостную программу стало возможным благодаря комплексу мероприятий, среди которых ведущее место занимает государственная поддержка.

Первоначально инфраструктура химизации сельского хозяйства России была представлена высшими учебными заведениями, где формировались научные основы агрохимии и защиты растений и практические рекомендации (Московский и Санкт-Петербургский университеты, Санкт-Петербургский земледельческий институт, Петровская земледельческая и лесная академия и др.). Длительное время эта работа велась профессурой по личной инициативе или в рамках общественных структур (в частности, Вольного экономического общества). Государственный интерес проявил себя значительно позже (в начале XX в.) и был связан преимущественно с военными нуждами (Азотная комиссия) и в меньшей степени с поддержкой земледелия (Фосфоритная комиссия).

Утверждение химизации как государственного проекта стимулировало формирование системы подготовки необходимых кадров через сельскохозяйственные вузы и университеты. Уже к 1939 г. большинство

специалистов с высшим образованием, ответственных за применение различных химических средств в сельском хозяйстве СССР, было подготовлено именно советской высшей школой (Рисунок 3).

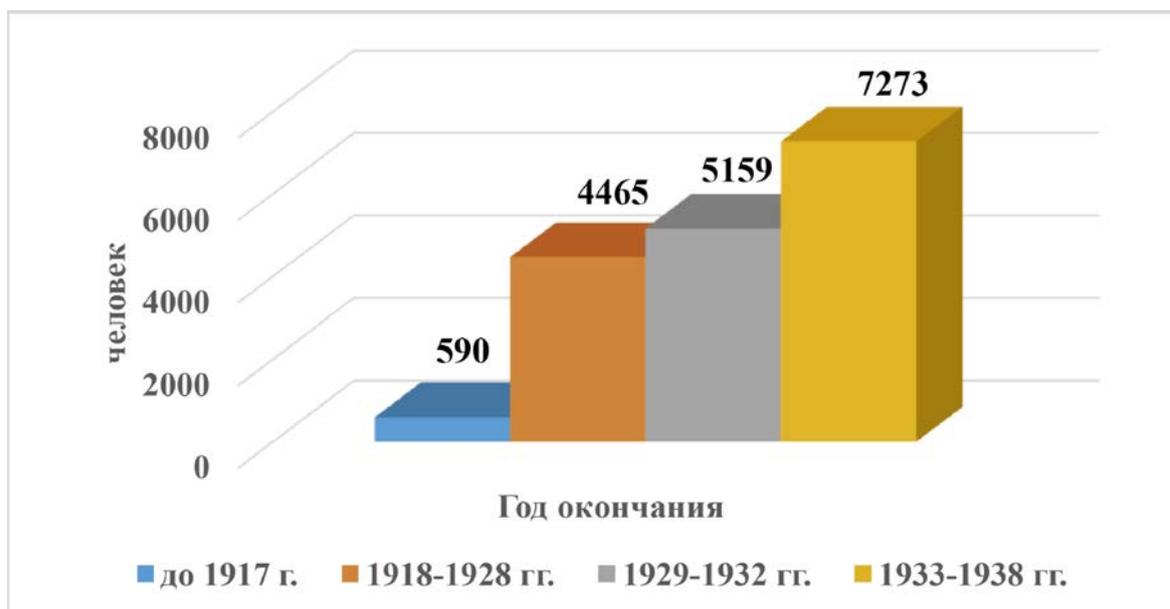


Рисунок 3. Распределение агрохимиков с высшим образованием, работавших в системе Народного комиссариата земледелия СССР, по году окончания вуза на 1939 г.⁴⁶

На последующих этапах высшая школа сосредоточилась на подготовке специалистов с опорой на традиции сложившихся научно-педагогических коллективов. Развитие агропромышленного комплекса требует «...в вузах готовить специалистов комплексной химизации сельского хозяйства с солидной подготовкой не только в теоретическом аспекте, но и по технологиям и технике для применения всех средств химизации... Это будут уже не агрономы-агрохимики или агрономы-защитники, а скорее агрохимики-технологи»⁴⁷.

До революции 1917 г. ведущей формой исследовательских коллективов по проблеме химизации были различные общественные комитеты и комиссии. С переходом страны к новым социальным отношениям массово формируются постоянные структуры – научные институты. Особое место среди них занял созданный Я.В. Самойловым, Д.Н. Прянишниковым и Э.В. Брицке Научный институт по удобрениям как родоначальник агрохимических исследований в стране. В 1931 г. на его базе был организован специализированный Всесоюзный научно-исследовательский институт удобрений и агропочвоведения (ВИУА) в системе ВАСХНИЛ. В 1941 г. под методическим руководством ВИУА была организована Географическая сеть полевых опытов с удобрениями – уникальная экспериментальная система мирового значения. С 1965 г. институт носит имя Д.Н. Прянишникова – инициатора его создания.

Наибольшее количество научных центров по производству сельскохозяйственных химических средств было создано в течение формирующего

⁴⁶ Специалисты системы Наркомзема с законченным высшим образованием на 1 января 1939 г.: статистические материалы. – М.: [б. и.], 1939. – С. 5.

⁴⁷ Труды ВНИПТИХИМ. Агрохимические исследования и технологии. Т. 1, вып. 1. – М.: РАСХН ВНИПТИХИМ, 1999. – С. 6.

этапа (1924-1948 гг.) – времени интенсивного создания в стране мощной химической промышленности, объективно нуждавшейся в научной поддержке.

В течение интенсивного этапа (1976-1991 гг.) было создано наибольшее количество специализированных институтов по химизации, что связано с необходимостью более тщательного научного сопровождения развернутых в стране масштабных работ по химизации, обеспечения формирования активно создаваемой в эти годы инфраструктуры всего жизненного цикла.

Развитие тематики химизации изначально имело место не только в специализированных научных центрах, но и в отраслевых и зональных институтах по сельскому хозяйству, опытных станциях, агроинженерных учреждениях.

Важным передаточным звеном между наукой и практикой стала Государственная агрохимическая служба, действующая в стране с 1964 г. В её развитии автором выделено 4 этапа: 1) контрольно-консультативная сеть без единого юридического лица (1964-1979 гг.); 2) специализированная производственно-контрольная служба (система «Союзсельхозхимии», 1979-1991 гг.); 3) постсоветская контрольно-консультативная сеть без единого юридического лица (1991-2023 гг.); 4) агрохимслужба как единая организация (с 2023 г.). В научный оборот нами введен ряд ранее не публиковавшихся архивных источников о деятельности агрохимической службы и региональных проблемах химизации (на материале Московской области).

С созданием единой агрохимической службы возникла потребность её научно-методического обеспечения. Для выполнения этой функции в 1966 г. организована Центральная контрольная агрохимическая лаборатория (ЦКАЛ) при ВИУА, в 1969 послужившая базой создания Центрального института агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ЦИНАО). Коллективом ЦИНАО разрабатывались методики обследования и оценки плодородия земель сельскохозяйственного назначения для всей территории СССР, в деятельность агрохимслужбы внедрены математические методы и вычислительная техника, что позволило значительно повысить уровень агрохимических исследований в стране. В 2003 г. ЦИНАО и ВИУА объединены во Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (ВНИИА), унаследовавший роль головного научно-методического учреждения.

Кроме государственной, сегодня существуют региональные и негосударственные агрохимические службы, что не умаляет её значения и соответствует сложившимся социально-экономическим отношениям.

Сформировавшаяся в рамках советского государства характерная модель управления химизацией сельского хозяйства обеспечила активное создание необходимой инфраструктуры. Органы отраслевого управления и научно-технической политики выступали исполнителями решений высшего партийного руководства и его консультантами. В постсоветскую эпоху все основные организационные аспекты химизации постепенно сосредоточились под общим руководством Министерства сельского хозяйства России, при этом они разделены по разным структурам (Департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений, Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору, Российский сельскохозяйственный центр, Агрохимическая служба России).

Взаимодействие различных инфраструктурных составляющих системы химизации обеспечило становление научных школ, формирование мощной теоретической платформы и производственного задела, позволивших агропромышленному комплексу нашей страны поступательно развиваться в советский период и заложить запас прочности на последующие годы.

В третьей главе «Агротехнологические аспекты химизации сельского хозяйства России» приведена общая характеристика средств химизации и предложена их классификация (Таблица 1), обобщены материалы о становлении промышленных комплексов, проанализированы процессы эволюции техники и технологий внесения средств химизации, изменения её организационных аспектов, перспективы химических методов.

Таблица 1 – Классификация средств химизации по технологическому принципу

Средства химизации растениеводства	Агрехимикаты (согласно Федеральному Закону от 19.07.1997 № 109-ФЗ и Государственному каталогу)
	Пестициды (согласно Федеральному Закону от 19.07.1997 № 109-ФЗ и Государственному каталогу)
	Прочие технологические средства для растениеводства (химические средства защиты растений от заморозков -криопротекторы; некоторые средства пред- и послеуборочной подготовки почвы)
	Синтетические конструкционные материалы (укрывные материалы для растениеводства открытого грунта и строительства сооружений защищенного грунта; гидроизолирующие материалы для нужд мелиорации)
	Средства воздействия на абиогенную среду агроценоза (средства создания дымовых завес; противогодавые составы; химические средства опреснения воды)
Средства химизации животноводства	Кормовые добавки; консерванты для сохранения кормов; ветеринарные препараты, средства для ухода за сельскохозяйственными животными, животноводческие дезинфектанты, инсектициды и акарициды; химикаты рыбохозяйственного назначения

Исследование становления и развития промышленности как материальной основы химизации показывает, что химические средства и машины для их применения в царской России были преимущественно иностранного производства или выпускались на принадлежащих иностранцам заводах. Создавать производство отечественных удобрений, пестицидов, необходимые виды машин и оборудования пришлось фактически с нуля. В послевоенные годы ситуация характеризовалась поступательным ростом капиталовложений и количественных показателей выпуска. В 1973 г. СССР становится мировым лидером по объемам производства минеральных удобрений. На децентрализованном этапе была утрачена значительная часть производственного потенциала, что привело к противоречию между потребностью в импортозамещении и сохраняющейся высокой долей морально и физически устаревшего оборудования. Другой характерной чертой текущего этапа является сохранение Россией лидерства на мировом рынке минеральных удобрений при крайне недостаточном потреблении их внутри страны и зависимости от импорта прочих средств химизации или компонентов для их производства. Так, по данным Росстата в 2024 г. в России было произведено 28,3 млн т прямых минеральных удобрений (в пересчете на 100% по действующему веществу)⁴⁸, однако из них внутри страны было применено лишь 3,5 млн т (т.е. 12,4%)⁴⁹.

⁴⁸ О промышленном производстве в 2024 году [Электронный ресурс]. URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/10_05-02-2025.html (дата обращения 28.08.2025).

⁴⁹ Бюллетень «Внесение удобрений под урожай 2024 года, проведение работ по химической мелиорации земель и применяемые почвозащитные агротехнологии» [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Vnesen_udobren_2024.xlsx (дата обращения 28.08.2025).

Химические средства и техника для их внесения развиваются коэволюционно (совместно и взаимозависимо). До начала XX в. вся необходимая для внесения химических средств техника была исключительно наземной, пополнившись затем пилотируемой, а с конца столетия и беспилотной авиацией. Эволюция техники химизации сельского хозяйства может быть описана через следующие вехи:

1. Примитивные приспособления и машины, основанные на использовании мускульной силы, гравитации и др. (например, «навозная тележка» А.П. фон Пошмана). Выполнение существующими типами техники изначально не присущих им задач по работе с химическими средствами (изобретение комбинированного сева А.Е. Зайкевичем);
2. Специализированные машины для основных операций;
3. Комплексы сквозной механизации с применением специализированных, комбинированных и универсальных машин (разделы Системы машин в СССР);
4. Преобладание комбинированных и универсальных машин;
5. Автоматизированные и роботизированные адаптивные технические средства точного земледелия, основанные на широком внедрении цифровых устройств, возможностей искусственного интеллекта.

Эволюционными факторами вышеуказанных изменений являются социально-экономические условия, природные особенности России (большие пространства, разнообразие почвенно-агрохимических условий, изобилие недоизученной вредной фауны и пр.), природа используемых химических средств, уровень развития промышленности (в т.ч. глубины кооперации) и научно-технического потенциала, взаимоотношения в системе «человек-техника».

Химизация и механизация сельского хозяйства находятся в неразрывной связи. Несмотря на значительные различия между собой, основные машины химизации: туковые и комбинированные сеялки, разбрасыватели минеральных удобрений, опрыскиватели и пр. – сходны единой структурой рабочего процесса (дозирование и распределение) и обнаруживают сходство отводимых им на разных этапах развития химизации задач (см. Таблицу 2). В то же время технические средства для внесения различных химических средств имеют свою видовую специфику, сказывающуюся и на характере их эволюционного развития.

Таблица 2. Приоритеты техники и технологии химизации на разных этапах её развития

Этап	Задача	Технические средства
Подготовительный	Обоснование принципиальной необходимости химических обработок	Примитивные разбрасыватели Туковые сеялки Ручные, конные, конно-моторные опыливатели и штанговые опрыскиватели
Формирующий Экстенсивный	Ограниченное (количественно или по культуре) применение химикатов	Туковые приспособления к плугам и сеялкам Тракторные опыливатели и штанговые опрыскиватели
Стабилизационный Интенсивный	Массовая сплошная равномерная обработка	Центробежные разбрасыватели Вентиляторные опрыскиватели Самолеты
Децентрализованный	Точная, исключительно целевая, химическая обработка	Штанговые разбрасыватели Агрегаты точного внесения с электронным управлением Беспилотные летательные аппараты

Научно-технический прогресс вместе с изменившимися социально-экономическими отношениями и тенденцией экологизации производства predetermined необходимость отхода от критерия равномерности в пользу критерия точности: вместо обработки площадей по усредненным показателям осуществляется точечное (целевое, дифференцированное) химическое воздействие. Конечным результатом являются максимальная реализация генетического потенциала растений на фоне столь же максимальной отдачи от каждого участка поля и существенное снижение химического прессинга на окружающую среду в результате уменьшения вносимых доз (что представлено на Рисунке 4 на примере пестицидов).

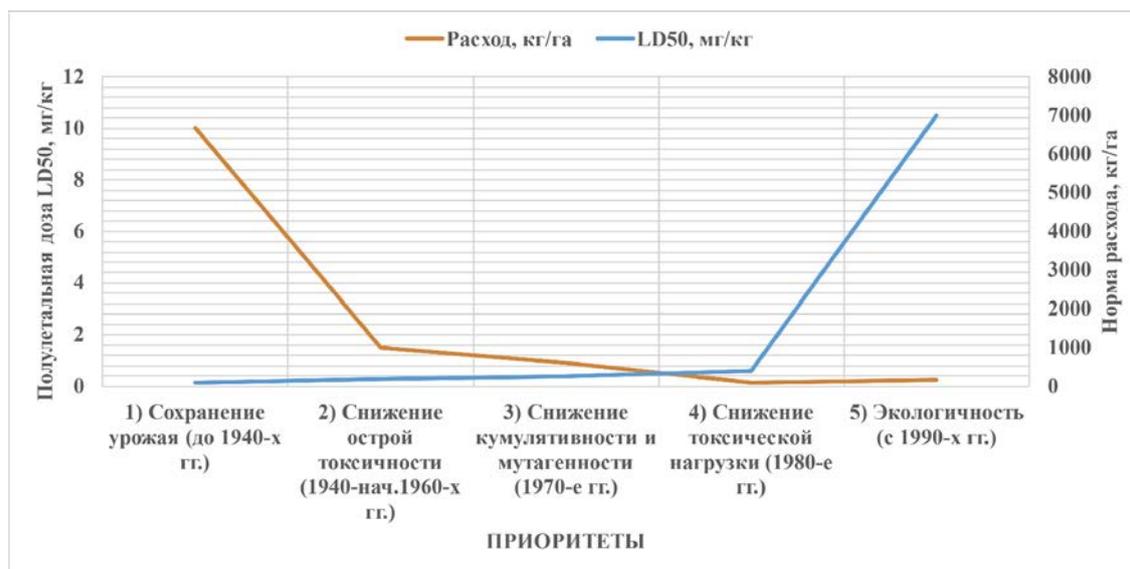


Рисунок 4 - Изменение характеристик химических средств защиты растений в XIX-XX вв. в зависимости от её приоритетов (по Бурову, Долженко, Сухорученко и др., 1999) на разных этапах развития химизации

Главными средствами химизации, эффективность применения которых отражает её уровень, являются минеральные удобрения и химические средства защиты растений.

Ретроспективный анализ показывает, что развитие наземных машин для внесения минеральных удобрений происходило по четырем эволюционным линиям, появление которых тесно связано с постепенным освоением разных типов внесения (см. Таблицу 3). Самостоятельную ветвь представляют авиационные средства.

Таблица 3. Эволюционные аспекты развития машин для внесения минеральных удобрений

Аспекты	Содержание
Совершенствование форм (эволюционные линии)	<i>Линия разбрасывателей:</i> тележечный-туковая сеялка-центробежный-штанговый
	<i>Линия посевных и посадочных машин:</i> универсальная сеялка- комбинированная туковая сеялка-посадочные машины с туковысевающими аппаратами
	<i>Линия почвообрабатывающих машин:</i> плуг-удобритель; культиватор-растениепитатель; плоскорез-удобритель и пр.
	<i>Линия растениепитателей по жидким удобрениям:</i> гербицидно-аммиачная машина, подкормщик-опрыскиватель, иньектор
	<i>Линия летательных аппаратов:</i> с неподвижным крылом (самолет); винтокрылые (вертолет, дрон)

Автономность	прицепное орудие -> навесное орудие -> самоходная машина-> автовождение
Важнейшие материалы	дерево, дерево+металл -> металл -> металл+полимеры
Перспективы	Сокращение доли центробежных разбрасывателей в пользу штанговых Увеличение внутрпочвенного внесения Повышение точности и избирательности дозирования Улучшение обработки границ поля Продолжение цифровизации мониторинга и автоматизации операций Цифровые исполнительные системы Применение беспилотной авиации

В защите растений наибольшее значение имеет операция опрыскивания. Развитие опрыскивателей происходило по двум эволюционным линиям, выделенных нами в зависимости от принципа распыления жидкости (см. Таблицу 4).

Таблица 4. Эволюционные аспекты развития опрыскивателей

Аспекты	Содержание
Совершенствование форм (эволюционные линии)	<i>Линия штанговых опрыскивателей:</i> персональные (безранцевые и ранцевые)-полустационарные (тачечные, бочечные)-экипажные; авиационные
	<i>Линия вентиляторных опрыскивателей</i>
Автономность	прицепное орудие -> навесное орудие -> самоходная машина-> автовождение
Важнейшие материалы	дерево, дерево+металл -> металл -> металл+полимеры
Перспективы	Повышение равномерности и точности опрыскивания Гибкая процедура дозирования Улучшение обработки границ поля Переход на ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) Широкое внедрение электростатического опрыскивания Увеличение доли авиационно-химических работ с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) Широкое внедрение различных инновационных систем (прямой впрыск, автоматическое переключение форсунок и др.) Развитие цифровизации мониторинга и автоматизации операций

Для оценки изменения технического уровня машин по мере развития химизации был проведен анализ таких характеристик, как ширина захвата, рабочая скорость и производительность.

Изменение ширины захвата важнейших машин химизации представлено на Рисунке 5.

Механизированные защитные работы стали практиковаться раньше, чем машинный способ внесения удобрений, поэтому штанговые опрыскиватели долгое время опережали по ширине захвата разбрасыватели минеральных удобрений. Однако в связи с увеличением объемов внесения минеральных удобрений для него также стали создаваться широкозахватные машины. Рабочая скорость тесно связана с энергетическими возможностями мобильного энергетического средства. На подготовительном и формирующем этапах использовалась преимущественно конная тяга. Средняя скорость всех тракторных агрегатов составляла в среднем около 3-3,5 км/ч. Коренной рост рабочей скорости

произошел только после Великой Отечественной войны, чему способствовали разработка новых, более мощных энергосредств и их освоение промышленностью.

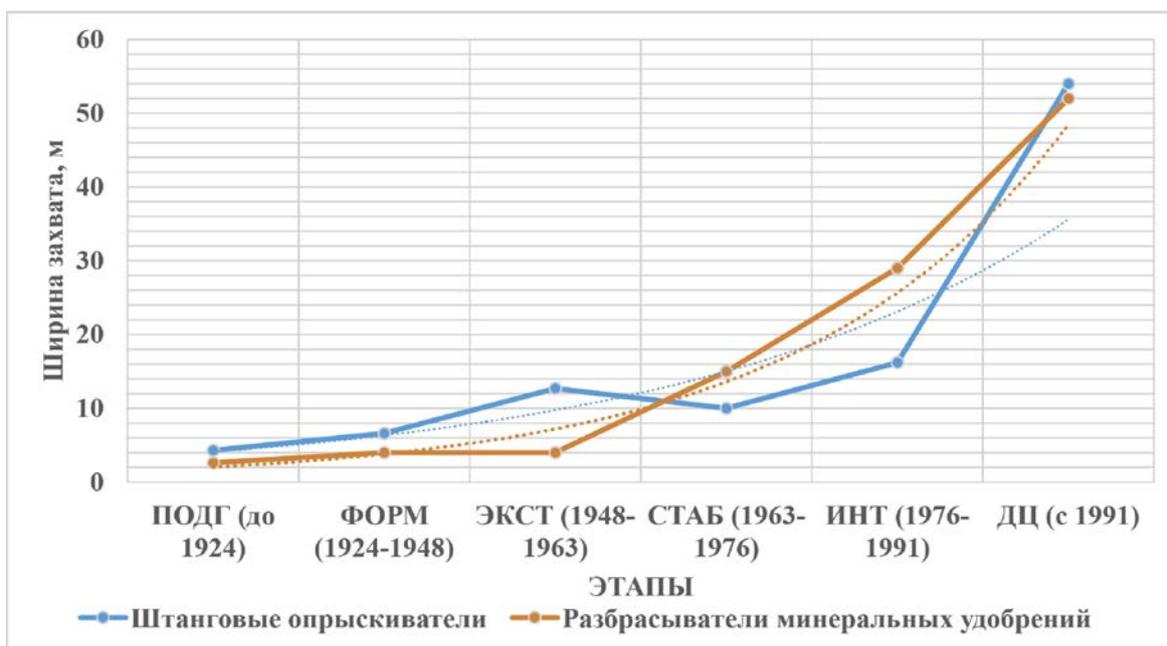


Рисунок 5 - Изменение ширины захвата важнейших машин химизации в связи с этапами развития технологий и технических средств

К началу 1970-х гг. это позволило перевести на повышенные скорости большинство агрегатов (Рисунок 6). Именно в СССР идея повышения рабочих скоростей, в т.ч. на операциях по внесению удобрений и защите растений, получила наиболее широкое развитие.

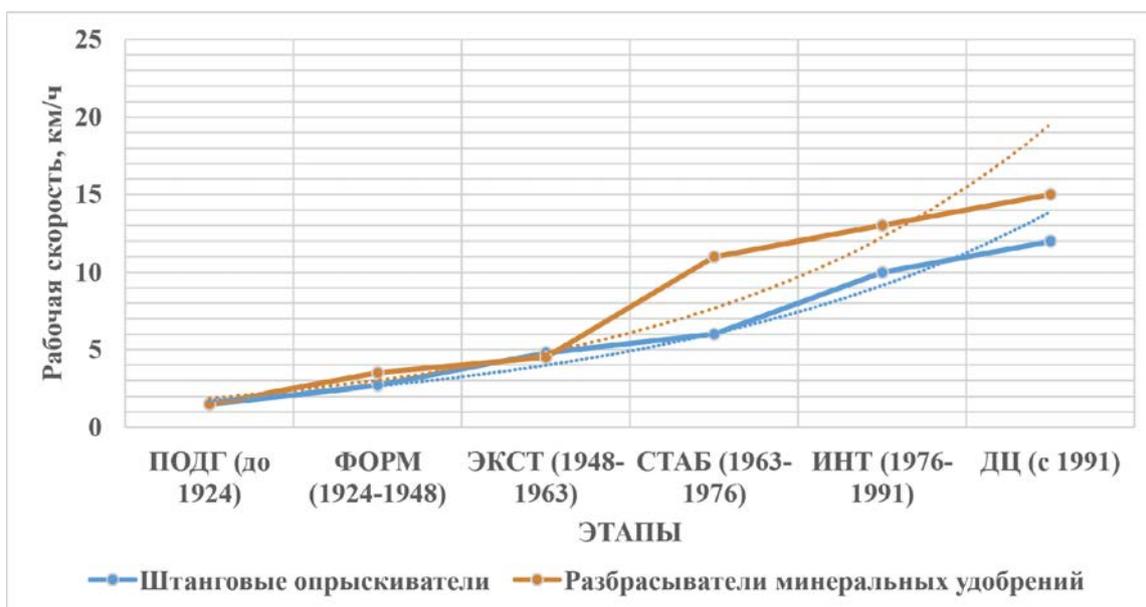


Рисунок 6 - Динамика рабочих скоростей важнейших машин химизации в связи с развитием технологий и технических средств

В настоящее время значительное увеличение рабочих скоростей для наземных средств маловероятно в связи с тем, что высокая скорость необходима не для всех

работ и сопряжена с увеличенным риском потерь дорогостоящих химических средств и с усложнением конструкции.

В свою очередь, сложное взаимодействие заложенной в конструкции ширины захвата и доступных рабочих скоростей сформировало картину изменения производительности (см. Рисунок 7).

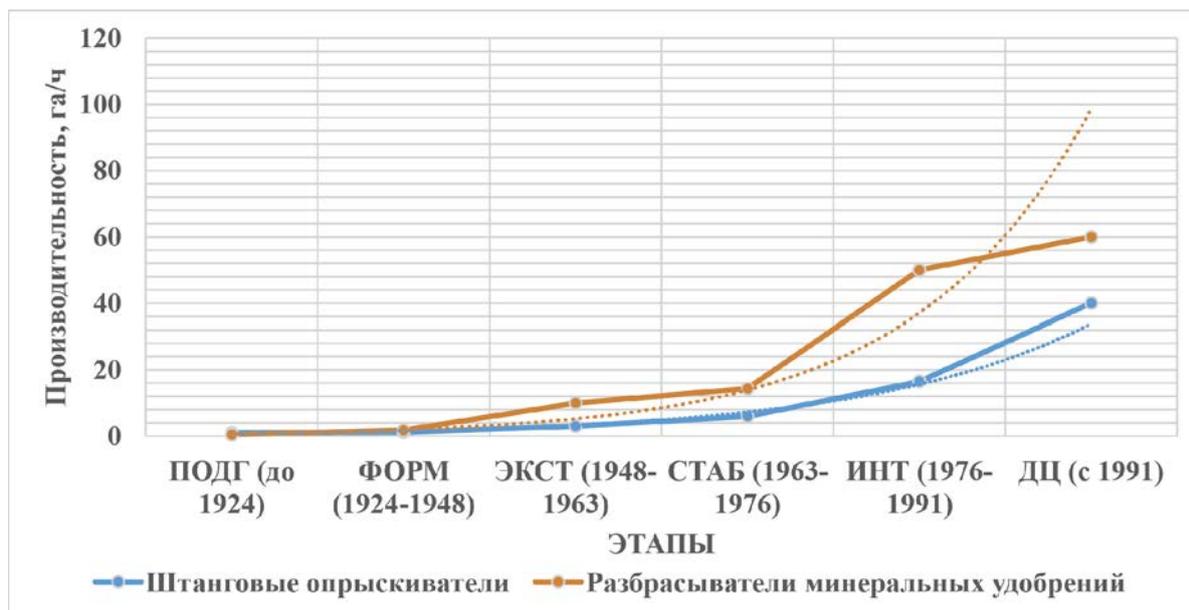


Рисунок 7 - Динамика производительности важнейших машин химизации на разных этапах её развития

После Великой Отечественной войны внедряется комплексная механизация, происходит постепенное насыщение техникой, создаются условия для выполнения основных операций в агротехнические сроки, массово распространяется гидрофикация. Существенным фактором стало появление в начале 1970-х гг. (в ходе стабилизационного этапа) новых энергонасыщенных тракторов, что стало технической предпосылкой следующего (интенсивного) этапа химизации. Дальнейший рост производительности для всех машин будет связан не столько с коренными конструкционными изменениями, сколько с внедрением идеологии точного (координатного) земледелия.

Сельское хозяйство движется от орудийной и машинной техники к минимизации вовлеченности человека в рабочие процессы. Механизатор становится высококвалифицированным наблюдателем и контролером за автоматизированным технологическим процессом сельскохозяйственного производства. Материальной базой этого станут различные биомашсистемы. Переход к беспилотным агрегатам не только на авиационно-химических работах, но и в наземных операциях позволит увеличить эффективность технологических процессов. Кроме своей интенсифицирующей роли, дальнейшая механизация и автоматизация агрохимических и защитных работ имеет важное санитарно-гигиеническое и экологическое значение.

Развитие технических средств реализации химических методов в сельском хозяйстве происходит в русле следующих тенденций:

1. Дальнейший рост значения комбинированных и универсальных машин. Существенное усложнение конструкций за счет более совершенных рабочих органов и исполнительных устройств, насыщения различным дополнительным оборудованием;

2. Использование отличных от традиционных материалов (от дерева и металла к полимерам) и форм энергии (от механических конструкций к электрифицированным);

3. Рост энерго- и ресурсоэффективности конструкций;

4. Увеличение ширины захвата, производительности, рабочей скорости, точности обработки, оперативности в принятии решений;

5. Предотвращение переуплотнения почвы;

6. Повышение эргономических характеристик, безопасности труда и экологической безопасности.

7. Постепенное отстранение оператора от непосредственного выполнения работ; интеллектуализация техники;

8. Переход от использования данных предварительных почвенно-агрохимических и фитосанитарных исследований (фоновый подход) к предварительной алгоритмизации (офлайн-подход) и ситуативному автоматическому реагированию (онлайн-подход).

Параллельно технике эволюционировала организация работ по применению химических средств. На подготовительном (до 1924 г.) и формирующем (1924-1948 гг.) этапах из-за масштабности задач и нехватки профессионалов активно действовала общественность через различные добровольные объединения. Однако уже в рамках дореволюционной капиталистической экономики ограниченно применялись и успешно зарекомендовали себя централизованные специализированные коллективы. В условиях плановой экономики и насыщения села техникой они оказались еще более востребованными. Проведение химизационных работ возлагается преимущественно на механизаторские структуры – машинно-тракторные и ремонтно-технические станции, затем – объединение «Союзсельхозтехника». Автором показано, что данная система производственно-технического обеспечения сельского хозяйства сыграла материнскую роль для созданной в 1979 г. самостоятельной системы агрохимического обслуживания «Союзсельхозхимия». Определенная ниша для проведения агрохимического обслуживания силами подобных специализированных коллективов сохраняется и в настоящее время.

XX столетие было веком процветания химических методов интенсификации сельского хозяйства, однако множество сопутствующих им проблем сформировало мировой тренд на экологизацию и биологизацию. В результате изменится облик химизации и произойдет её встраивание в новую, экологически безопасную систему сельскохозяйственного производства. Оптимизация химического воздействия потребует сопутствующего обеспечения (агроинженерного, селекционно-генетического, кадрового, информационного), что определяет особую важность научно-технического потенциала сельского хозяйства страны.

В заключении сформулированы общие выводы:

1. В развитии технологий и технических средств химизации сельского хозяйства выделили шесть этапов:

1770–1924 – подготовительный: формирование научных, технических, образовательных предпосылок массового внедрения химических средств в сельскохозяйственную практику;

1924–1948 – формирующий: постановка вопроса о химизации сельского хозяйства на государственном уровне; активное формирование материально-технической базы, становление национальной агрохимической научной школы, системы подготовки необходимых аграрных и инженерных кадров;

1948–1963 – экстенсивный: продолжение дискуссий о значении химизации в развитии сельского хозяйства при одновременном активном развитии промышленности;

1963–1976 – стабилизационный: химизация окончательно утверждается как одно из приоритетных направлений развития сельского хозяйства страны;

1976–1991 – интенсивный: сформирована научная и производственная инфраструктура; создана номенклатура средств химизации, обеспеченная комплексами машин отечественной разработки и производства;

1991–н.в. – децентрализованный: переосмысление теории и практики применения средств химизации на фоне рыночных реформ с учетом тренда на экологизацию. Становление и развитие технологий точного земледелия, появление и освоение принципиально новых видов техники (автоматизированных и роботизированных устройств, средств мониторинга, беспилотных летательных аппаратов и т. п.).

2. Взаимодействие различных инфраструктурных составляющих системы химизации (научно-исследовательских и образовательных учреждений, агрохимической службы, органов управления) обеспечило становление научных школ, формирование мощной теоретической платформы и производственного задела, активное развитие агропромышленного комплекса нашей страны в советский период и запас прочности на последующие годы.

3. Основными направлениями развития средств химизации являются:

совершенствование гранулированных удобрений;

повышение чистоты и селективности действия пестицидов при снижении опасности для нецелевых объектов, норм расхода и стойкости;

создание и широкое внедрение капсулированных и гелевых форм, нанопрепаратов (как для удобрений, так и для пестицидов);

сельскохозяйственная утилизация химических отходов (приготовление компостов с фосфогипсом, мелиоранты на основе осадков сточных вод, минеральной пыли и др.);

комбинирование разных типов препаратов (удобрения с микробными стимуляторами и др.),

биологизация (конструирование пестицидов-биомиметиков и т.п.).

4. Химические средства и техника их внесения развиваются коэволюционно (совместно и взаимозависимо). Основными вехами эволюции техники химизации являются:

Примитивные приспособления и машины, основанные на использовании мускульной силы, гравитации и др., в т.ч. изначально не предназначенные для внесения химических средств;

Специализированные машины для основных операций;

Комплексы сквозной механизации с применением специализированных, комбинированных и универсальных машин;

Комбинированные и универсальные машины;

Автоматизированные и роботизированные адаптивные технические средства точного земледелия.

Эволюционными факторами развития техники химизации являются социально-экономические условия, природные особенности, природа используемых химических средств, уровень развития промышленности и научно-технического потенциала, взаимоотношения в системе «человек-техника».

Развитие технических средств реализации химических методов в сельском хозяйстве обнаруживает такие тенденции, как дальнейший рост значения комбинированных и универсальных машин; существенное усложнение конструкций, их повышенная энерго- и ресурсоэффективность; использование отличных от традиционных материалов; электромеханизация; увеличение ширины захвата, производительности, рабочей скорости, точности обработки, оперативности в принятии решении; повышенные удобство и безопасность в эксплуатации; экологическая безопасность; переход роли человека от непосредственного исполнителя к контролеру и координатору, интеллектуализация техники; переход машинных технологий на цифровую информационную основу с использованием офлайн- и онлайн-подходов.

5. Будущее химических методов интенсификации связано с совершенствованием средств химизации в части удобства и эффективности форм применения, повышения экологической безопасности, частичным переходом от прямого действия к косвенному как более щадящему для окружающей среды, повышением роли предварительных, профилактических обработок, функциональным улучшением техники внесения, поиском нехимических дополнений и альтернатив.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в исследовании становления и развития научных школ и научных направлений, связанных с применением химических средств в сельском хозяйстве, эволюции отдельных средств, процессов и аспектов химизации.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Ценч, Ю.С. Этапы развития технологий и технических средств для внесения удобрений и защиты растений / Ю.С. Ценч, И.В. Сидоров // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2024. – Т. 18, № 3. – С. 14-22.

2. Ценч, Ю.С. Академик Д.Н. Прянишников и отечественная школа агрохимиков / Ю.С. Ценч, И.В. Сидоров // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2024. – Т. 18, № 1. – С. 38-45.

3. Сидоров, И.В. Становление инфраструктуры химизации отечественного сельского хозяйства / И.В. Сидоров // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2025. – Т. 19, № 3. – С. 74-84.

4. Ценч, Ю.С. Генезис понятия «химизация сельского хозяйства» и его развитие в отечественной аграрной науке / Ю.С. Ценч, И.В. Сидоров // Технический сервис машин. – 2023. – Т. 61, № 4(153). – С. 125-131.

Публикации в других изданиях, сборниках научных трудов и материалах конференций

1. Сидоров, И.В. Перспективы химических методов интенсификации сельского хозяйства (на примере защиты растений) / И.В. Сидоров // *Фундаментальные и прикладные исследования в ботанике, экологии, растениеводстве: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием.* – Ялта, 2025. – С. 167-169.
2. Сидоров, И.В. Агрехимические воззрения Т.Д. Лысенко / И.В. Сидоров // *Молодые ученые в аграрной науке: материалы VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (Луганск, 23–24 апреля 2025 г.)* / отв. ред. Ю.С. Украинцева. – Луганск: Электронное издание, ФГБОУ ВО ЛГАУ, 2025. - С. 58-60.
3. Сидоров, И.В. К проблеме защиты диких птиц при применении химических средств в сельском хозяйстве / И.В. Сидоров // *Материалы XVI Международной орнитологической конференции Северной Евразии (Казань)* / Ответственные редакторы: И.И. Рахимов., Э.А. Рустамов. – Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2025. – С. 222-223.
4. Сидоров, И.В. Воспитательное значение историко-научного материала (на примере химизации сельского хозяйства России) / И.В. Сидоров // *Химия и химическое образование XXI века: материалы VIII Всероссийской молодежной конференции с международным участием, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Ю.С. Залькинда и 85-летию со дня рождения профессора В.М. Берестовицкой* / отв. ред.: В.В. Пелипко, Р.И. Байчурин, Е.И. Исаева. – Санкт -Петербург : Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2025. – С. 280-281.
5. Сидоров, И.В. Химизация сельского хозяйства СССР и общественные организации (на примере Осоавиахима) / И.В. Сидоров // *Столица и провинции: взаимоотношения центра и регионов в истории России : материалы XVI Всероссийской научной конференции, Санкт-Петербург, 14 марта 2025 года. Том Выпуск 16.* – Санкт-Петербург: Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, 2025. – С. 197-201.
6. Сидоров, И.В. Электрофизические и химические методы воздействия на сельскохозяйственных животных: об одной дискуссии 1930-х гг. (памяти А.Л. Чижевского) / И.В. Сидоров // *Роль науки в формировании устойчивого будущего: глобальные вызовы и возможности: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Белгород, 12 декабря 2024 года.* – Белгород: ООО «Агентство перспективных научных исследований», 2024. – С. 10-16.
7. Сидоров, И.В. Химизация сельского хозяйства России: из истории науки и техники / И.В. Сидоров // *Научно-технологическое развитие России в условиях новых вызовов: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Белгород, 13 июня 2024 года.* – Белгород: Общество с ограниченной ответственностью «Агентство перспективных научных исследований», 2024. – С. 5-11.

Подписано в печать 30. 09. 2025 г. Формат 60x90/16. Усл.-печ.л. 1,5

Заказ №78. Тираж 120 экз.

Типография ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 5

