

ДОСТИЖЕНИЯ НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В ОБЛАСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В 2023 ГОДУ

© 2024 г. А. А. Алферов, доктор биологических наук

Российская академия наук,
119991, Москва, Ленинский просп., 32а
E-mail: alferov72@yandex.ru

Представлены основные результаты исследований научных учреждений, подведомственных Минобрнауки России и находящихся под научно-методическим руководством Отделения сельскохозяйственных наук РАН за 2023 г., по фундаментальным проблемам в области земледелия – оптимизации сельскохозяйственного природопользования, агроэкологической оценке земель, созданию адаптивных систем земледелия и агротехнологий нового поколения на основе цифровизации и регулирования потоков биогенных элементов в агроэкосистемах, а также биологическим и химическим средствам интенсификации земледелия, симбиотической инженерии и геномному редактированию создания растительно-микробных систем, биоиндикации и биотестирования агроэкосистем, рекультивации загрязненных объектов сельскохозяйственного назначения.

ACHIEVEMENTS OF SCIENTIFIC ORGANIZATIONS IN THE FIELD OF AGRICULTURE IN 2023

A. A. Alferov

Russian Academy of Sciences,
119991, Moscow, Leninskii prosp., 32a
E-mail: alferov72@yandex.ru

The main scientific results of the work in 2023 of scientific institutions subordinate to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation and under the scientific and methodological guidance of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences on fundamental problems in the field of agriculture are presented – optimization of agricultural environmental management, agroecological assessment of lands, creation of adaptive farming systems and agrotechnologies of a new generation based on digitalization and regulation of flows of biogenic elements in agroecosystems, as well as biological and chemical means of intensification of agriculture, symbiotic engineering and genomic editing of the creation of plant-microbial systems, bioindication and biotesting of agroecosystems, and reclamation of contaminated agricultural facilities.

Ключевые слова: сельскохозяйственная наука, земледелие, Российская академия наук, Отделение сельскохозяйственных наук.

Keywords: agricultural science, agriculture, Russian Academy of Sciences, Department of Agricultural Sciences of the RAS.

За последние 30 лет кризис сельского хозяйства привел к значительному снижению производственного потенциала продовольственного сектора агропромышленного комплекса страны, ухудшению фитосанитарного состояния и экологическим стрессам на десятках миллионов гектаров сельскохозяйственных посевов и насаждений. В Российской Федерации по разным данным от 26 % до 58 % сельскохозяйственных угодий подвержены эрозийным процессам [1, 2, 3], 20 % почв переувлажнено и заболочено, 8 % засолено, 44 % имеют повышенную кислотность, 99,5 млн га характеризуются низким содержанием гумуса [1, 4]. Земли сельскохозяйственного назначения в результате водной эрозии нарушены на площади 42 млн га, ветровой – 26 млн га. Площадь деградированных земель ежегодно увеличивается на 400...500 тыс. га [1]. На сегодняшний день из активного сельскохозяйственного оборота выведено 40 млн га [5].

В этой связи стратегическая цель дальнейшего развития сельскохозяйственной науки – проведение фундаментальных и приоритетных прикладных исследований для разработки конкурентоспособной научно-технической продукции, усиления процесса освоения научных разработок в производстве, обеспечивающих эффективное функционирование агропромышленного комплекса в стране [6]. В рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.) определены основные научные направления и ожидаемые результаты в области земледелия. Среди приоритетов

инновационного развития этой отрасли в стране можно выделить следующие основные направления: разработка новых и совершенствование существующих адаптивно-ландшафтных систем земледелия и наукоемких агротехнологий, технологическая модернизация земледелия, интеграция земледелия и животноводства на эколого-ландшафтной основе, создание региональных моделей агропромышленного производства, конструирование сельскохозяйственных ландшафтов, мелиорация [1, 7].

Важное положение развития современного сельского хозяйства в России – освоение систем земледелия нового поколения применительно к почвенно-климатическим условиям регионов. В 2000–2010 гг. учеными учреждений Россельхозакадемии и аграрных вузов были предложены адаптивно-ландшафтные системы земледелия (АЛСЗ) для разных экологических групп земель. Их разработка осуществлялась на основе ГИС-технологий агроэкологической оценки земель и проектирования, что определяет такие системы как продукты цифрового земледелия [1]. Векторами дальнейшего развития АЛСЗ выступают диверсификация севооборотов (увеличение доли сои и других бобовых, сокращение доли чистого пара), минимизация обработки почвы, ландшафтно-обусловленное применение удобрений как средств управления продуктивностью агроценозов, регулирование фитосанитарных условий химическими и биологическими средствами по экономическим порогам вредоносности [7, 8, 9].

Одна из важных задач развития современного земледелия – агротехнологическая модернизация, как переход

от интенсификации сельского хозяйства к наукоемким экологически и экономически обоснованным агротехнологиям возделывания интенсивных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на базе цифровых систем с применением новых биопрепаратов, полифункциональных агрохимических средств биологического и химического происхождения.

В 2023 г. научные исследования в области земледелия проводили в соответствии с направлением науки 4.1. Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство (разделы 4.1.1.1. и 4.1.1.2.) Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.). Работу выполняли ученые более чем 30 научных учреждений, подведомственных Министерству науки и образования Российской Федерации и находящихся под научно-методическим руководством Отделения сельскохозяйственных наук РАН, с участием 1604 научных сотрудников, в числе которых 248 докторов и 725 кандидатов наук, 10 членов-корреспондентов, 26 академиков и 8 профессоров РАН.

По разделу фундаментальных и поисковых научных исследований 4.1.1.1. *Оптимизация сельскохозяйственного природопользования, агроэкологическая оценка земель, создание адаптивных систем земледелия и агротехнологий нового поколения на основе цифровизации и регулирования потоков биогенных элементов в агроэкосистемах* исследования выполняли ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», ФГБНУ «Курский ФАНЦ», ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», ФГБНУ АФИ, ФГБНУ «Чеченский НИИСХ», ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», ФГБНУ ФРАНЦ, ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка», СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН, ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки», Псковский НИИСХ – ОП ФГБНУ «ФНЦ лубяных культур», НИИАП Хакасии – филиал ФГБНУ «ФИЦ Красноярский НЦ СО РАН», ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова». Работы были ориентированы на совершенствование методологии оценки земель для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия, использование отдельных приемов для создания новых агротехнологий выращивания сельскохозяйственных культур.

Фундаментальные и прикладные исследования, проведенные в 2023 г. с использованием научного потенциала предыдущих лет, позволили получить следующую научную продукцию:

методология землеустройства на ландшафтно-экологической основе, включая территориальное и внутрихозяйственное землеустройство сельскохозяйственных ландшафтов (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

научные основы применения природоподобных технологий для повышения почвенного плодородия; критерии отнесения к природоподобным технологиям (ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова»);

методика комплексной оценки воздействия агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур на плодородие и устойчивость черноземных почв (ФГБНУ «Курский ФАНЦ»);

методология производства высококачественной, обогащенной физиологически активными соединениями растительной продукции на основе фундаментальных знаний о влиянии биологически активных углеродных и кремнезольных наноконпозиций на продукционный процесс и химический состав вегетирующих растений (ФГБНУ АФИ);

методы анализа и интерпретации гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли в области современного земледелия (ФГБНУ АФИ);

методика оценки динамики эрозионных размывов на основе показателя фрактальной размерности с использованием данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий для эффективного мониторинга процессов водной эрозии (ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»);

научные основы конструирования самовозобновляющихся агрофитоценозов для управления формированием высокопродуктивных энергонасыщенных травостоев в целях получения высококачественной экологически безопасной продукции с использованием агрегатов горной модификации (СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН);

методология создания информационно-технологической платформы для построения автоматизированных систем планирования и управления прецизионным производством растениеводческой продукции на основе современных цифровых технологий (ФГБНУ АФИ);

методология и средства управления агроклиматическими и агроэкологическими рисками, плодородием почв, мелиоративным, фитосанитарным состоянием и продуктивностью агроэкосистем мелиорированных земель в условиях наблюдаемых и прогнозируемых климатических изменений с применением дистанционного зондирования, математического моделирования и цифровизации информационного обеспечения (ФГБНУ АФИ);

система оценки агроэкологических особенностей почв зонального ряда агроландшафтов предгорий Кузнецкого Алатау в условиях потепления климата (НИИАП Хакасии – филиал ФГБНУ «ФИЦ Красноярский НЦ СО РАН»);

информационно-аналитические системы (ИАС «Агроэкосистема») для сбора, хранения и обмена разнородных данных о землепользовании селекционно-семеноводческих центров Минобрнауки России, включая картографические, дистанционные и наземные источники (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

методика интеграции системы прогноза роста и развития растений с оптимизированной сетевой архитектурой гибридной беспроводной сенсорной сети для решения задач растениеводства с использованием веб-интерфейса (ФГБНУ АФИ);

методы оценки устойчивости систем земледелия на основе использования новой версии модели AGROTOOL (ФГБНУ АФИ);

усовершенствованная эколого-адаптивная технология возделывания сортов и гибридов подсолнечника для различных типов агроландшафтов Ростовской области (ФГБНУ ФРАНЦ);

новый способ определения плотности почвы для возделывания яровых зерновых культур в условиях Верхневолжья (ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»);

адаптивная ресурсосберегающая экологически безопасная технология возделывания клеверов различных типов спелости в одновидовых и смешанных посевах для производства сбалансированного корма высококачественного и повышения плодородия почвы (ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»);

методическое пособие «Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Владимирской области» (ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»);

инструментарий структурно-функционального анализа агроландшафтов и регулирования функций почв

для территориального планирования (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

приемы агрогеоморфологической и агролитологической группировки земель на основе воздушной лазерной съемки топографической поверхности и подповерхностной диагностики почвообразующих пород (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

ресурсосберегающая гребне-грядовая система обработки почвы с применением комбинированных рыхлителей – грядообразователей, двухслойного посева зерновых культур, ленточно-разбросного посева, уплотнения гребней при посеве и бороновании (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

усовершенствованные приемы оптимизации водно-воздушного и питательного режимов осушаемых почв Центрального Нечерноземья при возделывании кормовых травостоев долгодлительного использования (5...8 лет) (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

система оценки последствий биокомпостов, полученных в результате биоконверсии осадков городских сточных вод, подстильного навоза КРС, подстильного птичьего помета, на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы и урожайность ярового тритикале (ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»);

ресурсосберегающая система основной обработки почвы с использованием возобновляемых биоресурсов, органических удобрений и биопрепаратов для устойчивого производства растениеводческой продукции, сохранения и воспроизводства плодородия почвы на черноземе типичном в Чеченской Республике (ФГБНУ «Чеченский НИИСХ»);

технологии тонкослойной напонники в созданных институтом автоматизированных фитотехкомплексах/оранжереях двух типов с полезной площадью по 1 м² на антарктической станции «Восток» в рамках творческой совместной работы с ФГБУ ААНИИ и ФГБУН ГНЦ РФ ИМБП (ФГБНУ АФИ);

технологическая схема применения удобрений под зерновые культуры в зависимости от погодных условий и уровня защиты растений при различных системах обработки почвы для условий лесостепи и степи юга Западной Сибири (ФГБНУ ФАНЦА);

технология возделывания двух урожаев картофеля за один вегетационный период в 3-й световой зоне для обеспечения населения страны качественной продукцией и повышения эффективности картофелеводства (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

способ обогащения растений цинком при некорневой обработке растворами полигидроксиллированных водорастворимых производных фуллерена C₆₀ или C₇₀ и сульфата цинка (ФГБНУ АФИ);

способ обогащения растений соединениями железа при некорневой обработке растворами наночастиц оксидов железа – маггемита и магнетита, полученных с использованием золь-гель технологии (ФГБНУ АФИ);

способ производства растительной продукции высокого качества, обогащенной микронутриентами, при обработке семян кремнезольными наноконпозициями, допированными наночастицами оксида железа Fe₃O₄ (ФГБНУ АФИ);

реестр агроэкологических видов земель Центрального Нечерноземья, дополненный агроэкологической группировкой Калининского района Тверской области (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

реестр противоэрозионных мероприятий снижения рисков деградации земель от водной эрозии почв в ус-

ловиях изменения климата и социально-экономических преобразований в АПК (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

закономерности суммарных эрозионных потерь почв на ключевых участках в Тульской и Тамбовской областях на основе реконструкции темпов эрозионно-аккумулятивных процессов за последние 250 лет (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

зависимости изменений микроагрегатов типичных черноземов (размеры, форма и ориентация) при реализации технологии прямого посева, снижающие экологические риски в зонах неустойчивого увлажнения, особенно в периоды длительного дефицита атмосферных осадков (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

нормы и способы посева сои сорта Бриз, обеспечивающие наибольшую урожайность высококачественных семян в условиях Приморского края (ФГБНУ «ФНЦ агротехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»);

ресурсосберегающая технология возделывания пшеницы в условиях Северо-Запада Российской Федерации (ФГБНУ «ФНЦ лубяных культур»);

ресурсосберегающая сортовая технология возделывания клевера лугового Псковский улучшенный для производства семян и высококачественных кормов (Псковский НИИСХ – ОП ФГБНУ «ФНЦ лубяных культур»);

технология семеноводства льна-долгунца на основе использования малозатратных технологических методов ускоренного воспроизводства обновленных семян (Псковский НИИСХ – ОП ФГБНУ «ФНЦ лубяных культур»);

ресурсосберегающая технология возделывания озимых зерновых культур (озимой ржи и озимой пшеницы) на основе комплексного применения новых комплексных удобрений со сбалансированным составом макро- и микроэлементов, биологических и гуминовых препаратов (Псковский НИИСХ – ОП ФГБНУ «ФНЦ лубяных культур»);

новая технология выращивания и размножения ясколки полевой (*Cerastium arvense* L.) мини-брикетами на суглинистых почвах в засушливых условиях юга Средней Сибири (НИИАП Хакасии – филиал ФГБНУ «ФИЦ Красноярский НЦ СО РАН»);

научно-практические рекомендации по применению природоподобных технологий для сохранения и повышения почвенного плодородия (ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова»);

научно-практические рекомендации по вовлечению в производственный оборот выбывших земель сельскохозяйственного назначения (ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова»);

схемы пастбищеоборотов с учетом геоботанической оценки естественных пастбищных угодий и ДДЗ для крестьянско-фермерских хозяйств (ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова»);

информационно-измерительная система сбора данных на основе гибридной беспроводной сенсорной сети для мониторинга динамики свойств почвы, состояния посевов и метеоусловий в режиме реального времени (ФГБНУ АФИ);

программное обеспечение для анализа вегетационной активности растительного покрова сельскохозяйственных угодий по данным дистанционного зондирования (ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова»);

математические модели и алгоритмы принятия решений на различных уровнях управления систем точного земледелия (ФГБНУ АФИ);

система создания САПР АТ для земельных участков, используемых сельскохозяйственным предприятием при производстве растениеводческой продукции в условиях АЛСЗ с элементами точного земледелия (ФГБНУ АФИ).

По разделу фундаментальных и поисковых научных исследований 4.1.1.2. Биологические и химические средства интенсификации земледелия, симбиотическая инженерия и геномное редактирование создания растительно-микробных систем, биоиндикация и биотестирование агроэкосистем, рекультивация загрязненных объектов сельскохозяйственного назначения исследования выполняли ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», ФГБНУ ВНИИСХМ, ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», СахНИИСХ – филиал ВИР, ТатНИИАХП – ФГБНУ «ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук», ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», СКНИИПГСХ ВНИЦ РАН, ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В. В. Докучаева» и др. Научно-исследовательские работы направлены на обоснование использования органических и минеральных удобрений, биопрепаратов и биоресурсов в агротехнологиях выращивания сельскохозяйственных культур, разработку механизмов организации устойчивых агроэкосистем с участием полезных почвенных микроорганизмов, экологическую оценку состояния объектов сельскохозяйственного назначения. В результате выполненных в 2023 г. исследований создана следующая научная продукция:

методика прогнозирования изменения содержания подвижных форм фосфора и калия в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв, исходного содержания в них подвижных P_2O_5 и K_2O , гумуса и степени кислотности (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

эффективные штаммы ризобактерий и грибов АМ, обладающие комплексом хозяйственно полезных свойств; оптимизация культивирования микроорганизмов, в том числе в ферментёрах, для получения биопрепаратов на их основе (ФГБНУ ВНИИСХМ);

генетические паспорта коммерческих штаммов клубеньковых бактерий для последующего создания на их основе комбинированных биопрепаратов (ФГБНУ ВНИИСХМ);

коллекция геномно-секвенированных микросимбионтов бобовых растений *Vicia*, *Oxytropis*, *Caragana* и *Trifolium* (ФГБНУ ВНИИСХМ);

научно-методическое обоснование системы агро- и биомелиоративных приемов для восстановления плодородия и повышения продуктивности почв деградированных мелиорированных земель с использованием биокостопостов и биопрепаратов в условиях южной части Нечерноземной зоны Российской Федерации (ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова»);

технология производства органических удобрений на основе осадков сточных вод посредством традиционного компостирования и твердофазной интенсивной аэробной переработки (ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»);

приемы использования индикаторных групп микроорганизмов и физико-химических параметров при определении качественных и количественных изменений плодородия лугово-дерновой почвы (СахНИИСХ – филиал ВИР);

научно обоснованные параметры функционирования азотфиксирующей системы в посевах гороха, учитывающие сортовые особенности, уровень плодородия почвы, погодные условия вегетационного периода, применение микробных препаратов ризобий и внесение азотных

удобрений, для совершенствования технологических приемов с целью увеличения вклада биологического азота в агроценозы (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

способ борьбы с фузариозом зерновых культур и средство на основе цеолита для его осуществления (ТатНИИАХП – ФГБНУ «ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук»);

экологически безопасные и эффективные препараты, повышающие стрессоустойчивость яровой пшеницы (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

приемы комплексного использования в агроценозах биологического и минерального азота, обеспечивающие увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур на 10...15 % (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

пространственные модели урожайности яровой пшеницы, ярового ячменя и овса (со значением пикселя на растровой карте 600 м) для технологий различной интенсивности в Курганской, Тюменской, Челябинской и Свердловской областях (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

государственные (2 ГСО), межгосударственные (2 МСО) и отраслевые (13 ОСО) стандартные образцы разных объектов (почва, растениеводческая продукция, минеральные удобрения) для агроэкологического мониторинга, идентификации и подтверждения соответствия продукции требованиям нормативных документов (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

закономерности вариационно-статистических моделей зависимостей содержания ряда металлов в разных типах почв (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

новый ассортимент химических мелиорантов для кислых и засоленных почв на основе кальций-, калий- и магнийсодержащих отходов промышленности (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

эффективные, экологически безопасные и экономически выгодные дозы, сроки и способы внесения новых форм мелиорантов и кальций-, калий- и магнийсодержащих удобрений для зерновых, овощных и зернобобовых культур, позволяющих повысить продуктивность сельскохозяйственных культур на 17...35 % (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

методические указания по расчету доз внешнего облучения для сельскохозяйственного рабочего при проживании и трудовой деятельности на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению от Чернобыльской аварии (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»);

система применения биопрепаратов и микроудобрений нового поколения для воспроизводства плодородия почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и пашни (СКНИИПГСХ ВНИЦ РАН);

алгоритм оценки перспективных штаммов эпифитных бактерий, обладающих фунгицидной активностью, при изучении микробиома *Aegilops tauschii* Coss. (ФГБНУ ВНИИСХМ);

первичная оценка экспрессии ряда генов углеводного метаболизма семейства SWEET (ФГБНУ ВНИИСХМ);

идентификация генов деградации углеводородов у автохтонных штаммов на основании геномного анализа для выявления наиболее перспективных штаммов для биоремедиации нарушенных почв (ТатНИИАХП – ФГБНУ «ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук»);

способ внесения биопрепарата и биокостопоста для восстановления плодородия и повышения продуктивности почв деградированных мелиорированных земель (ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова»);

элементный состав компонентов агроценоза при длительном применении минеральных удобрений

на дерново-подзолистой почве для разработки приемов использования минеральных удобрений; динамика микроэлементного состава дерново-подзолистой почвы при разных условиях увлажнения для уточнения градаций обеспеченности почв агроценозов Нечерноземной зоны (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева»);

приемы совместного применения минеральных удобрений и агропрепаратов в технологии возделывания различных сортов озимой пшеницы (ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В. В. Докучаева»).

Литература.

1. Завалин А. А. Проблемы и пути решения технологического развития земледелия // *Земледелие*. 2024. № 2. С. 25–29.
2. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2021 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 356 с.
3. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2022 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. 372 с.
4. Кулик К. Н., Беляев А. И., Пугачева А. М. Роль защитного лесоразведения в борьбе с засухой и опустыниванием агроландшафтов // *Аридные экосистемы*. 2023. Т. 29. № 1(94). С. 4–14.
5. Методология мониторинга учета баланса углерода в почвенных экосистемах и агролесокомплексах в условиях изменения климата / А. Л. Иванов, К. Н. Кулик, В. С. Столбовой и др. // *Материалы пленарных докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв*. М.; Сыктывкар, 2022. Ч. 1. С. 59–64.
6. Концепция развития аграрной науки и научного обеспечения агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2025 года // Приказ Минсельхоза России от 25.06.2007 № 342. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902099525?ysclid=lwnufu43gg907438676> (дата обращения: 05.02.2024).
7. Кирюшин В. И. Научно-инновационное обеспечение приоритетов развития сельского хозяйства // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. № 3. С. 5–10.
8. Иванов А. Л. Почвенные ресурсы и биологический потенциал в системе мер адаптации сельского хозяйства России к природно-климатическим изменениям // *Плодородие*. 2018. № 1. С. 42–47.
9. Кирюшин В. И. Состояние и проблемы развития адаптивно-ландшафтного земледелия // *Земледелие*. 2021. № 2. С. 3–7.

Поступила в редакцию 06.04.2024
После доработки 22.04.2024
Принята к публикации 14.05.2024