

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ВЫПУСК ПО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ НАУКАМ

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ИХ РЕШЕНИЕ

© 2025 г. А.Л. Иванов^{а,*}, Ю.А. Духанин^{а,**}, Л.О. Хорошева^{а,***}

^аФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, Москва, Россия

*E-mail: ivanov_al@esoil.ru

**E-mail: dr.dukhanin@esoil.ru

***E-mail: info@esoil.ru

Поступила в редакцию 10.03.2025 г.

После доработки 10.03.2025 г.

Принята к публикации 23.04.2025 г.

Земельный вопрос крайне важен для российского общества. В условиях современных геополитических, природно-климатических и социально-экономических вызовов нам предоставлен шанс найти оптимальное решение насущных проблем землепользования. Наряду со значительными достижениями последних лет сохраняется ряд нерешённых задач, касающихся разработки и применения новых подходов в землепользовании, ресурсном обеспечении АПК и аграрной технологической политике. В статье анализируются вопросы влияния на землепользование глобальных климатических изменений, эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения, научно-обеспечения рационального землепользования. Утверждается необходимость организации единого органа регулирования земельных отношений под эгидой Министерства сельского хозяйства РФ.

Ключевые слова: землепользование, земледелие, аграрная экономика, почвы, почвенные ресурсы.

DOI: 10.31857/S0869587325060045, EDN: FAPYFU

Земельный вопрос на протяжении нескольких столетий остаётся одним из важнейших для России. Об этом свидетельствует знаменитый манифест Александра II 1861 г.: “Осени себя крестным знаменем, православный народ, и призови с нами Божие благословение на твой свободный труд, залог твоего домашнего благополучия и блага общественного” [1]. Каждое новое поколение правителей, учёных, государственных деятелей пыталось подступиться к проблеме землеустройства, споры то обострялись, то угасали, но оптимальное реше-

ние так и не было найдено. Текущее положение дел несёт на себе отпечаток всех драматических событий минувших исторических эпох, включая как великие открытия и достижения, так и фатальные ошибки. Происходили движения народов, бунты, революции, реформы, народно-хозяйственные кампании, промышленные революции, освоение космического пространства и недр Земли, а деревня и сельское население продолжали кормить страну, при этом оставаясь хранителями национальных языков, культурных традиций и моральных устоев.



ИВАНОВ Андрей Леонидович — академик РАН, директор Почвенного института им. В.В. Докучаева. ДУХАНИН Юрий Александрович — доктор сельскохозяйственных наук, учёный секретарь, ведущий научный сотрудник Почвенного института им. В.В. Докучаева. ХОРОШЕВА Людмила Олеговна — референт Почвенного института им. В.В. Докучаева.

В современных реалиях, когда мы столкнулись с рядом геополитических, природно-климатических и социально-экономических вызовов, нам предоставлен ещё один шанс преодолеть разобщённость ведомственных и частных интересов и выстроить единое всенародное пространство путём интегрирования ведомственных и политических платформ и использования накопленного опыта.

К этому рубежу мы подошли с определённым багажом достижений. Во-первых, урожайность зерновых достигла мирового уровня (3,5 т/га), что стало результатом благоприятных климатических условий и начавшейся при поддержке государства модернизации. Во-вторых, путём совершенствования законодательства (принятые в последнее время законодательные акты и обновлённые нормативные документы) была обновлена фактура землепользования [2]. Надо понимать, что для получения каждого следующего центнера зерна придётся применять новые подходы к землепользованию, ресурсному обеспечению и аграрной технологической политике. Кроме того, следует учесть опыт негативных последствий некоторых управленческих решений (например, ошибочный курс на рыночное саморегулирование) и вывести аграрную экономику из либерального тупика, оптимизировать аграрно-экономическую систему путём развития стратегического планирования на альтернативной основе. Всё более явным становится изменение парадигмы развития — от глобализации к собственным ресурсам и ценностям.

Важная проблема — парадоксальное отсутствие в России земельной (землеустроительной) службы.

Представляется целесообразным использовать сохранившуюся в Минсельхозе России федеральную инфраструктуру для организации ведомственной (отраслевой) земельной службы (тем более что примерное понимание её функций уже сложилось) и не поддаваться на авантюрные предложения создать Единую (государственную) земельную службу [2].

Проблемы и вызовы в сфере сельскохозяйственного землепользования. Несмотря на достижения научно-технического прогресса, потребности в чистой воде, зерне, мясе, молоке во всём мире возрастают пропорционально увеличению населения планеты. Товарное продовольствие становится основным конвертируемым активом и альтернативой добывающим отраслям. В связи с этим на первый план выходит вопрос продовольственной безопасности России, которую обеспечивают разнообразие и значительные размеры территории страны. Следует подчеркнуть, что, несмотря на огромные площади, лишней земли у нас нет — и это основной тезис будущего развития.

На характер землепользования влияют глобальные климатические изменения. Прослеживаются две тенденции: с одной стороны, долговременную позитивную климатическую тенденцию нивелирует возросшая “нервозность” климата, с другой, процессы социального опустынивания приобретают чудовищные масштабы, в первую очередь в Нечернозёмной зоне. Общество столкнулось с новым вызовом — научиться использовать дополнительное тепло (табл. 1), в том числе за счёт регулирования структуры землепользования и качества проектирования [3].

Таблица 1. Суммы активных температур ($\Sigma T^{\circ}\text{C}$) выше 10°C в период 2016–2020 гг. по сравнению с 1991–1995 гг. [3]

Территория	Средняя $\Sigma T^{\circ}\text{C}$ за 2016–2020 гг.	Средняя $\Sigma T^{\circ}\text{C}$ за 1991–1995 гг.	Разница $\Sigma T^{\circ}\text{C}$ за 2016–2020 и 1991–1995 гг.
Лесотундра и северо-таёжное редколесье			
Архангельская область	1561	1399	162
Лесная зона, подзона тайги			
Вологодская область	2083	1696	387
Кировская область	2004	1894	110
Лесная зона, подзона смешанных и лиственных лесов			
Нижегородская область	2335	2167	168
Псковская область	2272	2077	195
Калужская область	2298	2232	66
Лесостепь			
Орловская область	2580	2310	270
Рязанская область	2419	2354	65
Чувашская Республика	2402	2235	167

Опустынивание — неопровержимый факт, но вызвано оно не только аридизацией, но и нерачительным землепользованием. Опустыниванием охвачена половина Сальских степей, около 37% Кулундинских степей, до 15% равнинных территорий Республики Тыва и даже Якутия. Самые крупные очаги антропогенного опустынивания в Европе находятся в Калмыкии и равнинной части Дагестана (~70%). Около половины территорий Астраханской, Волгоградской, Саратовской, Самарской областей и Республики Татарстан подвержены деградации [4]. На базе Федерального научного центра агроэкологии РАН создан центр по борьбе с опустыниванием, сформировано чёткое представление о мерах предотвращения кризиса. Особый аспект проблемы — засухи. Их частота усиливается, а следовательно, нарастает угроза глобальной засухи.

Наблюдаемое повышение биоклиматического потенциала вследствие изменения климата создаёт некоторую иллюзию благоприятных условий для земледелия, однако ресурсный потенциал земель, пригодных для устойчивого производства продукции, остаётся на прежнем уровне (11.5% территории). Основной фонд сельскохозяйственных земель страны расположен южнее 60-й параллели и требует бережного использования и охраны (рис. 1).

Согласно экспертным оценкам, состояние почвенных ресурсов России заметно лучше, нежели у наших “заклятых” партнёров: ухудшение (уменьшение) гумуса в почве за 30 лет — 16%, в ЕС — 30%. Кроме того, площадь зон влияния технологических выбросов в России не превышает 3% [6–9]. Но это не повод расслабляться, поскольку деградация земель (естественная и антропогенно обусловленная)

уже наблюдается и может усилиться в случае учащения природных катаклизмов, связанных с изменением климата. Особое значение приобретает ведение государственного статистического учёта деградированных земель, который в настоящее время отсутствует. Такой учёт исключил бы спекуляции, в том числе со стороны экологов, которые склонны преувеличивать масштаб деградации в собственных интересах.

Сложившиеся геополитические и природно-климатические условия побуждают начать новый этап освоения Арктики, Нечернозёмья, Восточной Сибири, Дальнего Востока, Южного Урала, но уже с привлечением новейших технологий, включая искусственный интеллект и дистанционные методы наблюдения. Этот процесс будет сопоставим с такими крупными народно-хозяйственными эпопеями XX в., как освоение целины и Нечернозёмной зоны, а также с осуществлением крупнейшей кампании по мелиорации. Весь накопленный опыт бесценен, и следует на него опираться. Так, история разработки целинных и залежных земель на востоке страны в 1950–1960-х годах даёт богатый материал для анализа и извлечения уроков на будущее. По этому поводу бытуют разные мнения. В частности, широко распространено одностороннее отношение к этой кампании как к ошибке, авантюре. По нашему мнению, такой взгляд слишком упрощён и не имеет под собой достаточно оснований, а туманные намёки на признаки колониальной политики носят провокационный характер. Академик РАН В.И. Кирюшин по этому поводу высказался так: “Можно было бы не обращать на это внимание, но с таких извращений, особенно в школьных учебниках, начинался национализм в современной Украине” [10].



Рис. 1. Качество почв под зерновые сельскохозяйственные культуры [5]

Успех любого начинания обеспечивают *правильное целеполагание и тщательная подготовка*, включая всестороннее детальное планирование. Основной целью освоения целины было увеличение производства зерна в условиях послевоенного дефицита продовольствия при ограниченных возможностях интенсификации земледелия. На это решение повлияли перспективы дальнейшего роста стратегического значения восточных регионов в экономике страны, где были разведаны огромные месторождения нефти и природного газа (70% всех разведанных запасов), угля (90%), железной руды (50%), дефицитных энергоёмких и коксующихся углей в зоне Южно-Якутского бассейна БАМа с перспективой открытого способа их добычи, а также меди, бокситов, нефелиновых и фосфоритовых руд, редких металлов, вольфрама, олова, цинка, золота, алмазов. Большую ценность представляли гидроэнергетические ресурсы (80%) и лесные запасы (100%). Уже в те годы нефть и газ Казахстана и Западной Сибири в значительной степени решали проблемы топливно-энергетического комплекса Урала и европейской территории страны. Получила развитие промышленная добыча пушнины.

Штурм целины начался весной 1954 г. [11]. За короткий период до 1962 г. было распаханно 42 млн га земель, в том числе 16 млн га на территории РСФСР, в основном в Сибири (11 млн га) и на Урале (3 млн га). В результате в течение первых пяти лет удавалось собирать в среднем 122 млн т зерна в год, то есть на 38 млн т больше, чем до того (в расчёте на душу населения производство зерна увеличилось с 450 до 610 кг). Кроме того, улучшилась структура производимого зерна. Но были и ошибки, и главная из них — территориальная экспансия, сплошная распашка без учёта ландшафтно-климатических условий. Ей подверглись сухостепные и полупустынные районы, что спровоцировало пыльные бури и потерю плодородного слоя. Только благодаря учёным, которые разработали почвозащитную систему земледелия, удалось спасти регион от экологической катастрофы. В результате, несмотря на все противоречия и сложности, на востоке страны была создана современная аграрная цивилизация. Сама же кампания вошла в число великихстроек социализма. В ней проявились все лучшие качества героического народа: беспримерный энтузиазм и самоотверженность, патриотизм, коллективизм и интернационализм.

Уроки освоения целины следует учитывать при реализации государственной программы *эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения* и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации [12]. Особое внимание следует уделить подготовительному этапу, чтобы провести детальный анализ земель по качеству и состоянию окультуренности, иными словами, нужны инвентаризация земель и их агроэкологическая

и экономическая оценка. К сожалению, ни анализа состояния земель, ни научного обоснования их использования, ни разработки планов освоения пока нет. Это означает, что мы повторяем управленческие ошибки прошлого, в то время как могли бы оптимизировать использование земельных ресурсов с помощью инвентаризации и возродить землеустройство на новой технологической основе.

Другой пример — развитие *мелиоративного комплекса* страны. По большому счёту Россия не изжила в полной мере последствия мелиоративного нигилизма 1990-х годов. Развал мелиорации абсолютно соотносится с развалом СССР. Участие писателей-деревенщиков, взращённых этой кампанией (ими же погубленной), достойно особого разбора, возможно, даже покаяния. Тихо ушли в тень разговоры об угрозах фрескам Ферапонтова монастыря, исходящих от проектов переброски части стока северных рек, и прочие вымышленные страхи. Вместе с развалом проектов уничтожили мелиорацию и её инфраструктуру.

Большую тревогу сейчас вызывает *усиливающийся водodefицит*. К 2035 г. дефицит воды для орошаемого земледелия составит: в регионе Нижней Волги — 969.8 млн м³, в Западной Сибири — 677.5 млн м³, в Дальневосточном федеральном округе — 339.8 млн м³, в том числе в Омской области — 146 млн м³, Татарстане — 163 млн м³, Бурятии — 191 млн м³, Саратовской области — 341 млн м³ [13]. Для питьевого водоснабжения и животноводства пресных водных ресурсов достаточно. Мелиоративный клин неизменен, но план на 2030 г. такой же, как в 1974 г. — 13 млн га. Такие вот grimасы истории. Теперь же Россия приросла новыми территориями в Новороссии — это ещё 109 тыс. км², в том числе около 1 млн га орошаемых земель. Ранее был Крым — 27 тыс. км² с большой долей пашни, включая потенциальный мелиоративный клин 145–150 тыс. га. Целесообразно ли восстанавливать Каховскую ГЭС (не дававшую энергии уже 5 лет) — вопрос открытый. А вот восстановлением Каховской (426 тыс. га) и Приазовской (280 тыс. га) оросительных систем и канала Днепр—Донбасс протяжённостью 171 км (165 тыс. га) заниматься придётся. Работа с Новороссией уже началась. Здесь появилась уникальная возможность сформировать законодательство здравого смысла в части управления комплексом.

Структура мелиоративных систем в целом демонстрирует огромную имущественную разобщённость: в федеральной собственности находятся 3.3 млн га, в собственности субъектов РФ — 1.2 млн га, муниципальных образований, юридических и физических лиц — 2.9 млн га. Площадь бесхозных мелиоративных систем — более 2.1 млн га. Заброшенные гидротехнические сооружения есть в 55 субъектах РФ, это более 2.6 тыс. объектов. В этой области действуют две государственные программы: “Эффективного

вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации” [12] и “Комплексного развития сельских территорий” [14]. Несмотря на то, что они, по сути, направлены на одно и то же — сохранение АПК и русского народа, очень важна их согласованность, если не слияние.

Решение проблем на основе научного подхода. Предложения учёных относительно рационального землепользования обобщены в четырёх томах национального доклада “Глобальный климат и почвенный покров России”, посвящённого оценке рисков, системам и технологиям адаптации [15], опустыниванию и деградации земель [16], засухам [17], российской Арктике [18]. Кроме того, Комитет Совета Федерации по агропродовольственной политике и природопользованию подготовил “Рекомендации по развитию агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечернозёмной зоны Российской Федерации до 2030 года” [3]. Бесспорно, затронет сельскохозяйственное производство и низкоуглеродный тренд, но особым образом. Для АПК он заключается в *сохранении и воспроизводстве плодородия*, в частности, гумуса в почве, предотвращении его минерализации, создании ряда углероддепонирующих и проградационных технологий. Многого удалось достичь в области оценки выбросов и поглощения парниковых газов. В основу формирования национальной системы оценки положены международные руководящие принципы, разработанные Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК, англ. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) [19]. Согласно МГЭИК, оценка выбросов или поглощения выполняется отдельно по каждой категории/отрасли и различается по сложности и требованиям к исходной информации (методологии располагаются по возрастанию сложности от 1-го до 3-го уровня). В настоящее время в России оценка проводится по методологии 2-го уровня.

На основе фондовых результатов почвенного обследования советского землеустройства составлена и зарегистрирована база данных “Базовое содержание углерода в почвах сельскохозяйственного назначения Российской Федерации для климатических проектов” [20]. Обосновано её применение в разрезе субъектов РФ для оценки изменения запасов органического углерода в минеральных почвах при трансформации сельскохозяйственного использования. Необходима методика по сбору и обработке данных о запасах и бюджете углерода, надземной и подземной фитомассы полевых культур и многолетних насаждений. Чрезвычайно важен учёт землепользователей. Данные сельскохозяйственных переписей 2016 и 2021 гг. (согласно материалам академика РАН А.В. Петрикова [21]) показали следующее. В составе сельскохозяйственных организаций за 5 лет наблюдается сокращение общей площади сельскохозяйственных угодий на 13 млн га и факти-

чески используемых сельскохозяйственных земель на 9 млн га. При этом на 7% уменьшились все виды угодий (кроме многолетних насаждений и пашни), что говорит о росте спроса на земельные ресурсы.

В крестьянских (фермерских) хозяйствах и хозяйствах индивидуальных предпринимателей иная тенденция. Общая площадь сельскохозяйственных угодий возросла на 2 млн га (на 5%). Это произошло, несмотря на сокращение количества таких хозяйств на 56.5 тыс. (на 32%). Структурные изменения в этом секторе аналогичны сельскохозяйственным организациям. Всё это нужно учитывать при формировании среднесрочной земельной политики.

По мнению учёных-экономистов [2], рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения включает:

- проведение сельскохозяйственного районирования страны и разработку схемы развития и размещения производительных сил сельского хозяйства по подотраслям согласно Стратегии пространственного развития Российской Федерации;
- нормативное закрепление требований к землепользованию в соответствии с Федеральным законом “О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения”;
- стимулирование применения сельскохозяйственными товаропроизводителями почвозащитных (энергоэффективных) агротехнологий.

Следует также рассмотреть вопрос о *едином органе регулирования земельных отношений* и организации рационального использования и охраны земель. В России уже был печальный опыт деятельности аппарата управления землями в 1990-е годы (Роскомзем). Издержки управления и ряд других причин привели к чудовищным потерям сельскохозяйственных земель. Утраченные Минсельхозом функции по управлению сельхозземлями, правовому регулированию использования земли как сельскохозяйственного ресурса были частично восстановлены только к 2008 г. С тех пор министерство проводит мониторинг земель, создан Единый государственный реестр почвенных ресурсов России [22], формируются определённая правовая база земельной политики и государственный реестр земель сельскохозяйственного назначения, Россельхознадзор стал контролировать процесс землепользования и т.д. Безусловно, проводимую работу следует совершенствовать, например, организовать под эгидой Минсельхоза России землеустроительную службу. При этом научное обеспечение землеустройства сильно запаздывает, особенно в отношении ландшафтно-экологической организации территории и ландшафтного планирования.

Привлекает внимание ещё один позитивный момент, который в то же время является вызовом. Мы наблюдаем долгожданное возрождение (опять же

в силу геополитики) внутреннего рынка минеральных удобрений – до 7–8 млн т в пересчёте на 100% питательных (действующих) веществ. Это соответствует научным прогнозам устойчивого получения 150 млн т зерна вне зависимости от природы и конъюнктуры [2].

Для освоения интенсивных и точных агротехнологий нужны проекты на основе *ИТ-технологий пятого технологического уклада*. За последние годы существенно улучшилось качество мониторинга почв, особенно наземного. С дистанционными методами дело обстоит хуже, хотя именно на этой информации часто строится государственная и ведомственная политика: страховая, кредитная и субсидиарная. Объём накопленной космической информации огромен. В Институте космических исследований РАН хранится порядка 10 петабайт. Но это “чемодан без ручки”, поскольку ни в России, ни в международной практике нет согласованной и утверждённой нормативной правовой базы и методологии использования данных дистанционного зондирования Земли. Без этого все рекомендации, в основу которых положены такие данные, нелегитимны, даже если верны. Но нормативная база не создаётся инициативно! Должен быть заказ от профильного федерального органа исполнительной власти.

Научный подход предполагает *цифровизацию*, и она усиливается, хотя и медленнее, чем в других отраслях народного хозяйства. Нужно развивать новый информационный сервис с новыми задачами путём выдвигания инициатив, проб и ошибок, двигаться по своему компасу, зачастую быстрее графика утверждённых концепций и идеологий. Качество создаваемых продуктов, систем и платформ высокое, их в избытке, но они гармонизированы в большей мере с международными базами данных, неже-

ли с отечественными. Заимствование импортного программного обеспечения по-прежнему велико.

В России уровень информационных систем в сфере землепользования зависит от одной из главных производственно-экономических функций – качества почв. В ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева” (Почвенный институт) составлен новый ГОСТ Р 10229-2022 “Почвы. Показатели качества почв” [23]. Зарегистрированы программные продукты – базы данных для регионов [24–27]. В этом контексте *цифровые двойники* объектов растениеводства – ключевой и фундаментальный метод цифровизации АПК России. Совместно с Институтом системного программирования им. В.П. Иванникова РАН реализуется крупный научный проект “Разработка и научное обоснование системы – цифровой двойник почв в структуре агроландшафта как элемент Индустрии 5.0 для экономики России”. Создан ряд сервисов и алгоритмов обработки с использованием больших спутниковых данных и больших лингвистических моделей на основе технологий машинного обучения для разработки и реализации цифровых двойников почв и агроландшафтов (рис. 2).

19 февраля 2025 г. помощник Президента РФ Р.С.-Х. Эдельгериев и заместитель министра науки и высшего образования РФ Д.В. Пышный открыли Центр цифровых технологий в области почвоведения, который включает серверы виртуализации и хранения данных объёмом около 1 петабайта, рабочие станции с центральными и графическими процессорами общей производительностью 1 петафлопс.

Для улучшения дистанционного мониторинга важен процесс, свидетелем которого мы скоро станем: в науку и жизнь также стремительно, как и айфоны, ворвутся *малые спутники*. С их помощью можно будет локализовывать проявления и картировать

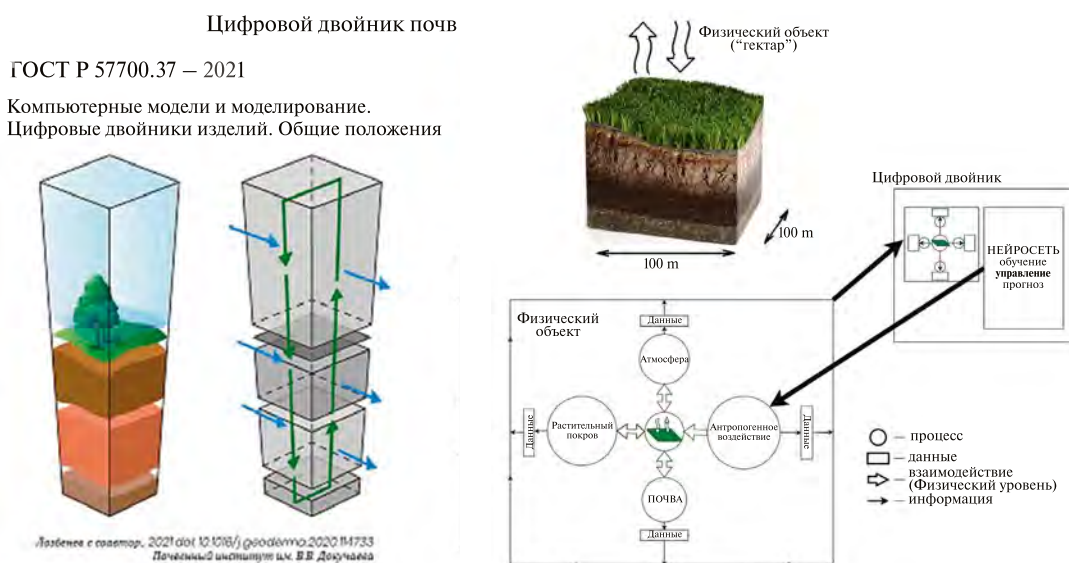


Рис. 2. Цифровой двойник почв

Веб-сервис

Оценка рисков деградации земель от водной эрозии почв

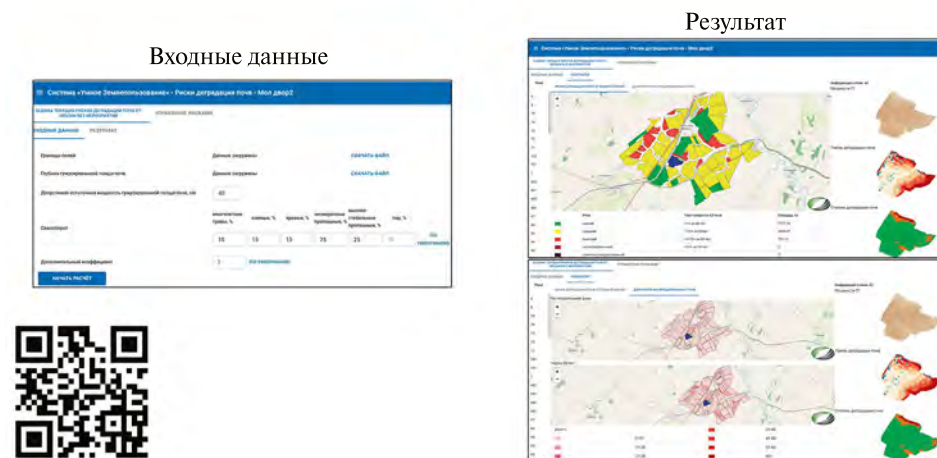


Рис. 3. Веб-сервис по оценке рисков деградации земель от водной эрозии

эрозию, дефляцию, переувлажнение, засоление, опустынивание, карсты и термокарсты, нарушения почвенного покрова и др. Использование группировок малых спутников (то есть присутствие на орбите десятков и сотен аппаратов, регулярно сканирующих поверхность планеты) позволит добиться высокой частоты обновления данных, а передовые сенсоры обеспечат высокое разрешение снимков (до 1–5 м). Малые спутники, как и большие, могут нести на борту различные типы модернизированных сенсоров, включая мультиспектральные и гиперспектральные камеры и сканеры, радары, системы лазерного сканирования. Для удешевления, унификации схмотехники, размеров и технологии вывода их на орбиту в конце XX в. был разработан форм-фактор Кубсат (стандартизированный форм-фактор сверхмалых искусственных спутников с габаритами, кратными кубу со стороной 10 см).

За последние десятилетия был сделан большой скачок в области *эрозиоведения*. Огромный эмпирический материал обобщён в виде математических моделей, отражающих зависимость смыва почв от климатических, топографических, почвенно-литологических и хозяйственных факторов. Развитию этих методов способствуют данные дистанционного зондирования Земли. Более того, в СССР и современной России разработан широкий перечень почвозащитных мероприятий, различающихся по стоимости и эффективности. Таким образом, на сегодняшний день создана крепкая фундаментальная основа для урегулирования эрозии почв. В Почвенном институте разработан веб-сервис, который позволяет в среднесрочной перспективе оценивать риски деградации земель от плоскостной водной эрозии при сложившихся параметрах землепользования (рис. 3). Он позволяет адресно подбирать оп-

тимальные параметры и почвозащитные мероприятия для максимально эффективного управления рисками деградации земель от водной эрозии в будущем. Также возможно автоматическое создание карт рекомендуемого частичного залужения склонов с целью снижения рисков деградации земель.

Ожидаются новые открытия в области *биологии и биохимии почв* благодаря развитию почвенной вирусологии, а также метагенома с помощью биологической матрицы почв. Несмотря на то, что вирусы были открыты более 100 лет назад, причём на растительном материале в агросистемах, почвенный вириом (совокупность вирусов в образце) практически не изучен. Только в последнее время лавинообразно стали появляться публикации, посвящённые вирусам ризосферы и взаимосвязям растений и вириома. По нашему мнению, основные направления изучения вириома почвоведцами должны лежать в рамках экологии почвенных сообществ и почвенной агробиологии. Сейчас здесь открыто окно возможностей и вызовов. Отдельно нужно изучать взаимодействия “вириом—микробиом—растение” в ризосфере как в агроценозах, так и в естественных почвах.

Что касается *метагеномики*, традиционное секвенирование методом дробовика¹ и нанопоровое секвенирование² позволяют анализировать не просто таксономический состав почвенных микроорганизмов,

¹ Секвенирование методом дробовика (англ. Shotgun sequencing) — метод, используемый для секвенирования длинных участков ДНК. Его суть состоит в получении случайной массивированной выборки клонированных фрагментов ДНК организма, на основе которых может быть восстановлена исходная последовательность ДНК.

² Нанопоровое секвенирование — это технология, позволяющая проводить прямой анализ длинных фрагментов ДНК или РНК в режиме реального времени.



Рис. 4. Состав полного метагенома чернозёма Каменной степи на уровне субсистем генов

но и получать информацию о полном почвенном метагеноме. С помощью нанопорового секвенирования проанализированы полные метагеномы основных зональных типов почв России: дерново-подзолистой, серой лесной, чернозёма и каштановой. Выявлены десятки субсистем микробных генов, среди которых доминируют АТФ-транслоказы, системы генов пуринового обмена, метаболизма, аминокислот и пирувата (рис. 4).

Однако почвенная метагеномика сталкивается с проблемой избыточной информации. Количество генетического материала в 1 г почвы составляет около 10^{15} – 10^{16} пар нуклеотидов, что идентично человеческому геному. Для решения этой проблемы предлагается создать почвенные метагеномные чипы (геочипы) — специализированные инструменты, позволяющие уменьшить количество получаемых данных и сосредоточиться на конкретных процессах и функциях. Первый этап — создание ДНК-суперматрицы — смеси ДНК, выделенных из представительной выборки, которая охватывает основное разнообразие почв России.

Земельный вопрос невероятно актуален. Сейчас отрасль сталкивается с беспрецедентными вызовами: геополитическими, природно-климатическими и социально-экономическими. Многие уже удалось сделать, наука стоит на пороге открытий, способных кардинально изменить диагностику состояния почв и бесконечно расширить возможности управления, мониторинга, земле- и природопользования. Настало время гармонизации, транспарентности и инкорпорирования всех существующих ведомственных платформ в единое пользовательское пространство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Манифест 19 февраля 1861 г. “О всемилостивейшем даровании крепостным людям прав состояния свободных сельских обывателей”. Российское законодательство X–XX вв. В 9 т. Т. 7. Документы

крестьянской реформы / Отв. ред. О.И. Чистяков. М.: Юридическая литература, 1989.

Manifesto of February 19, 1861 “On the most gracious granting to serfs of the rights of free rural inhabitants”. Russian legislation of the 10th–20th centuries. In 9 vols. Vol. 7. Documents of the peasant reform / Ed. O.I. Chistyakov. Moscow: Legal Literature, 1989. (In Russ.)

2. Иванов А.Л. Актуальные задачи современного землепользования в АПК России. Версия 4.0. М.: Изд-во МБА, 2024.

Ivanov A.L. Actual tasks of modern land use in the agro-industrial complex of Russia. Version 4.0. Moscow: MBA Publishing house, 2024. (In Russ.)

3. Рекомендации по развитию агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечернозёмной зоны Российской Федерации до 2030 года. Версия 2.0. М.: Изд-во МБА, 2021.

Recommendations for the development of the agro-industrial complex and rural areas of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation until 2030. Version 2.0. Moscow: MBA Publishing House, 2021. (In Russ.)

4. Землепользование России в условиях изменения глобального климата и беспрецедентных социально-экономических вызовов: состояние почвенного покрова, тенденции изменения, деградация, методология учёта. Прогнозы / Под редакцией Р.С.-Х. Эдельгериева, А.В. Гордеева, А.Л. Иванова. М.: Изд-во МБА, 2022.

Land use in Russia in the context of global climate change and unprecedented socio-economic challenges: soil cover status, change trends, degradation, accounting methodology. Forecasts / Ed. by R.S.-Kh. Edelgeriev, A.V. Gordeev, A.L. Ivanov. Moscow: MBA Publishing House, 2022. (In Russ.)

5. Столбовой В.С., Гребенников А.М., Оглезнев А.К. и др. Реестр индикаторов качества почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. Версия 1.0. Иваново: ПресСто, 2021.

- Stolbovoy V.S., Grebennikov A.M., Ogleznev A.K. et al.* Register of soil quality indicators of agricultural lands of the Russian Federation. Version 1.0. Ivanovo: PresSto, 2021. (In Russ.)
6. *Stolbovoy V.S., Ivanov A.L.* Carbon Balance in Soils of Northern Eurasia // *Soil Carbon. Progress in Soil Science.* Springer Cham, 2014. Pp. 381–391.
 7. *Ivanov A.L., Stolbovoy V.S.* The Initiative “4 per 1000” – a new global challenge for the soils of Russia // *Dokuchaev Soil Bulletin.* 2019, vol. 98, pp. 185–202.
 8. *Ivanov A.L., Savin I.Yu., Stolbovoy V.S. et al.* Global climate and soil cover – implications for land use in Russia // *Dokuchaev Soil Bulletin.* 2021, vol. 107, pp. 5–32.
 9. *Ivanov A.L., Stolbovoy V.S., Grebennikov A.M., Dukhanin Yu.A.* Contamination and suitability of soils for growing bio products in Russia // *Dokuchaev Soil Bulletin.* 2024, vol. 118, pp. 5–20.
 10. *Кирюшин В.И.* Уроки освоения целины // СССР в достижениях и катастрофах. Размышления по случаю 100-летия. М.: Голос, 2022. С. 387–426.
Kiryushin V.I. Lessons of Virgin Land Development // *USSR in Achievements and Catastrophes. Reflections on the Occasion of the 100th Anniversary.* Moscow: Golos, 2022. Pp. 387–426. (In Russ.)
 11. Постановление пленума ЦК КПСС “О дальнейшем увеличении производства зерна в стране и об освоении целинных и залежных земель” 28 февраля – 2 марта 1954 г.
Resolution of the Plenum of the Central Committee of the CPSU “On the further increase of grain production in the country and on the development of virgin and fallow lands” February 28 – March 2, 1954. (In Russ.)
 12. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731 “О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации”.
Resolution of the Government of the Russian Federation of May 14, 2021 no. 731 “On the State Program for the Effective Involvement of Agricultural Lands into Circulation and the Development of the Land Reclamation Complex of the Russian Federation”. (In Russ.)
 13. *Шевченко В.А., Исаева С.Д., Дедова Э.Б.* Новый этап развития мелиоративно-водохозяйственного комплекса Российской Федерации // *Вестник РАН.* 2023. № 4. С. 355–361.
Shevchenko V.A., Isaeva S.D., Dedova E.B. A new stage in the development of the melioration and water management complex of the Russian Federation // *Herald of the Russian Academy of Sciences.* 2023, no. 4, pp. 335–361. (In Russ.)
 14. Постановление Правительства РФ от 31 мая 2019 г. № 696 «Об утверждении Государственной программы Российской Федерации “Комплексное развитие сельских территорий”».
 - Resolution of the Government of the Russian Federation of May 31, 2019 no. 696 «On approval of the State Program of the Russian Federation “Integrated Development of Rural Areas”». (In Russ.)
 15. Национальный доклад “Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство)”. Т. 1 / Под ред. А.И. Бедрицкого. М.: Геос, 2018.
National report “Global climate and soil cover of Russia: assessment of risks and ecological and economic consequences of land degradation. Adaptive systems and technologies for rational nature management (agriculture and forestry)”. Vol. 1 / Ed. by A.I. Bedritsky. Moscow: Geos, 2018. (In Russ.)
 16. Национальный доклад “Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)”. Т. 2 / Под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. М.: Изд-во МБА, 2019.
National report “Global climate and soil cover of Russia: desertification and land degradation, institutional, infrastructural, technological adaptation measures (agriculture and forestry)”. Vol. 2 / Ed. by R.S.-Kh. Edelgeriev. Moscow: MBA Publishing House, 2019. (In Russ.)
 17. Национальный доклад “Глобальный климат и почвенный покров России: проявления засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство)”. Т. 3 / Под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. М.: Изд-во МБА, 2021.
National report “Global climate and soil cover of Russia: manifestations of drought, prevention and control measures, elimination of consequences and adaptation activities (agriculture and forestry)”. Vol. 3 / Ed. by R.S.-Kh. Edelgeriev. Moscow: MBA Publishing House, 2021. (In Russ.)
 18. Национальный доклад “Глобальный климат и почвенный покров России: арктическая зона, мерзлотные почвы – будущему России”. Т. 4. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2024.
National report “Global climate and soil cover of Russia: Arctic zone, permafrost soils – the future of Russia”. Vol. 4. Moscow: V.V. Dokuchaev Soil Institute, 2024. (In Russ.)
 19. Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 2006. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006. Подготовлены Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. Т. 1–5. / Под ред. С. Игглестона,

- Л. Буэндиа, К. Мива и др. Япония: ИГЕС. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html>
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006. Prepared by the IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Vol. 1–5. / Ed. by S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa et al. Japan: IGES. (In Russ.)
20. Базовое содержание углерода в почвах сельскохозяйственного назначения Российской Федерации для климатических проектов. Свидетельство № 2023623896.
Basic carbon content in agricultural soils of the Russian Federation for climate projects. Certificate no. 2023623896. (In Russ.)
 21. Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 года. Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. М.: ИИЦ “Статистика России”, 2022.
Main results of the 2021 agricultural microcensus. Statistical digest / Federal State Statistics Service. Moscow: Research Center “Statistics of Russia”, 2022. (In Russ.)
 22. Единый государственный реестр почвенных ресурсов почв России. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2014. <https://egrpr.esoil.ru/>
Unified State Register of Soil Resources of Russia. Moscow: V.V. Dokuchaev Soil Institute, 2014. (In Russ.)
 23. ГОСТ Р 10229-2022 “Почвы. Показатели качества почв”. <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=4&month=8&year=-1&search=&id=245622>
GOST R 10229-2022 “Soils. Soil quality indicators”. (In Russ.)
 24. Информационно-справочная база почв сельскохозяйственных угодий Северо-Западного Федерального округа Российской Федерации. Свидетельство № 2023624044.
Information and reference database of agricultural soils of the Northwestern Federal District of the Russian Federation. Certificate no. 2023624044. (In Russ.)
 25. Информационно-справочная база почв сельскохозяйственных угодий Приволжского Федерального округа Российской Федерации. Свидетельство № 2023624429.
Information and reference database of agricultural soils of the Volga Federal District of the Russian Federation. Certificate no. 2023624429. (In Russ.)
 26. Информационно-справочная база почв сельскохозяйственных угодий Уральского Федерального округа Российской Федерации. Свидетельство № 2023624028.
Information and reference database of agricultural soils of the Ural Federal District of the Russian Federation. Certificate no. 2023624028. (In Russ.)
 27. Информационно-справочная база почв сельскохозяйственных угодий Дальневосточного Федерального округа Российской Федерации. Свидетельство № 2023624029.
Information and reference database of agricultural soils of the Far Eastern Federal District of the Russian Federation. Certificate no. 2023624029. (In Russ.)

CURRENT TASKS IN THE FIELD OF AGRICULTURAL LAND USE IN THE RUSSIAN FEDERATION AND THEIR SOLUTION

A.L. Ivanov^{a,*}, Yu.A. Dukhanin^{a,**}, L.O. Khorosheva^{a,***}

^a*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia*

^{*}*E-mail: ivanov_al@esoil.ru*

^{**}*E-mail: dr.dukhanin@esoil.ru*

^{***}*E-mail: info@esoil.ru*

The land issue is extremely important for Russian society. In the context of modern geopolitical, natural, climatic and socio-economic challenges, we are given a chance to find an optimal solution to pressing land use problems. Along with significant achievements of recent years, a number of unresolved problems remain concerning the development and application of new approaches to land use, resource provision of the agro-industrial complex and agricultural technology policy. The article analyzes the impact of global climate change on land use, effective involvement of agricultural lands in circulation, scientific support for rational land use. The need to organize a single body regulating land relations under the auspices of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation is affirmed.

Keywords: land use, agriculture, agricultural economy, soils, soil resources.