

DOI 10.5281/zenodo.10276752

EDN EYBJVK

УДК 633.11:551.5

Гулянов Ю. А.

**РОЛЬ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕЛИОРАТИВНЫХ АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В УЛУЧШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ УРАЛ**

Институт степи Уральского отделения Российской академии наук (ИС УрО РАН) – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (ОФИЦ РАН)

**Реферат.** Анализ теоретических и экспериментальных данных в области сдерживания деградационных процессов почвенного покрова и оценка роли природоподобных агротехнологий и мелиоративных аграрно-технических мероприятий необходимы для дальнейшего использования в землеустроительном и сельскохозяйственном производстве при разработке и внедрении мероприятий, направленных на улучшение экологической обстановки в бассейне реки Урал. Источником сведений служили опубликованные в открытой печати теоретические наработки и экспериментальные данные учёных-аграриев, степеведов и результаты собственных полевых и экспедиционных исследований в регионах степной зоны России в 2018–2023 гг. Актуализировано отрицательное влияние на качество земель длительного сельскохозяйственного использования, выражающееся в деградации почв и сопровождающееся частичной или полной утратой почвенным покровом плодородия или иным ухудшением качества, связанным с их значительным повреждением или полным уничтожением. Отмечено негативное влияние деградационных процессов на поддержание ландшафтно-экологической устойчивости территории бассейна реки Урал и сохранение биологического разнообразия. Обоснована приемлемость реализации земледельческих технологий и мелиоративных аграрно-технических мероприятий, базирующихся на применении различных технологических приёмов и подходов, основанных на подражании естественным природным процессам (природоподобие) и направленных на уменьшение нагрузки на агроэкосистемы и водные ресурсы, сохранение их устойчивости посредством снижения интенсивности водно-эрозионных процессов и деградации почвенного покрова. Их распространение, при одновременной оптимизации структуры сельскохозяйственного землепользования, может в значительной степени способствовать экологической реабилитации реки Урал и её бассейна.

**Ключевые слова:** бассейн реки Урал, сельскохозяйственные угодья, земледелие, деградация почв, оптимизация структуры землепользования.

**Для цитирования:** Гулянов Ю. А. Роль природоподобных технологий и мелиоративных аграрно-технических мероприятий в улучшении экологической обстановки в бассейне реки Урал // Таврический вестник аграрной науки. 2023. № 4(36). С. 51–75. EDN: EYBJVK. DOI: 10.5281/zenodo.10276752.

**For citation:** Gulyanov Yu. A. Role of nature-like technologies and reclamation agricultural-technical measures in improving the ecological situation in the Ural River Basin // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2023. No. 4(36). P. 51–75. EDN: EYBJVK. DOI: 10.5281/zenodo.10276752.

**Введение**

Из трёх регионов российской части бассейна реки Урал, характеризующегося высокой степенью сельскохозяйственного освоения, наибольшая площадь (более 63 %) территориально расположена в Оренбургской области. В Республике Башкортостан

находится только около 24 % его территории и немногим более 12 % – в Челябинской области.

В указанных регионах уже на протяжении длительного времени значительные площади сельскохозяйственных угодий отведены под производство растениеводческой продукции. Состояние и уровень развития земледелия здесь характеризуются высокой динамичностью, зачастую связанной с критическими вехами в развитии страны (в том числе с реформированием экономики), и выражаются в значительном варьировании структуры сельскохозяйственных угодий, площади обрабатываемых земель и валовых сборов зерна и другой продукции полей.

Более других регионов российского бассейна реки Урал эта ситуация проявляется на территории землепользования Оренбургской области, где расположены самые большие площади сельскохозяйственных угодий (около 10,0 млн га). Они покрывают почти 85,0 % всей территории региона, а их доля в землях сельскохозяйственного назначения приближается к 96,0 %. [1]. Настолько широкое сельскохозяйственное освоение земельных ресурсов здесь сопровождается неблагоприятной экологической ситуацией, связанной с низкой ландшафтно-экологической устойчивостью, особенно на землях, приуроченных к бассейну реки Урал.

В пространственном отношении бассейн реки Урал в Оренбургской области охватывает территории землепользования 28 муниципальных образований из 41, к ним приурочено более 58,0 % областных посевных площадей – около 2,5 млн га. Стратегическое значение этих земель для обеспечения продовольственной безопасности населения не вызывает сомнений. Настолько же очевидным является и поддержание ландшафтно-экологической устойчивости этих территорий, сохранение биологического разнообразия обитающих здесь животных и растительных видов, обеспечение жизнеспособности водных объектов, включая главную водную артерию региона – реку Урал.

Между тем, результаты мониторингового исследования земель, представленные в государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2021 году», свидетельствуют о отрицательном влиянии на их качество длительного сельскохозяйственного использования и указывают на практически полное отсутствие на её территории земель, не испытавших негативного воздействия [2]. Оно проявляется в развитии деградационных почвенных процессов и дополнительно усиливается природными факторами, среди которых (особенно в последние десятилетия) заметно возросло участие климатических факторов, выражающееся в значительном росте термических ресурсов и заметном снижении количества осадков. Сюда же следует отнести высокую гетерогенность рельефа, сопровождающуюся формированием сложных и неоднородных ландшафтов, и большое разнообразие почвообразующих материнских пород, приведшее к высокой мозаичности почвенного покрова на относительно ограниченных территориях. Деградация почв приводит к снижению или полной утрате их способности в удовлетворении потребностей возделываемых растений в факторах жизни ввиду существенного падения плодородия в целом или ухудшения отдельных качественных характеристик [2].

Обрабатываемые (пахотные) угодья относятся к числу самых нестабильных элементов ландшафта, формирующих риски водно-эрозионных процессов и деградации почвенного покрова бассейна реки Урал во всех анализируемых территориях. Их доля в общей площади регионов в настоящее время варьирует от 29,5 % (3662,5 тыс. га) в Республике Башкортостан до 34,6–49,5 % (соответственно 3058,4–6114,5 тыс. га) – в Челябинской и Оренбургской областях [3].

Самой высокой подверженностью деградационным процессам характеризуются обрабатываемые (пахотные) угодья с низкой пригодностью к обработке, отличающиеся

наличием ряда предрасполагающих признаков и свойств (неустойчивые, склоновые, щебенчатые, засоленные и солонцеватые), частично введенные в оборот за счёт тотальной распашки новых и залежных земель в период освоения целины (1954–1963 гг.).

В период реформирования и переобустройства аграрного сектора экономики конца прошлого – начала текущего столетия часть поднятых в целинную компанию земель была переведена в залежь. В настоящее время вновь широко практикуется возвращение неиспользуемых сельскохозяйственных угодий в состав земель сельскохозяйственного назначения. Проведённые нами экспедиционные исследования (2018–2023 гг.) позволили выявить подобные тенденции, наиболее активно развивающиеся в сопредельных с Республикой Казахстан южных административных районах, в том числе территориально приуроченных к бассейну реки Урал. Только за 2018 г. площадь вновь востребованных обрабатываемых угодий пополнилась здесь на 125,6 тыс. га [3].

При обозначенных подходах к землепользованию в регионах российского бассейна реки Урал не снижаются угрозы сохранению продуктивного и устойчивого состояния почвенного покрова, сопровождающиеся падением эффективности сельскохозяйственного использования земель и представляющие высокую опасность для экологического баланса.

В соответствии с этим оптимизация структуры сельскохозяйственного землепользования и разработка агротехнических и мелиоративных мероприятий, направленных на снижение интенсивности деградационных процессов, могут стать одними из путей улучшения экологической обстановки в бассейне реки Урал без ущерба для продовольственной безопасности.

**Цель исследований** – анализ теоретических и экспериментальных данных в области сдерживания деградационных процессов почвенного покрова сельскохозяйственных угодий и оценка роли природоподобных агротехнологий и мелиоративных аграрно-технических мероприятий в улучшении экологической обстановки в бассейне реки Урал для дальнейшего использования в землеустроительном и сельскохозяйственном производстве.

Для выполнения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- провести анализ причин деградации почвенного покрова и актуализировать сведения о развитии эрозийных процессов на сельскохозяйственных угодьях российских регионов бассейна реки Урал;
- ознакомиться с результатами теоретических и практических разработок отечественных и зарубежных учёных в области реализации мероприятий по сдерживанию деградационных процессов почв сельскохозяйственных угодий;
- обосновать значение природоподобных технологий и мелиоративных аграрно-технических мероприятий в оптимизации рисков и снижении экологических последствий сельскохозяйственной деятельности в бассейне реки Урал.

#### **Материалы и методы исследований**

Материалом для подготовки статьи послужили опубликованные в открытой печати результаты теоретических и экспериментальных изысканий отечественных и зарубежных учёных, а также результаты собственных полевых и экспедиционных исследований в регионах степной зоны России в 2018–2023 гг.

#### **Результаты и их обсуждение**

На территории землепользования Оренбургской области встречается большое число почвенных разностей. Значительные площади региона занимают чернозёмы (типичные, обыкновенные и южные), составляющие основной массив почв сельскохозяйственных угодий региона, обладающие высоким потенциалом плодородия и отличающиеся низкой устойчивостью на невыровненных элементах рельефа. На

плакорах южных и юго-восточных рубежей области распространены тёмно-каштановые почвы, характеризующиеся меньшим потенциалом плодородия и высокой склонностью к природному и антропогенному разрушению.

Анализ причин деградации почвенного покрова показывает, что наибольший вред ему наносят эрозионные процессы водной (водная эрозия) или ветровой (дефляция) природы, а также неуправляемый выпас (перевыпас) скота и антропогенное загрязнение, ставшие следствием потребительского отношения к природному наследию. Достаточно длительное время земельные ресурсы области представлялись неисчерпаемыми для многих категорий пользователей как сельскохозяйственных, так и промышленных (недроразработки) отраслей. Для их воспроизводства, защиты и сохранения адекватные действия не предпринимали [4].

В земледелии многие десятилетия, особенно на рубеже XX-XXI вв., преобладали экстенсивные технологии, ориентированные преимущественно на использование естественного почвенного плодородия, без применения удобрений и химических средств защиты от вредных объектов или с их использованием в ничтожно малых количествах, не способных к изменению ситуации в лучшую сторону (рисунок 1). Характерной чертой подобных технологических подходов, практикуемых в отдельных хозяйствах и до сегодняшнего дня, является потребительское отношение к земле и расчёт на случайные урожаи при полном отсутствии стремления к сохранению её функциональных свойств, не говоря уже об их улучшении [5].



**Рисунок 1 – Эрозионно-неустойчивое состояние поверхности поля (А – октябрь 2020 г.) и погибшие от обезвоживания посевы яровой пшеницы (Б – июль 2021 г.) во влагорасточительных технологиях с глубокой плоскорезной и плужной обработкой почвы (Оренбургская область, Оренбургский район)**

Широкое вовлечение в обработку естественных степных угодий и залежных земель привело (особенно в Зауралье) к значительному пространственному распространению деградационных почвенных процессов в виде водной эрозии на территориях с пересечённым рельефом местности и ветровой эрозии открытых пространств с почвами лёгкого механического состава (рисунок 2) [6]. Результатом этого стало усиление процессов негативного изменения структуры почвенного покрова, его уплотнения, повышения засоленности и снижения интенсивности процессов

гумусообразования. Как следствие, практически полностью исчезли чернозёмы тучные и значительно увеличились площади маломощных разновидностей чернозёмов обыкновенных, что сопровождалось снижением мощности гумусового горизонта и плодородия в целом.

Согласно ГФДЗ «Технический отчет: анализ качественного состояния земель Оренбургской области по материалам мониторинговых исследований» по ГК № 260/08-005626.5 площадь эродированных земель на конец 2008 г. составляла около 4600,0 тыс. га, из которых около 2300,0 тыс. га уже были слабо эродированы и примерно ещё столько же эродированы в средней степени [2].



**Рисунок 2 – Визуализация низкой реализации потенциала продуктивности полевых культур на участках с проявлением водно-эрозионных (А – яровая пшеница) и дефляционных (Б – сафлор) процессов на обрабатываемых землях бассейна реки Урал, Светлинский район, Оренбургская область, август 2023 г.**

Следует признать, что изложенная ситуация далека от улучшения и до сегодняшнего дня в российских регионах бассейна реки Урал ещё активно практикуются природорасточительные приёмы на обрабатываемых сельскохозяйственных угодьях, сопровождающиеся как неприемлемыми антропогенными нагрузками, в том числе на прилегающие ландшафты, так и критическими экологическими угрозами. Среди них в первую очередь необходимо выделить вовлечение в обработку неполнопрофильных, слабогумифицированных, склоновых и прочих неустойчивых почв. Большую опасность для активизации эрозионной деградации почвенного покрова представляет глубокая вспашка с оборотом пласта на лёгких по механическому составу почвах. Чрезвычайно неприемлемым следует считать и игнорирование севооборотов, чрезмерную увлечённость монокультурами, включая маргинальные (подсолнечник, рапс и др.), отрицательный баланс элементов минерального питания в почве при полном или частичном отказе от внесения минеральных и органических удобрений [7, 8]. Высокую опасность для русел малых рек, питающих главную водную артерию региона реку Урал, представляет вовлечение в обработку их водосборных территорий, что сопровождается стремительным заилением русел.

Анализ отчётов различных министерств и ведомств, прямо или косвенно имеющих отношение к данной проблеме показывает, что из всех проявлений экзогенных

геологических процессов на территории Оренбургской области в настоящее время (с 2010 г.) наиболее тщательный контроль осуществляется за активностью овражной эрозии, проводимый специализированными пунктами наблюдения (СНП) [9]. Актуальность её отслеживания вполне очевидна, так как развитие эрозионных процессов, особенно сопровождающееся образованием «молодых» оврагов, вместе с созданием чрезвычайных или опасных ситуаций ведёт к сокращению площади сельскохозяйственных земель [2] и наносит большой вред водным объектам. Результаты работы СНП свидетельствуют об активизации эрозионных процессов преимущественно в весенний период и их незначительном проявлении в остальное время года. По их сведениям, интенсивность эрозии зависит от объёма и интенсивности весеннего поверхностного стока, рельефа и характера подстилающей поверхности почвы [9].

Анализ представленных в научных трудах различных авторов данных и результатов собственных наблюдений показывает, что поверхностный сток является многофакторной системой, с большим числом взаимосвязанных элементов, каждый из которых может выступать в роли лимитирующего или активизирующего интенсивность водно-эрозионных процессов и деградации почвенного покрова факторов.

По нашему общему убеждению, из климатических факторов главным источником поверхностного стока бассейна реки Урал является снег, составляющий в нём более 80 %, а роль дождевых и подземных вод невелика, свидетельством чему является резкое обмеление реки в летний период [10].

Обобщение большого числа причинно-следственных связей природных факторов, оказывающих влияние на характеристики поверхностного стока, показывает, что величина и интенсивность водного стока снежного происхождения зависит от характера снежного покрова на территории водосбора, величины его запасов, глубины промерзания почвы и стабильности зимних температур, влажности почвы перед снеготаянием. Большое влияние на сток оказывают запасы влаги в десятисантиметровом слое почвы, определяемые интенсивностью осенних осадков [11–17].

По мнению учёных Республики Башкортостан [14] и многих других исследователей [12, 18], одним из факторов, наиболее участвующих в формировании поверхностного стока, является глубина промерзания почвы. Это подтверждают результаты, полученные водно-балансовой станцией управления по мониторингу мелиорируемых земель ФГУ «Башмелиоводхоз», расположенной в Уфимском районе Республики, когда при глубине промерзания почвы 30–38 см было зафиксировано полное отсутствие стока в период снеготаяния [14]. Близкие данные получены и коллективом авторов во главе с А. Т. Барабановым. Они указывают об отсутствии стока на юге Центральных районов Нечернозёмной зоны, в Центрально-чернозёмном районе и Поволжье при незамёрзшей почве или её промерзании только до полуметровой глубины, какими бы ни были степень её увлажнения и запасы снега [14].

В исследованиях, проведённых в Западной Сибири А. А. Танасиенко и А. С. Чумбаевым [20], выявлено препятствующее миграции талых вод вглубь профиля чернозёмов влияние льдистого экрана, образующегося при наличии свободной влаги, больше наименьшей влагоёмкости (НВ) в почве в осенний период. По их мнению, на величину поверхностного стока также оказывает влияние соотношение площадей лесных массивов и пахотных угодий, что необходимо учитывать при прогнозировании объёмов весеннего стока.

На основе систематизации результатов аналогичных наблюдений, полученных в различных регионах России, А. Т. Барабановым выделены наиболее значимые факторы, определяющие поверхностный водный сток и сформулирован так называемый «закон лимитирующих факторов поверхностного стока талых вод». Исходя из его содержания, при ограниченном значении величины снеготаяния или глубины промерзания и

влажности почвы независимо от величины других факторов перед установлением снежного покрова формирования стока не отмечается [19].

В формировании величины снегозапасов и снижении интенсивности поверхностного стока большую роль играют лесополосы [21–23], задерживающие снег в межполосном пространстве и способствующие его постепенному стаиванию без развития эрозионных процессов (при лучшем впитывании и меньшем стоке). По сведениям М. А. Комиссарова и И. М. Габбасова, снег в лесных насаждениях всегда отличается большей водообеспеченностью, нежели на открытых участках, с максимальными значениями, приходящимися на начало периода снеготаяния. Они отмечают в 2,0–2,2 раза меньшую глубину мёрзлого слоя почвы под пологом деревьев в сравнении с открытым полем, а также более позднее промерзание и более раннее оттаивание почвы [14].

По нашим наблюдениям, в водосборных бассейнах реки Урал водный сток дополнительно определяется континентальностью климата и связанной с ней быстрой сменой холодного периода года на тёплый (иногда в течение декады) в совокупности с открытостью ландшафтов, определяющей характер половодья. Он связан с географическими контрастами между различными частями бассейна р. Урал и особенностями фенологических сезонов – более коротких в Зауралье (восточных) с поздним временем их наступления по сравнению с западными, более продолжительными и ранними. Водный сток также определяет водопроницаемость покрывающего почву войлока естественных ландшафтов (или полное отсутствие на «голой» пашне) и водоудерживающую способность разных ландшафтов. К примеру, в лесных насаждениях сток начинается на два-три дня позднее, чем на открытых ландшафтах, и является более скоротечным. Это, как правило, связано с впитыванием в почву большей части запасённой в снеге воды ещё под его покровом ввиду большей водопроницаемости лесной почвы, более рыхлой и промерзающей на меньшую глубину [10, 17].

Процесс впитывания талой воды на сельскохозяйственных угодьях также характеризуется определёнными особенностями. Так, на стерневых фонах и дернине многолетних трав он отличается замедленностью по сравнению с пашней (зяблевой глубокой обработкой). Учёные ФГБУН «Институт биологии Уфимского научного центра РАН» объясняют это тем, что в условиях практически одинаковой глубины промерзания и осенних запасов влаги на зяблевой пахоте и стерне (дернине многолетних трав) решающее значение имеет плотность сложения почвы, которая в профиле пашни ( $1,17\text{--}1,26\text{ г/см}^3$ ) ниже, чем на стерневом участке ( $1,22\text{--}1,44\text{ г/см}^3$ ) [14].

Не менее значимыми факторами, определяющими поверхностный водный сток в бассейне реки Урал, по нашему убеждению, являются ещё и полнота сельскохозяйственного освоения земель, структура сельскохозяйственных угодий, технологическая специфика аграрного землепользования и технологическая направленность земледелия, касающаяся приёмов обработки почвы. Именно их интенсивность, в отличие от более инертных физических и химических свойств почвы, её гранулометрического состава и многих других характеристик, способна активно менять величину и интенсивность поверхностного стока.

На величину поверхностного стока влияют как соотношение площадей относительно молодых и возрастных залежей, характеризующихся различной степенью уплотнения почвы, структурой и видоразнообразием травостоя, так и сельскохозяйственная деятельность в водосборных зонах. Учёными Института степи УрО РАН выявлено отрицательное воздействие на сток полулегального размещения бахчевых полей на водосборных территориях левых притоков реки Урал, связанных с предшествующей распашкой целинных земельных участков, составляющих их бассейн

[24], и несанкционированного забора поливной воды из реки Урал, наносящего вполне ощутимый вред устойчивости земельных ресурсов и водным биосистемам [25]. При этом техническое состояние легальных мелиоративных (оросительных) систем в бассейне реки Урал характеризуется высоким износом гидротехнических сооружений, они нуждаются в ремонте и техническом переоснащении [26]. По этой же причине в сельскохозяйственных организациях поливов полевых культур (зерновые) практически не проводится [2].

Нестеренко Ю. М. [27] и группа учёных под руководством Левыкина С. В. [24], при изучении динамики поверхностного стока талых вод с водосборных территорий притоков р. Урал в различных агроклиматических зонах Оренбургской области выявили зависимость коэффициента стока от доли пашни. Они указывают, что, после завершения распашки целинных и залежных земель в Оренбургской области при стабилизации доли зяби на уровне 52–56 % от площади водосбора (1966–1985 гг.) коэффициент стока уменьшился вдвое – с 0,53 до 0,25–0,26. И напротив, в 1991–2000 гг., в период массового вывода пашни из обработки и уменьшения доли зяби до 26 % он увеличился до 0,48, то есть почти вдвое по сравнению с предшествующим периодом. В начале нового тысячелетия (2001–2010 гг.), при постепенном возвращении в обработку выведенных ранее земель, но с малой долей зяби, коэффициент стока талых вод незначительно снизился и составил 0,46 [28].

Проведённый нами статистическими методами анализ данных, опубликованных Ю. М. Нестеренко, подтверждает его предположения о влиянии на величину поверхностного стока распаханности площади водосбора и доли зяби от площади водосбора. Между указанными параметрами и коэффициентом стока выявлена сильная обратная связь ( $r$ ): -0,83 с распаханностью площади водосбора и -0,87 – с долей зяби от площади водосбора.

Подводя итог анализу современного противозерозионного состояния сельскохозяйственных земель бассейна реки Урал, следует особо подчеркнуть, что практикуемое сегодня хозяйственное освоение водосборных территорий и увеличение сельскохозяйственной нагрузки безусловно будут способствовать дальнейшему ухудшению достаточно напряжённой экологической ситуации.

Таким образом, при сохраняющихся рисках экологической безопасности, приуроченных к бассейну реки Урал земель, связанных преимущественно с нерадивым хозяйствованием и нарастающими климатическими изменениями, обуславливающими повышение засушливости обширных территорий, остро назрела необходимость реализации новационных подходов по адаптации землепользования к современным условиям.

Проведённый нами анализ гидротермических условий 32-летнего периода в трёх районах Заволжской степной провинции подтвердил устойчивый рост термических ресурсов, следствием которого стало увеличение суммы активных температур за период весенне-летней вегетации на 185 °С (14,3 %) в Центральной почвенно-климатической зоне (Оренбургский район) и на 138 °С (11,1%) – 90 °С (7,3 %) в Западной (Сорочинский и Бузулукский районы соответственно). При одновременном снижении количества атмосферных осадков это сопровождалось самым ощутимым снижением ГТК Селянинова в Центральной почвенно-климатической зоне, которое составило 0,23 единицы или 37,1 %. На основании полученных результатов отмечена целесообразность преимущественной концентрацией посевов озимых культур в северо-западной части области, где повышение засушливости климата пока не настолько очевидно [29].



В связи с этим при разработке мероприятий, способствующих снижению интенсивности водно-эрозионных процессов и деградации почвенного покрова в бассейне реки Урал, необходимо учитывать все вышеперечисленные обстоятельства.

Одной из основополагающих научных стратегий, направленных на решение указанных проблем и нивелирование экологических рисков бассейна реки Урал, может рассматриваться стратегия природосберегающего степного землепользования, разрабатываемая Институтом степи УрО РАН. Её основной концепцией является установление оптимального соотношения различных ландшафтов в структуре земельного фонда, переход на интенсивные наукоёмкие технологии в растениеводстве на землях высокоплодородного фонда и вывод из обработки нарушенных и неустойчивых низкопродуктивных земель, в том числе в бассейне реки Урал [30]. Указанные положения данной стратегии не содержат рисков продовольственной безопасности, так как сохранение стабильных валовых сборов растительного сырья продовольственного и технического назначения предполагается посредством компенсации недополученных урожаев более высокими сборами с остающихся в обработке высокоплодородных полей [31].

Состоятельность данного предположения вполне согласуется с результатами наших исследований (1995–2015 гг.) на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья, подтвердивших возможность более высокой реализации ресурсного потенциала возделываемых сортов озимой пшеницы при внедрении соответствующих современным экологическим стандартам моделей агротехнологий. При их добросовестной реализации вполне достижимо использование энергии солнечного света с коэффициентом полезного действия (КПД ФАР) на уровне 1,22–1,23 % и повышение урожайности высококачественного зерна на 100–120 % до экономически и экологически целесообразного уровня в 3,0–3,5 т/га [32].

Мировым научным сообществом прорабатываются пути решения обозначенной проблемы, активизировались подобные научные изыскания и в отдельных зернопроизводящих регионах России, чего нельзя с полной уверенностью утверждать в отношении регионов российского бассейна реки Урал. Здесь пока не просматривается стройной и хорошо выверенной стратегии адекватного технологического ответа на природные и антропогенные вызовы, способной повысить экологическую устойчивость территории при одновременном обеспечении продовольственной безопасности.

Среди перспективных мероприятий, направленных на оптимизацию отмеченных рисков и снижение экологических последствий сельскохозяйственной деятельности, следует выделить реализацию природоподобных влагосберегающих приёмов в земледелии. Их внедрение предполагает сближение почвенных условий и условий существования растений в агроценозах и естественных растительных сообществах, прежде всего посредством накопления и сохранения дополнительных ресурсов влаги. При этом их реализация должна сопровождаться встраиванием в логически цельную систему земледелия, насыщенную адаптивными агроприёмами, в том числе с использованием информационных технологий и данных ДЗЗ.

Следует отметить, что использование информационных ресурсов и инструментальных методов оценки состояния растительного покрова полей и выявления соответствия уровня их развития высокопродуктивным агроценозам, активно развивается в российской науке и широко верифицируется в производстве. Практикуются приёмы оценки развития фитомассы посредством различных вегетационных индексов, выявляющих гетерогенность растительного покрова и характеризующих урожайные перспективы. Их значения используют для корректировки технологических решений в процессе вегетации и прогнозирования урожайности.

Подобные исследования проводились нами в 2017–2018 гг. на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья. Их результатом стало выявление значений разностного вегетационного индекса (NDVI), определённых посредством портативного оптического устройства Green Seeker Handheld и соответствующих определённым величинам урожайности зерна. Было установлено, что максимальной урожайности зерна озимой пшеницы Пионерская 32 (на уровне 3,0 т/га) из всей выборки измерений в фазу колошения соответствует индекс NDVI равный 0,77 единиц, который может быть использован в прогнозных расчётах [33].

В дополнение к этому, полученные нами данные убедительно свидетельствуют о целесообразности для оперативного управления продукционным процессом полевых агроценозов комплексирования имеющего высокую сходимость ( $r = 0,90$ ) результатов ДЗЗ, наземного сканирования и определения фитометрических параметров линейными методами [34].

В условиях отрицательного баланса водного режима почв, характерного для всего бассейна реки Урал, обеспечение устойчивости растениеводства, по нашему убеждению, предполагает проведение комплекса мероприятий влагосбережения и влагонакопления. В этом отношении следует особо подчеркнуть влагосберегающий характер почвозащитных систем обработки почвы с полным отказом от вспашки и включением только нулевой или неглубокой безотвальной обработки в системах ландшафтно-адаптивного земледелия. Приоритетность того или иного выбора земледелия определяется зональными почвенными условиями, а также зависит от экономических возможностей хозяйствующих субъектов и экологической напряжённости в ландшафтах [35–37]. Эффект влагосбережения при внедрении подобных технологических решений достигается посредством формирования на поверхности поля покрова из растительных и пожнивных остатков, сокращающего непродуктивные потери влаги на испарение.

К другим преимуществам почвозащитных систем обработки почвы исследователи относят также саморазрыхление почвы и возвращение её структуры к характерным для данного типа почвы параметрам, увеличение численности почвенных микроорганизмов, повышение её устойчивости к деградационным проявлениям природного и антропогенного характера. В их научных публикациях сообщается ещё и об уменьшении эмиссии углекислого газа и снижении интенсивности минерализации гумуса, а также подавляющем влиянии почвозащитных систем на распространение сорных растений [38].

Целесообразность внедрения поэтапной минимизации обработки почвы признаётся во многих зерносеющих регионах РФ. К примеру, её очевидные перспективы для большей части земледельческих угодий Западной Сибири отмечает академик А. Н. Власенко, указывающий на отсутствие рисков существенных потерь урожая при полном или частичном отказе от обработки почвы [39].

С утверждениями о целесообразности влагосберегающих приёмов обработки почвы вполне согласуются и результаты наших исследований, позволившие установить, что в условиях повышающейся засушливости климата и смещения акцентов увлажнения на холодные сезоны года, в короткоротационных зернопаровых севооборотах степной зоны Оренбургского Предуралья достаточно высоки перспективы реализации мульчированных технологий с минимальной обработкой почвы парового поля и прямым посевом яровых зерновых культур. Это обеспечивает более высокую реализацию урожайного потенциала озимой пшеницы (до 3,0 т/га) за счёт более плотного продуктивного стеблестоя и более тяжеловесных колосьев. Разница в урожайности с традиционной (пахотной) обработкой почвы может достигать 1,0 т/га [40].

В то же время, как свидетельствуют результаты наших экспедиционных исследований, активного расширения площадей под минимальной или нулевой обработкой почвы на землях российского бассейна реки Урал исходя из приведённых выше экологических соображений пока не наблюдается. Чаще всего преобладают экономические факторы, и, в первую очередь, финансовые ресурсы. При наличии средств или в надежде на их быстрое получение вспашка возвращается на поля, особенно под маргинальные культуры (подсолнечник), а при их отсутствии – поля остаются без обработки. Среди других причин следует отметить низкую технологическую дисциплину, упрощенческие технологические подходы, которые в условиях жесточайшего дефицита влаги не позволяют создать достаточную глубину устойчивого мульчирующего слоя, для которого требуется урожайность зерновых не ниже 3–4 т/га или кукурузы 6–7 т/га, чего при таком отношении добиться практически невозможно. В результате на несколько лет затягивается период ожидания положительного эффекта и интерес к их внедрению постепенно ослабевает [41].

Следует отметить и более объективные препятствия с минимизацией обработки почвы. К примеру, на первых порах зачастую отмечаются сложности с подбором сортов, способных с наименьшими потерями обеспечить приемлемый уровень урожайности [42]. Внесение органических удобрений, требующее безусловной заделки, предполагает сохранение в севообороте хотя бы одного поля с глубокой основной обработкой почвы с оборотом пласта. К проведению глубокой обработки подталкивает и возрастающая засоренность полей в первые годы отказа от вспашки [43–45].

В то же время, экспедиционные исследования позволили выявить множество положительных примеров хозяйствования, когда уже в достаточной мере освоенные тонкости минимизации обработки почвы сопровождаются вполне обнадеживающими результатами, как в плане урожайных перспектив, так и в отношении экологического эффекта [46, 47]. В частности, это касается достаточно успешного освоения мульчирующих технологий минимальной и нулевой обработки почвы расположенными в бассейне реки Урал прогрессивными хозяйственниками различных форм собственности (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Высокопродуктивный агроценоз ячменя (А – Челябинская область, Агаповский район, август 2021 г.) и влагосберегающее сложение поверхности поля после уборки яровой пшеницы (Б – Оренбургский район, Оренбургская область, октябрь 2020 г.) в агротехнологиях с минимальной обработкой почвы и мульчированием поверхности незерновой частью урожая**

Опыт научно-исследовательских учреждений Оренбургской области показывает, что в кормовых или севооборотах под культуры, формирующих хозяйственно ценную часть урожая в почве и требующих её оптимальной плотности, с целью предотвращения водно-эрозионных проявлений проведение основной обработки почвы допустимо только поперёк склона. Это обеспечивает надёжную защиту почвы от эрозии, а также способствует увеличению запасов влаги. Для сохранения влаги на таких полях целесообразно раннее весеннее боронование (при физической спелости почвы) [48].

В условиях нарастающих термических ресурсов и сокращения количества атмосферных осадков, особенно заметно проявившихся с начала последнего десятилетия прошлого века, для ощутимого повышения эффективности богарного земледелия перспективны приёмы, способные обеспечить сохранение жизнеспособности растений и почвенных влагозапасов. В этом отношении следует выделить посев засухоустойчивых сортов и защиту от непродуктивных потерь осадков холодного периода года посредством проведения «оросительных снежных мелиораций». Они рассматриваются в качестве альтернативы орошения и предусматривают проведение мероприятий по регулированию снегонакопления (снегозадержание) и снеготаяния.

Осадки зимнего периода в земледелии интересны с позиций пополнения влагозапасов сельскохозяйственных земель. Снегозадержание обеспечивает накопление большего количества снега на полях и предотвращает его одновременное таяние в весенний паводок, что исключает быстрый равномерный сход снега, интенсивный сток воды по уклонам и сопровождается лучшим увлажнением почвы [49]. В дополнение к этому «усиленный» снежный покров является гарантом хорошей перезимовки озимых культур, площадь посева которых в Оренбургском Предуралье приближается к 1,0 млн га [8, 50].

Для земледельческих угодий Оренбургского бассейна реки Урал мероприятия по регулированию снегонакопления и снеготаяния имеют чрезвычайную актуальность, так как здесь от 30 до 45 % годового количества осадков выпадает в виде снега. Управление его накоплением и таянием, по свидетельству учёных Государственного научного учреждения «Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии», позволяет дополнительно накопить до 30 мм продуктивной влаги в почве [48].

Этот дополнительный ресурс влаги можно рассматривать в качестве весомого подспорья к ограниченным почвенным влагозапасам, используемым на формирование урожая в богарном земледелии, без привлечения ресурсов поверхностных вод открытых источников и подрусловых вод. В дополнение к этому, более полное поглощение талых вод снижает риски эрозионных проявлений ввиду снижения интенсивности стока. По этой же причине уменьшается смыв применяемых в земледелии агрохимикатов и средств защиты растений, что в совокупности будет способствовать улучшению эколого-гидрологического режима реки Урал [29].

Для защиты от антропогенной деградации почвенного покрова обрабатываемых угодий бассейна реки Урал, связанной с убылью почвенного плодородия, обусловленного ежегодным выносом питательных веществ урожаями, высокую целесообразность могут иметь технологические подходы, имеющие экологоориентированную основу [51–53].

Речь идёт прежде всего о биологизации в ландшафтно-адаптивных системах земледелия. В их основе лежит переход на биологическую основу взаимодействия в системе «растение-среда-человек» и технологические приоритеты, выстроенные исходя из принципа наибольшей благоприятности для каждого из элементов этой системы [54]. К примеру, широко известная «Белгородская модель» биологизации земледелия

основывается на увеличении до четверти доли однолетних и многолетних трав в структуре посевов [55]. Она исключает проведение глубоких обработок почвы с оборотом пласта. Её приоритетом является освоение минимальной обработки почвы, мульчирование поверхности пожнивными остатками, внесение органических удобрений, использование смешанных посевов разных сортов одной культуры, а также разновидовых посевов [56–58]. При добросовестном и квалифицированном исполнении перечисленных технологических мероприятий может быть достигнуто воспроизводство почвенного плодородия, что и является одной из главных целей биологизации [59, 60].

Весомым подспорьем биологизации земледелия является развитие животноводства, оптимизирующего набор культур в севооборотах, включение в них кормовых культур, в первую очередь многолетних бобовых трав, улучшающих как питательный режим посредством обогащения почвы симбиотическим азотом атмосферы, так и в целом фитосанитарное состояние почвы [38, 61]. При современном диспаритете цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию, дешевизне зерна и дороговизне топлива, средств защиты и удобрений, только в хозяйствах со смешанной специализацией возможно полноценное решение проблемы удобрения полевых культур и повышения биологической активности почвы [60].

Стоит отметить, что проводимые в настоящее время преобразования в экономике РФ, серьёзным образом коснувшиеся и сельскохозяйственного сектора, сопровождаются снижением численности сельскохозяйственных животных, в частности крупного рогатого скота (КРС) как основного потребителя растительных кормов и поставщика богатого минеральными элементами навоза. Это приводит к сокращению площадей, занятых агротехнически ценными кормовыми культурами, и, на фоне чрезвычайно ограниченного применения минеральных удобрений, создает высокие угрозы почвенному плодородию [31].

Проведённый анализ статистических данных об использовании минеральных удобрений в земледелии постцелинных регионов Урала и Западной Сибири подтвердил небольшие объёмы их применения, составляющие только 15,3–41,2 % от среднероссийского уровня (56,2 кг/га д. в.). Исключительной направленностью на почвенные ресурсы отличаются технологические подходы в земледелии Оренбургской области. Здесь минеральные удобрения в реализуемых технологиях вносятся только в количествах, составляющих не более 5,0–6,0 % общероссийского уровня (1,8–4,4 кг д.в. на 1 га). Аналогичная ситуация складывается и с применением органических удобрений, норма внесения которых в среднем составила только 0,1–0,3 т/га [62].

Анализ численности КРС в регионах российского бассейна реки Урал показывает, что ее динамика совпадает с общей тенденцией в стране, выражающейся в снижении численности КРС, особенно молочного направления [31].

Следует констатировать, что при подобном положении вещей с сокращающимся поголовьем КРС и насыщенностью севооборотов почвозатратными коммерческими культурами добиться заметного повышения устойчивости полевых агроландшафтов крайне проблематично.

По нашему убеждению, улучшению почвенных и гидрологических условий на обрабатываемых землях бассейна реки Урал для получения высоких и устойчивых урожаев полевых культур при безусловной их защите и прилегающих ландшафтов от водно-эрозионных процессов и деградации почвенного покрова может способствовать мелиорация земель, включающая комплекс взаимосвязанных аграрно-технических и организационно-хозяйственных мероприятий. Её проведение обеспечит как создание оптимальных температурных, воздушных и пищевых условий для полевой культуры, так и защиту вмещающих ландшафтов от эрозионных проявлений антропогенного и природного характера.

Прежде всего, стоит упомянуть противоэрозионную, полезную и пастбищезащитную агролесомелиорацию, направленные на контролирование поверхностно стекающих вод и фортификацию нестабильных оврагов и сыпучих песков.

Лесные насаждения в противоэрозионной агролесомелиорации служат защитой пахотных земель, оврагов, балок и размываемых водной эрозией малопродуктивных склонов, а также опустыненных песчаных территорий и пастбищ аридной зоны [63]. Они включают систему разнобиологических и разновидовых полосных и массивных ландшафтных насаждений, приуроченных к рельефу местности с учётом направления преобладающих ветров и особенностей почвенного покрова [64].

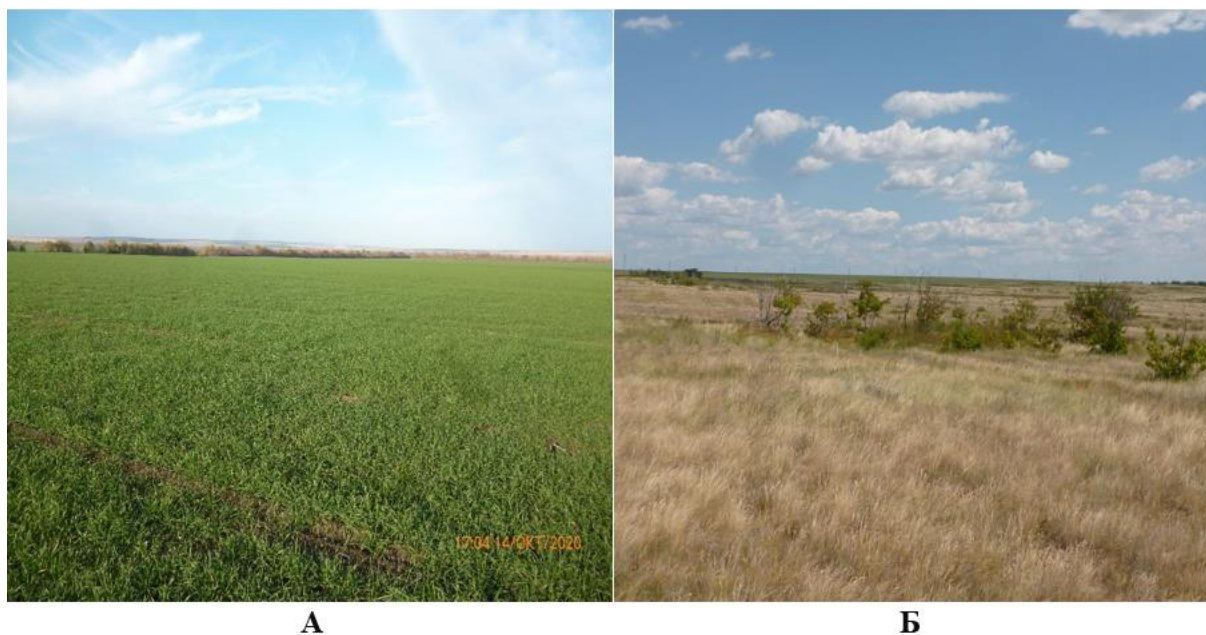
Полезная агролесомелиорация основывается на защите земель от воздействия неблагоприятных явлений природного и антропогенного происхождения путём создания защитных лесных насаждений по границам полей. Совсем недавно они достаточно плотной сетью покрывали обширные обрабатываемые пространства степных регионов России, включая и регионы российского бассейна реки Урал.

Положительное влияние полезных лесных полос на формирование высокопродуктивных агроценозов озимой пшеницы подтверждено нашими исследованиями (2017–2019 гг.). Их эффект проявляется в повышении сбалансированности и более благоприятном сочетании факторов внешней среды, улучшении фитометрических и структурных показателей посевов, и как следствие, увеличении урожайности зерна. Наибольший эффект отмечен на достаточно широкой полосе поля, вплоть до удаления от лесополосы на расстояние в 200–240 м. Здесь сформировались агроценозы озимой пшеницы с фотосинтетическим потенциалом более 1200 тыс.м<sup>2</sup>×дней/га, максимальной площадью листьев до 18,0 тыс. м<sup>2</sup>/га и урожайностью зерна около 2,5 т/га. Нами отмечен положительный эффект от лесополосы и при удалении до 320–360 м, хотя приведённые выше показатели заметно снижались [65].

Высоким влагосберегающим и влагорегулирующим эффектом характеризуются и другие виды водной и лесной мелиорации степных ландшафтов. В качестве одного из них можно рекомендовать возделывание в полосах поля шириной до 100 м сельскохозяйственных культур, разделяемых буферными полосами. В соответствии с организационной структурой буферных полос их основу составляют многолетние травы с размещёнными по центру водорегулирующими лесными полосами. Такая организация буферных полос положительно сказывается на организации весенне-полевых работ, так как исключает временное оставление под более поздний посев переувлажнённых приполосных участков. При этом многолетние травы максимально используют эту повышенную влагообеспеченность почвы для формирования высокого урожая [66].

С сожалением приходится констатировать, что к настоящему времени в условиях повысившейся засушливости климата и антропогенной нагрузки, а также при отсутствии надлежащего ухода (омоложение, прореживание, уборка сухостоя и т.д.), площади полезных лесных насаждений в Оренбургской области значительно сократились, а многие из пока сохранившихся лесополос находятся в маложизнеспособном состоянии (рисунок 4).

Наделённые природой почвозащитные и водорегулирующие свойства леса являются основой его использования в качестве средства мелиорации [67]. Однако следует помнить, что процесс создания лесных насаждений очень долгий, трудо- и финансово затратный, что не совсем приемлемо в настоящее время. Получение близкого полевого влагорегулирующего эффекта в данной ситуации может обеспечить выращивание кулис из высокостебельных растений. Они задерживают снег, более равномерно распределяют его по поверхности поля, обеспечивают равномерное таяние и поглощение почвой без интенсивного стока и эрозионного разрушения почвы (рисунок 5).



**Рисунок 4 – Сохранившийся функциональный участок противодефляционного влагорегулирующего полеззащитного агролесобустройства (А) и погибающая лесная полоса (Б) в Центральной зоне Оренбургской области (Саракташский район)**



**Рисунок 5 – Общий вид поля с сорговыми кулисами (А) и их снегозадерживающий эффект (Б) на полях озимой пшеницы в Центральной зоне Оренбургской области (фото из архива профессора Каракулева В.В.)**

Таким образом, происходит основное пополнение запасов почвенных вод, обеспечивающее функционирование агроценозов в летний период [68].

Как отмечал В.В.Каракулев, в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья кулисы обеспечивают повышение урожайности до 2,5–3,0 т/га, против 1,5–1,6 т/га на безкулисных участках [69].

С целью сохранения и рационального расходования ограниченных ресурсов влаги высокую целесообразность имеет использование очёсывающих жаток при уборке зерновых культур. Их применение позволяет сохранять на поле практически

неповреждённый стеблестой, выполняющий экологические функции, аналогичные естественным травяным сообществам [29].

Защиту от ветровой эрозии и повышение влагообеспеченности почвы может обеспечить устройство стерневых кулис, формируемых через 7–18 м в период уборки урожая специальными устройствами, срезающими только колосья. Они препятствуют свободному воздействию ветра на почву и способствуют снегозадержанию [70]. Их устройство обеспечивается чередующимися проходами по полю жатки прямого комбайнирования и очёсывающей жатки. Как указывает В. Л. Астафьев с коллегами (2016) без привлечения дополнительных затрат стерневые кулисы могут увеличить запасы зимней влаги до 3,5 раз [71].

Следует констатировать, что далеко не везде на сельскохозяйственных угодьях бассейна реки Урал практикуются приведённые здесь приёмы и мероприятия, целью которых является снижение водно-эрозионных процессов и деградации почвенного покрова.

Обширные экспедиционные исследования 2018–2023 гг. позволили нам наблюдать достаточно широкую пространственную картину негативных экологических процессов в агроэкосистемах, как природного, так и антропогенного характера. Особую тревогу вызывает повсеместное использование полей защитных лесных насаждений в качестве мест складирования строительного мусора и бытовых отходов, снижающее их живучесть и без этого в достаточно напряжённых климатических условиях. В агротехническом отношении достаточно распространённым явлением негативного характера является зарастание паровых полей бурьянистой растительностью, дополнительно усиливающей непродуктивные потери влаги (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Примеры складирования в полей защитных лесных полосах строительного мусора и бытовых отходов (А) и буйный рост на паровом поле сорно-полевого подсолнечника (Б) в окрестностях г. Оренбурга**

Учитывая, что главным назначением обрабатываемых угодий в бассейне реки Урал в настоящее время и на далёкую перспективу останется производство пищевого растительного сырья, обеспечение продовольственной безопасности наиболее оптимальным для реки и прилегающих ландшафтов способом представляется по пути внедрения интеллектуальных природоподобных технологий и реализации аграрно-технических мероприятий, способствующих снижению интенсивности водно-эрозионных процессов и деградации почвенного покрова.



Они должны предусматривать применение современной компьютеризированной сельскохозяйственной техники, машин и оборудования (интеллектуальное земледелие), отзывчивых на улучшение агротехнического фона сортов с заданными экологическими параметрами (приоритет селекции и семеноводства), высокоэффективных и экологически безопасных удобрений и средств защиты растений, прогрессивных приёмов при их использовании (дифференцированное внесение, внутривидовая инъекция, ультрамалообъёмное опрыскивание и др.). Успешная реализация природоподобных технологий, предполагающая кратное увеличение урожайности на участках с высоким природным плодородием и его расширенное воспроизводство, при условии высокой квалификации специалистов и постоянной генерации новых знаний, может стать основанием для вывода из обработки неустойчивых, непригодных для обработки, расположенных в бассейне реки Урал земель, в том числе ложбин стока, что значительно понизит интенсивность водно-эрозионных процессов. Их распространение может в значительной степени способствовать экологической реабилитации реки Урал и её бассейна [31].

В обобщённом виде они должны включать:

- организацию и проведение противоэрозионной, полевозащитной и пастбищезащитной агролесомелиораций, предполагающих контролируемое поверхностно стекающих вод и укрепление нестабильных оврагов и подвижных песков;
- реализацию мероприятий, направленных на минимизацию смыва почвы с полей вместе с содержащимися в ней агрохимикатами и пестицидами, предотвращение поступления в водоёмы, питающие реку Урал, потоков воды, насыщенных взвесью с загрязняющими веществами, путём их регламентированного применения и соблюдения природоохранных норм, исключающих передозировку, в том числе несанкционированный забор и сброс поливной воды полулегальными овощеводческими и бахчеводческими бригадами, расположившимися в пойме;
- освоение влагосберегающих почвозащитных систем земледелия, основанных на минимизации обработки почвы с мульчированием поверхности, её преимущественном проведении поперёк преобладающих направлений поверхностного водного стока или её полном исключении, посев засухоустойчивых сортов, снижение засорённости полей, ландшафтно-экологическое пространственное планирование полей в естественном природном ландшафте (фитоподобие);
- задержание снега на полях, способствование его постепенному стаиванию без развития эрозионных процессов при лучшем впитывании и меньшем стоке посредством обустройства полевозащитных лесных полос, снегозадержание (создание снежных валов поперёк склона) механическими средствами, посев кулис из высокостебельных растений (горчица, рапс), уборка зерновых культур методом очёсывания (степеподобие) и формирование стерневых кулис;
- внедрение экологоориентированных (биологизированных) адаптивно-ландшафтных систем земледелия, предполагающих повышение в севооборотах доли многолетних трав и создание травяных экосистем, обеспечивающих благоприятные условия для почвообразования и развития почвенной биоты (*почвоподобие*); включение в севообороты смешанных разновидовых (*степеподобие*) и практикование разноразновидных посевов;
- обеспечение сбалансированности отраслей растениеводства и животноводства, предполагающее расширение представительства в севооборотах разнобиологических кормовых культур, включая ценные в агротехническом и почвовосстанавливающем отношении однолетние и многолетние травы, особенно бобовые, и увеличение выхода ценных органических удобрений (навоза).

### Выводы

Анализ современных сведений об экологическом состоянии земель на водосборных территориях бассейна реки Урал выявил значительную деградацию почвенного покрова при длительном сельскохозяйственном использовании в результате проявления эрозионных процессов водной и ветровой природы. Это подтверждается результатами наших исследований, показавшими, что наиболее разрушительными для почвы последствиями сопровождается вовлечение в обработку неполнопрофильных, слабогумифицированных, склоновых и других неустойчивых почв. Большую опасность для активизации эрозионной деградации представляет интенсивная обработка почвы, в частности глубокая вспашка с оборотом пласта на лёгких по механическому составу почвах. Проявление разрушительных эрозионных процессов оказывает негативное влияние и на поддержание ландшафтно-экологической устойчивости этих территорий, сохранение биологического разнообразия, сопровождается стремительным заилением русел малых рек, питающих главную водную артерию региона реку Урал.

Для экологической реабилитации реки Урал и её бассейна целесообразна реализация мероприятий, направленных на снижение нагрузки на агроэкосистемы и водные ресурсы, сохранение их устойчивости посредством снижения интенсивности водно-эрозионных процессов и деградации почвенного покрова. Решающее значение для этого будет иметь оптимизация степного землепользования посредством сочетания экологически обоснованных площадей различных видов угодий (по В. В. Докучаеву), внедрение природоподобных земледельческих технологий и мелиоративных аграрно-технических мероприятий, обеспечивающих высокую устойчивость агроландшафтов и прилегающих территорий.

*Исследование выполнено в рамках НИР ОФИЦ УрО РАН (ИС УрО РАН) «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем», № ГР АААА-А21-121011190016 -1.*

### Литература

1. Сведения о распределении земель Российской Федерации по категориям на 01.01.2020 года (в разрезе субъектов РФ). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosreestr.gov.ru/site/activity/sostoyamezemerrossii/gosudarstvennyu-natsionalnyu-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-vrossiyskoy-federatsii> (дата обращения 08.10.2023 г.).
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2021 году». [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://56.rosпотребнадзор.ru/docs/documents/gosdoklad-/gosdoklad\\_epid\\_2022.pdf](https://56.rosпотребнадзор.ru/docs/documents/gosdoklad-/gosdoklad_epid_2022.pdf) (дата обращения 08.10.2023 г.).
3. Чибилёв А. А. (мл.), Гулянов Ю. А., Мелешкин Д. С., Григоревский Д. В. Оценка ландшафтно-экологической устойчивости земледельческих регионов Урала и Западной Сибири // Юг России: экология, развитие. 2022. Т. 17. № 1. С. 109–118. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-1-109-118.
4. Гулянов Ю. А., Казачков Г. В., Левыкин С. В. Аграрно-природоохранная реабилитация степей // Наука молодая. Биологические системы и агротехнологии: материалы I молодежной научно-практической конференции. Оренбург: Издательство ООО «Типография «Агентство пресса»», 2022. С. 35–38.
5. Кирюшин В. И., Бельков Г. И. Научные основы адаптивно-ландшафтных систем земледелия // В кн.: Система устойчивого земледелия Оренбургской области. Оренбург: Оренбургское книжное издательство, 1999. С. 10–11.
6. Климентьев А. И. Почвенное разнообразие и почвенный фонд Оренбургской области // Вопросы степеведения. 1999. Т. 1. С. 20–28.
7. Гулянов Ю. А. Урожай озимой пшеницы и его структура // Земледелие. 2003. № 5. С. 10.
8. Гулянов Ю. А. Пути повышения зимостойкости и сохранности к уборке озимой пшеницы в степи Южного Урала // Земледелие. 2005. № 6. С. 24–25.
9. О территориальной системе наблюдения за состоянием окружающей среды на территории Оренбургской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/410805182> (дата обращения 10.10.2023)
10. Чибилёв А. А., Сивохип Ж. Т. Анализ ландшафтно-гидрологических последствий колебания речного стока в бассейне реки Урал // Материалы международной научно-практической конференции

«Геоэкологические проблемы трансграничного бассейна реки Урал». Оренбург: Печатный дом «Димур», 2008. С. 129–134.

11. Литвин Л. Ф., Голосов В. Н., Добровольская Н. Г., Иванова Н. Н., Кирюхина З. П., Краснов С. Ф. Стационарные исследования эрозии почв при снеготаянии в центральном Нечерноземье // Эрозия почв и русловые процессы. 1997. Вып. 11. С. 53–72.

12. Ollesch G., Kistner I., Meissner R., Lindenschmidt K. E. Modelling of snowmelt erosion and sediment yield in a small low-mountain catchment in Germany // Catena. 2006. Vol. 68(2-3). P. 161–176. DOI: 10.1016/j.catena.2006.04.005.

13. Шаббаев А. И., Жолинский Н. М., Демьянова Т. В., Цветков М. С. Развитие адаптивных систем земледелия и почво-влагосберегающих технологий в агроландшафтах Поволжья // Научно-агрономический журн. 2011. № 2(89). С. 35–44.

14. Комиссаров М. А., Габбасова И. М. Эрозия почв при снеготаянии на пологих склонах в Южном Предуралье // Почвоведение. 2014. № 6. С. 734–743. DOI: 10.7868/S0032180X14060057.

15. Шерстюков А. Б., Анисимов О. А. Оценка влияния снежного покрова на температуру поверхности почвы по данным наблюдений // Метеорология и гидрология. 2018. Vol. 43. No. 2. P. 72–78. DOI: 10.3103/S1068373918020024.

16. Starkloff T., Stolte J., Hessel R., Ritsema C., Jetten V. Integrated, spatial distributed modeling of surface runoff and soil erosion during winter and spring // Catena. 2018. Vol. 166. P. 147–157. DOI: 10.1016/j.catena.2018.04.001.

17. Кулик А. В., Гордиенко О. А. Условия формирования поверхностного стока талых вод на склоновых землях юга Приволжской Возвышенности // Почвоведение. 2022. № 1. С. 44–54. DOI: 10.31857/S0032180X22010099.

18. Niu G.-Y., Yang Z.-L. Effects of frozen soil on snowmelt runoff and soil water storage at a continental scale // J. of Hydrometeorology. 2006. No. 5. Vol. 7. P. 937–952. DOI: 10.1175/JHM538.1.

19. Барабанов А. Т., Балычев Р. Д., Смирнов Р. Е., Кочкар М. М. Регулирование стока талых вод путем воздействия на снегоотложение и характер промерзания почв // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1. С. 10–13.

20. Танасиенко А. А., Чумбаев А. С. Условия формирования льдистого экрана в эродированных черноземах Западной Сибири // Почвоведение. 2010. № 4. С. 450–460.

21. Kremsa J., Křeček J., Kubin E. Comparing the impacts of mature spruce forests and grasslands on snow melt, water resource recharge, and run-off in the northern boreal environment // International Soil and Water Conservation Research. 2015. Vol. 3. P. 50–56. DOI: 10.1016/j.iswcr.2015.03.005.

22. Barabanov A. T., Dolgov S. V., Koronkevich N. I., Panov V. I., Petelko A. I. Surface runoff and snowmelt infiltration into the soil on plowlands in the forest-steppe and steppe zones of the east European plain // Eurasian Soil Science. 2018. Vol. 51. No. 1. P. 66–72. DOI: 10.1134/S1064229318010039.

23. Baulch H. M., Elliott J. A., Cordeiro M. R. C., Flaten D. N., Lobb D. A., Wilson H. F. Soil and water management: opportunities to mitigate nutrient losses to surface waters in the Northern Great Plains // Environmental Reviews. 2019. Vol. 27(4). P. 447–477. DOI:10.1139/er-2018-0101.

24. Левыкин С. В., Нестеренко Ю. М., Яковлев И. Г., Падалко Ю. А. К разработке российско-казахстанской стратегии охраны и использования водных ресурсов бассейна р. Урал // IV международная практическая конференция «Стратегия развития приграничных территорий: традиции и инновации». Курск: Курский государственный университет, 2017. С. 418–427.

25. Полянин В. О. Экологическая оценка последствий регулирования стока в трансграничном бассейне трансграничной реки Урал (Жайык) и разработка научно-обоснованных предложений по экологической реабилитации, сохранению и восстановлению трансграничной реки Урал (Жайык) // Материалы международной конференции «Трансграничные геоэкологические проблемы и вопросы природопользования в бассейнах рек внутренней Евразии в условиях современных изменений климата». Оренбург: ООО «Типография «Южный Урал», 2022. С. 18–20.

26. Соболин Г. В., Сатункин И. В., Гулянов Ю. А., Коровин Ю. И. Эколого-экономические проблемы орошаемого земледелия // Экономика сельского хозяйства России. 2003. № 4. С. 37.

27. Нестеренко Ю. М., Нестеренко М. Ю. Природные воды Южного Урала: формирование и использование. Екатеринбург: Издательство УрО РАН, 2016. 244 с.

28. Нестеренко Ю. М. Водный сток на Южном Урале в антропогенно меняющихся условиях // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы гидрологии и геоэкологии». Пермь: Издательство Пермского государственного национального исследовательского университета, 2016. С. 99–104.

29. Гулянов Ю. А., Чибилёв А. А. Богарное земледелие в степной и лесостепной зоне бассейна Урала и адаптация агротехнологий к изменяющейся влагообеспеченности, как способ сохранения ресурсов поверхностных вод // Юг России: экология, развитие. 2023. Том. 18. № 1(66). С. 117–125. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-1-117-125.

30. Чибилёв А. А. Возобновляемые стратегические природные ресурсы устойчивого развития регионов степной зоны РФ // Успехи современного естествознания. 2016. № 3. С. 214–219.

31. Гулянов Ю. А., Чибилёв (мл.) А. А., Чибилёв А. А., Левыкин С. В. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 28–40. DOI: 10.31857/S258755662201006X.
32. Гулянов Ю. А., Чибилёв А. А. Перспективы интеграции «цифрового землепользования» в ландшафтно-адаптивное земледелие степной зоны // Проблемы региональной экологии. 2019. № 2. С. 32–37. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-12032.
33. Гулянов Ю. А. Возможности интеллектуальных цифровых технологий в экологизации ландшафтно-адаптивного земледелия степной зоны // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (78). С. 8–11.
34. Гулянов Ю. А. Перспективы использования информационных ресурсов ДЗЗ для управления продукционным процессом полевых агроценозов // Земледелие. 2022. № 2. С. 26–31. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-2-26-31.
35. Rainbow R., Derpsch R. Advances in No-Till Farming Technologies and soil Compaction Management in Rainfed Farming Systems // In book: Rainfed Farming Systems. Springer, Dordrecht, 2011. P. 991–1014. DOI: 10.1007/978-1-4020-9132-2\_39.
36. Власенко А. Н., Власенко Н. Г., Коротких Н. А. Разработка технологии No-till на черноземе, выщелоченном лесостепи западной Сибири // Земледелие. 2011. № 5. С. 20–22.
37. Кононов В. М., Кононова Н. Д. Земледелие и экологизация землепользования на Южном Урале – поиски компромисса // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 2 (46). С. 17–21.
38. Кирюшин В.И. Проблема экологизации земледелия в России (Белгородская модель) // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 12. С. 3–9.
39. Власенко А. Н., Власенко Н. Г., Коротких Н. А. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-till на черноземах лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 9. С. 16–19.
40. Гулянов Ю. А. Предпосылки и перспективы реализации природоподобных приёмов обработки почвы в агротехнологиях степной зоны Оренбургского Предуралья // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 2 (22). С. 37–49. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-2-22-37-49.
41. Бакиров Ф. Г., Петрова Г. В., Долматов А. П., Нестеренко Ю. М., Халин А. В., Поляков Д. Г. Эффективность использования влаги ресурсосберегающими технологиями в растениеводстве Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 6(62). С. 198–201.
42. Ярцев Г. Ф., Гулянов Ю. А., Байкасанов Р. К. Сорты и гибриды полевых культур Оренбуржья (краткие описания): справочное пособие. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011. 86 с.
43. Максютлов Н. А. Когда эффективна минимальная обработка почвы? // Земледелие. 1998. № 1. С. 24–25.
44. Крючков А. Г., Бесалиев И. Н., Панфилов А. Л., Полкунова Л. Ф. Параметры пластичности сортов яровой мягкой пшеницы в связи с приёмами основной обработки почвы // Достижения науки и техники АПК. 2017. Том 31. № 4. С. 40–42.
45. Бакиров Ф. Г., Поляков Д. Г., Халин А. В., Баландина А. А. Прямой посев и No-till в Оренбуржье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5(73). С. 50–54.
46. Аношкин П. А., Васильев И. В., Скороходов В. Ю. Эффективность применения ресурсосберегающих технологий возделывания яровой мягкой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3(59). С. 15–16.
47. Неверов А. А., Зоров А. А. Роль селекции и первичного семеноводства ФНЦ БСТ РАН в повышении эффективности растениеводства Оренбургской области в условиях изменения климата // Животноводство и кормопроизводство. 2020. № 103. С. 147–156. DOI: 10.33284/2658-3135-103-2-147.
48. Максютлов Н. А., Жданов В. М., Скороходов В. Ю., Кафтан Ю. В., Митрофанов Д. В., Зенкова Н. А., Жижин В. Н. Влагосберегающие приёмы и технологии в земледелии Оренбуржья // Зерновое хозяйство России. 2015. № 6. С. 67–72.
49. Шитиков Н. В., Пигорев И. Я. Снегозадержание и формирование водного режима сельскохозяйственных земель Центрального Черноземья России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3. С. 39–47.
50. Гулянов Ю. А. Совершенствование приёмов формирования высокопродуктивных агроценозов озимой пшеницы в степной зоне Южного Урала. Дисс. ... д. с.-х. н. Оренбург: ФГОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет», 2007. 434 с.
51. Фролова Л. Д., Новиков М. Н. Биологизация земледелия как фактор повышения плодородия почв и продуктивности кормовых севооборотов // Агропромышленные технологии Центральной России. 2018. Вып. 2. № 8. С. 71–76. DOI: 10.24888/2541-7835-2018-8-71-77.
52. Беляков А. М., Назарова М. В. Агрорландшафты и технологии засушливого земледелия // Научно-агрономический журнал. 2018. № 1 (102). С. 35–39.

53. Зеленев А. В., Семинченко Е. В. Биологизация земледелия – основа повышения содержания элементов питания в почве и урожайности зерновых культур // Научно-агрономический журнал. 2019. № 1 (104). С. 10–14.
54. Соколов М. С. Оздоровление почвы и биологизация земледелия – важнейшие факторы оптимизации экологического статуса агрорегиона (Белгородский опыт) // Агрехимия. 2019. № 11. С. 3–16. DOI: 10.1134/S0002188119110127.
55. Ерофеев С. А. Биологизация земледелия – основа эколого-ландшафтного земледелия // Евразийский союз ученых. 2018. № 8-4 (53). С. 8–11.
56. Мудрых Н. М. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия почв Нечерноземной зоны // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 9 (155). С. 28–34.
57. Лукин С. В. Биологизация земледелия в Белгородской области: итоги и перспективы // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 7. С. 20–23.
58. Алейник С. Н. Опыт Белгородской области в биологизации земледелия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agricommission.com/base/opyt-belgorodskoi-oblasti-v-biologizacii-zemledeliya> (дата обращения: 23.05.2023).
59. Жученко А. А. Биологизация, экологизация, энергосбережение, экономика современных систем земледелия // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 2. С. 9–13.
60. Савченко Е. С. Губернатор Белгородской области Евгений Савченко: «Дело столыпинского масштаба». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://abireg.ru/newsitem/29498> (дата обращения: 23.05.2023).
61. Трофимова Л. С., Трофимов И. А., Яковлева Е. П. Оценка агроландшафтов, вызовы их мониторинга и управления в России // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири: монография. В 5 томах // Под редакцией В.Г. Сычева, Л. Мюллера. Т. I. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2018. С. 114 – 118. DOI: 10.25680/1411.2018.94.13.018.
62. Гулянов Ю. А. Современный уровень природосбережения и пути воспроизводства почвенных ресурсов в зональных агротехнологиях постцелинных регионов Урала и Западной Сибири // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1 (25). С. 73–84. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-1-25-73-84
63. Ивонин В. М., Воскобойникова И. В. Ландшафтная агролесомелиорация // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 3. С. 54–77.
64. Чеканышкин А. С. Агролесомелиорация в системе агроландшафтов // Земледелие. 2003. № 1. С. 8–9.
65. Гулянов Ю. А. Приёмы рационального использования водных ресурсов в ландшафтно-адаптивных технологиях степной зоны Оренбургского Предуралья // Материалы международных научных чтений «Теоретические проблемы экологии и эволюции. Качество воды и водные биоресурсы (VII Любимцевские чтения)». Тольятти: Издательство: «Анна», 2020. С. 238–244. DOI: 10.24411/9999-039A-2020-10055.
66. Гулянов Ю. А. Стратегии новационного землепользования и роль природоподобных агротехнологий в экологической оптимизации степных ландшафтов // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2019. Т. 148. С. 50–59. DOI: 10.25684/NBG.scbook.148.2019.05.
67. Шорина Т. С. Мелиорация почв: учебное пособие. Оренбург: Издательство: Оренбургского государственного университета, 2012. 190 с.
68. Ясинский С. В., Гусев Е. М., Кашутин Е. А. Эффективность агроприемов в управлении гидрологическими процессами на малых водосборах в период весеннего снеготаяния // Почвоведение. 2008. № 3. С. 321–329.
69. Филиппова А. В., Каракулев В. В. Оптимизация агробиоценозов для стабильного производства зерна на чернозёмах южных Оренбургской области // Сборник статей VI Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых учёных, аспирантов и студентов «Инновационные процессы в АПК». М.: Издательство Российского университета дружбы народов (РУДН), 2014. С. 256–258.
70. Константинов М. М., Глушков И. Н., Пашинин С. С. Обеспечение процесса снегозадержания с использованием валковой порционной жатки с устройством образования стерневых кулис // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6(38). С. 81–83.
71. Астафьев В. Л., Иванченко П. Г., Малыгин С. Л. Эффективный способ накопления влаги зимних осадков и технические средства для его осуществления // АПК России. 2016. Т. 75. № 1. С. 59–64.

## References

1. Information on the distribution of the lands of the Russian Federation by categories as of 01.01.2020 (in the context of the subjects of the Russian Federation) // [Electronic resource]. Access point: <https://rosreestr>.

gov.ru/site/activity/sostoyamezemerrossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-vrossiyskoy-federatsii (reference's date 08.10.2023).

2. State Report "On the state and environmental protection of the Orenburg Region in 2021" // [Electronic resource]. Access point: [https://56.rospotrebnadzor.-ru/docs/documents/gosdoklad-gosdoklad\\_epid\\_2022.pdf](https://56.rospotrebnadzor.-ru/docs/documents/gosdoklad-gosdoklad_epid_2022.pdf) (reference's date 08.10.2023).
3. Chibilev A. A. (Jr.), Gulyanov Yu. A., Meleshkin D. S., Grigorevsky D. V. An assessment of landscape-ecological stability in agricultural regions of Ural and West Siberia // South of Russia: ecology, development. 2022. Vol. 17. No. 1. P. 109–118. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-1-109-118.
4. Gulyanov Yu. A., Kazachkov G. V., Levykin S. V. Agrarian and environmental rehabilitation of steppes // Materials of the I Youth Scientific and Practical Conference "Nauka molodaya. Biological systems and agrotechnologies". Orenburg: "Tipografiya "Agentstvo Pressa" OOO" (Limited Liability Company), 2022. P. 35–38.
5. Kiryushin V. I., Belkov G. I. Scientific foundations of adaptive landscape farming systems // In book: The system of sustainable agriculture of the Orenburg region. Orenburg: Orenburgskoe knizhnoe izdatelstvo, 1999. P. 10–11.
6. Klimentyev A. I. Soil diversity and soil fund of Orenburg region // Steppe Science. 1999. Vol. 1. P. 20–28.
7. Gulyanov Yu. A. Winter wheat yield and its structure // Zemledelie. 2003. No. 5. P. 10.
8. Gulyanov Yu. A. Ways to increase winter hardiness and safety for harvesting winter wheat in the steppe of the Southern Urals // Zemledelie. 2005. No. 6. P. 24–25.
9. On the territorial system of monitoring the state of the environment on the territory of the Orenburg region. [Electronic resource]. Access point: <https://docs.cntd.ru/document/410805182> (reference's date 10.10.2023).
10. Chibilev A. A., Sivokhip Zh. T. Analysis of landscape-hydrological consequences of fluctuations in river flow in the Ural River basin // Materials of the International scientific and practical conference "Geocological problems of the trans-boundary basin of the Ural River". Orenburg: Printing House "Dimur", 2008. P. 129–134.
11. Litvin L. F., Golosov V. N., Dobrovolskaya N. G., Ivanova N. N., Kiryukhina Z. P., Krasnov S. F. Stationary studies of soil erosion during snowmelt in the central Non-Chernozem region // Soil erosion and riverbed processes. 1997. Iss. 11. P. 53–72.
12. Ollesch G., Kistner I., Meissner R., Lindenschmidt K. E. Modelling of snowmelt erosion and sediment yield in a small low-mountain catchment in Germany // Catena. 2006. Vol. 68(2-3). P. 161–176. DOI: 10.1016/j.catena.2006.04.005.
13. Shabaev A. I., Zholinsky N. M., Demyanova T. V., Tsvetkov M. S. Development of adaptive farming systems and soil-moisture-saving technologies in agro-landscapes of the Volga region // Scientific Agronomy Journal. 2011. No. 2(89). P. 35–44.
14. Komissarov M. A., Gabbasova I. M. Snowmelt-induced soil erosion on gentle slopes in the southern Cis-Ural region // Eurasian Soil Science. 2014. No. 6. P. 598–607. DOI: 10.1134/S1064229314060039.
15. Sherstyukov A. B., Anisimov O. A. Assessment of the snow cover effect on soil surface temperature from observation data // Russian Meteorology and Hydrology. 2018. Vol. 43. No. 2. P. 72–78. DOI: 10.3103/S1068373918020024.
16. Starkloff T., Stolte J., Hessel R., Ritsema C., Jetten V. Integrated, spatial distributed modeling of surface runoff and soil erosion during winter and spring // Catena. 2018. Vol. 166. P. 147–157. DOI: 10.1016/j.catena.2018.04.001.
17. Kulik A. V., Gordienko O. A. Conditions of snowmelt runoff formation on slopes in the south of the Volga Upland // Eurasian Soil Science. 2022. Vol. 55. No. 1. P. 36–44. DOI: 10.1134/S1064229322010094.
18. Niu G.-Y., Yang Z.-L. Effects of frozen soil on snowmelt runoff and soil water storage at a continental scale // J. of Hydrometeorology. 2006. No. 5. Vol. 7. P. 937–952. DOI: 10.1175/JHM538.1.
19. Barabanov A. T., Balychev R. D., Smirnov R. E., Kochkar M.M. Regulation of meltwater runoff by influencing snow deposition and the nature of soil freezing // Proceedings of Lower Volga Agro-University complex: Science and Higher Education. 2012. No. 1. P. 10–13.
20. Tanasienko A. A., Chumbaev A. S. Conditions of the formation of ice barriers in eroded chernozems of Western Siberia // Eurasian Soil Science. 2010. Vol. 43. No. 4. P. 417–426. DOI: 10.1134/S1064229310040071.
21. Kremsa J., Křeček J., Kubin E. Comparing the impacts of mature spruce forests and grasslands on snow melt, water resource recharge, and run-off in the northern boreal environment // International Soil and Water Conservation Research. 2015. Vol. 3. P. 50–56. DOI: 10.1016/j.iswcr.2015.03.005.
22. Barabanov A. T., Dolgov S. V., Koronkevich N. I., Panov V. I., Petelko A. I. Surface runoff and snowmelt infiltration into the soil on plowlands in the forest-steppe and steppe zones of the east European plain // Eurasian Soil Science. 2018. Vol. 51. No. 1. P. 66–72. DOI: 10.1134/S1064229318010039.
23. Baulch H. M., Elliott J. A., Cordeiro M. R. C., Flaten D. N., Lobb D. A., Wilson H. F. Soil and water management: opportunities to mitigate nutrient losses to surface waters in the Northern Great Plains // Environmental Reviews. 2019. Vol. 27(4). P. 447–477. DOI: 10.1139/er-2018-0101.

24. Levykin S. V., Nesterenko Yu. M., Yakovlev I. G., Padalko Yu. A. Towards the development of a Russian-Kazakh strategy for the protection and use of water resources in the Ural River basin // In book: Strategy for the Development of Border Territories: Traditions and Innovations. Kursk: Kursk State University, 2017. P. 418–427.
25. Polyinin V. O. The ecological assessment of the consequences of flow regulation in the transboundary basin of the Ural River (Zhayk) and development of scientifically-based proposals for environmental rehabilitation, conservation and restoration of the trans-boundary Ural River (Zhayk) // Materials of the international conference “Transboundary geocological problems and nature management issues in the river basin of Inner Eurasia in the context of modern climate change”. Orenburg: “Tipografiya “Yuzhny Ural” OOO” (Limited Liability Company), 2022. P. 18–20.
26. Sobolin G. V., Satunkin I. V., Gulyanov Yu. A., Korovin Yu. I. Ecological and economic problems of irrigated agriculture // Economics of Agriculture of Russia. 2003. No. 4. P. 37.
27. Nesterenko Yu. M., Nesterenko M. Yu. Natural waters of the Southern Urals: formation and use. Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2016. 244 p.
28. Nesterenko Yu. M. Water runoff in the Southern Urals in anthropogenic changing conditions // Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference “Topical issues of hydrology and geocology”. Perm: Perm State University Publ., 2016. P. 99–104.
29. Gulyanov Yu. A., Chibilev A. A. Rain-fed agriculture in the steppe and forest-steppe zone of the Ural River basin and the adaptation of agricultural technologies to changing moisture availability as a way to preserve surface water resources // South of Russia: ecology, development. 2023. Vol. 18. No. 1(66). P. 117–125. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-1-117-125.
30. Chibilev A. A. Renewable strategic natural resources of sustainable development of regions of the steppe zone of the Russian Federation // Advances in Current Natural Sciences. 2016. No. 3. P. 214–219.
31. Gulyanov Yu. A., Chibilev (Jr.) A. A., Chibilev A. A., Levykin S. V. Problems of steppe land use adaptation to anthropogenic and climatic changes (the case of Orenburg oblast) // Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya. 2022. Vol. 86. No. 1. P. 28–40. DOI: 10.31857/S258755662201006X.
32. Gulyanov Yu. A., Chibilev A. A. Prospects for the integration of “digital land use” in the landscape-adaptive farming of the steppe zone // Regional Environmental Issues. 2019. No. 2. P. 32–37. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-12032.
33. Gulyanov Yu. A. Opportunities of intelligent digital technologies in the ecologization of landscape-adaptive crop farming in the steppe zone // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 4 (78). P. 8–11.
34. Gulyanov Yu. A. Prospects of using remote sensing information resources for managing the production process of field agrocenoses // Zemledelie. 2022. No. 2. P. 26–31. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-2-26-31.
35. Rainbow R., Derpsch R. Advances in no-till farming technologies and soil compaction management in rainfed farming systems // In book: Rainfed Farming Systems. Springer, Dordrecht, 2011. P. 991–1014. DOI: 10.1007/978-1-4020-9132-2\_39.
36. Vlasenko A. N., Vlasenko N. G., Korotkov N. A. No-till technology elaboration for leached chernozem soil in forest-steppe zone of Western Siberia // Zemledelie. 2011. No. 5. P. 20–22.
37. Kononov V. M., Kononova N. D. Crop farming and land use ecologization in the South Urals – search for a compromise // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2014. No. 2 (46). P. 17–21.
38. Kiryushin V. I. Problem of agriculture ecologization in Russia (Belgorod model) // Achievements of Science and Technology of AIC. 2012. No. 12. P. 3–9.
39. Vlasenko A. N., Vlasenko N. G., Korotkov N. A. Problems and prospects of development and exploitation of No-till technology on chernozems of forest-steppe of Western Siberia // Achievements of Science and Technology of AIC. 2013. No. 9. P. 16–19.
40. Gulyanov Yu. A. Background and prospects for the implementation of nature-like cultivation techniques in the agrotechnologies of the steppe zone of Orenburg Urals // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2020. No. 2 (22). P. 37–49. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-2-22-37-49.
41. Bakirov F. G., Petrova G. V., Dolmatov A. P., Nesterenko Yu. M., Khalin A.V., Polyakov D. G. Effectiveness of moisture resource-saving technologies in crop production of Orenburzhye // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2016. No. 6(62). P. 198–201.
42. Yartsev G. F., Gulyanov Yu. A., Baykasenov R. K. Varieties and hybrids of Orenburg field crops (brief descriptions): reference manual. Orenburg: Orenburg State Agrarian University Publ., 2011. 86 p.
43. Maksyutov N. A. When is minimal tillage effective? // Zemledelie. 1998. No. 1. P. 24–25.
44. Kryuchkov A. G., Besaliev I. N., Panfilov A. L., Polkunova L. F. Parameters of plasticity of soft wheat varieties in connection with tillage methods // Achievements of Science and Technology of AIC. 2017. Vol. 31. No. 4. P. 40–42.
45. Bakirov F. G., Polyakov D. G., Khalin A.V., Balandina A. A. Direct seeding and No-till in Orenburzhye // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018. No. 5(73). P. 50–54.
46. Anoshkin P. A., Vasiliev I. V., Skorokhodov V. Yu. Effectiveness of using resource-saving technologies of spring soft wheat cultivation under the conditions of Orenburg Preduralye // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2016. No. 3(59). P. 15–16.

47. Neverov A. A., Zorov A. A. The role of selection and primary seed production of the Federal Scientific Center of the BST RAS in increasing the efficiency of crop production in Orenburg region in changing climate // *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020. No. 103. P. 147–156. DOI: 10.33284/2658-3135-103-2-147.
48. Maksyutov N. A., Zhdanov V. M., Skorokhodov V. Yu., Kaftan Yu. V., Mitrofanov D. V., Zenkova N. A., Zhizhin V. N. Moisture saving methods and technologies in Orenburg agriculture // *Grain Economy of Russia*. 2015. No. 6. P. 67–72.
49. Shitikov N. V., Pigorev I. Ya. Snow retention and formation of water regime of agricultural land in the Central Chernozemia of Russia // *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2022. No. 3. P. 39–47.
50. Gulyanov Yu. A. Improvement of methods of formation of highly productive agrocenoses of winter wheat in the steppe zone of the Southern Urals. Thesis ... Dr. Sc. (Agr.). Orenburg: Orenburg State Agrarian University, 2007. 434 p.
51. Frolova L. D., Novikov M. N. Biologization of agriculture, as a factor of increasing the fertility of soils and productivity of fodder seeds // *Agro-industrial technologies of Central Russia*. 2018. Iss. 2. No. 8. P. 71–76. DOI: 10.24888/2541-7835-2018-8-71-77.
52. Belyakov A. M., Nazarova M. V. Agrolandscapes and technologies of arid agriculture // *Scientific Agronomy Journal*. 2018. No. 1 (102). P. 35–39.
53. Zelenev A. V., Semichenko E. V. The biologization of agriculture as the basis for increasing the content of nutrients in the soil and yield of crops // *Scientific Agronomy Journal*. 2019. No. 1 (104). P. 10–14.
54. Sokolov M. S. Soil rehabilitation and biologization of agriculture – important factors optimizing the ecological status of the region (Belgorod experience) // *Agrohimia*. 2019. No. 11. P. 3–16. DOI: 10.1134/S0002188119110127.
55. Erofeev S. A. Biologization of agriculture – the basis of ecological and landscape agriculture // *Eurasian Union of Scientists*. 2018. No. 8–4 (53). P. 8–11.
56. Mudrykh N. M. Biologization of agriculture as the basis of soil fertility preservation in the Non-Chernozem zone // *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2017. No. 9 (155). P. 28–34.
57. Lukin S. V. Biologization of agriculture in Belgorod region: results and prospects // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016. No. 7. P. 20–23.
58. Aleynik S. N. Experience of the Belgorod region in the biologization of agriculture [Electronic resource]. Access point: <https://agriecommission.com/base/opyt-belgorodskoi-oblasti-v-biologizacii-zemledeliya> (reference's date 23.05.2023).
59. Zhuchenko A. A. Biologization, ecologization, energy conservation, economics of modern farming systems // *Agricultural Bulletin Stavropol Region*. 2015. No. 2. P. 9–13.
60. Savchenko E. S. Governor of the Belgorod region Evgeny Savchenko: “The Stolypin scale case” [Electronic resource]. Access point: <https://abireg.ru/newsitem/29498> (reference's date: 23.05.2023).
61. Trofimova L. S., Trofimov I. A., Yakovleva E. P. Evaluation of agro-landscapes, challenges of their monitoring and management in Russia // In book: *New Methods and Results of Landscape Research in Europe, Central Asia and Siberia* / Ed. by Sychev V.G., Muller L. Vol. I Moscow: Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, 2018. P. 114–118. DOI: 10.25680/1411.2018.94.13.018.
62. Gulyanov Yu. A. Modern level of nature conservation and ways of soil resources reproduction in zonal agrotechnologies of the post-virgin regions of the Urals and Western Siberia // *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2021. No. 1 (25). P. 73–84. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-1-25-73-84.
63. Ivonin V. M., Voskoboinikova I. V. Landscape agroforestry reclamation // *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2021. Vol. 11. No. 3. P. 54–77. DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-3-54-77.
64. Chekanyshkin A. S. Agroforestry reclamation in the system of agricultural landscapes // *Zemledelie*. 2003. No. 1. P. 8–9.
65. Gulyanov Yu. A. Methods of rational use of water resources in landscape-adaptive technologies of the steppe zone of the Orenburg Pre-Urals // *Materials of international scientific readings “Theoretical problems of ecology and evolution. Water quality and aquatic bioresources (VII Lyubishchev readings)”*. Togliatti: Anna, 2020. P. 238–244. DOI: 10.24411/9999-039A-2020-10055.
66. Gulyanov Yu. A. Strategies of innovative land-use and the role of natural-like agro-technologies in the ecological optimization of steppe landscapes // *Works of the State Nikit. Botan. Gard*. 2019. Vol. 148. P. 50–59. DOI: 10.25684/NBG.scbook.148.2019.05.
67. Shorina T. S. Soil reclamation: textbook. Orenburg: Orenburg State University Publ., 2012. 190 p.
68. Yasinsky S. V., Gusev E. M., Kashutina E. A. The efficiency of agrotechnical practices for the control of hydrological processes on small catchment areas during spring snow melting // *Eurasian Soil Science*. 2008. Vol. 41. No. 3. P. 286–293. DOI: 10.1007/s11475-008-3006-x.
69. Filippova A. V., Karakulev V. V. Agrobiocenoses optimization for stable grain production on chernozems southern Orenburg region // *Collection of articles of the VI International Scientific and Practical Conference of teachers, young scientists, graduate students and students “Innovative processes in AIC”*. Moscow: Peoples Friendship University of Russia (RUDN) Publ., 2014. P. 256–258.



70. Konstantinov M. M., Glushkov I. N., Pashinin S. S. The use of window portion reaper with a device for stubble coulisse formation in the snow retention process // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2012. No. 6(38). P. 81–83.

71. Astafyev V. L., Ivanchenko P. G., Malygin S. L. An effective way of accumulating winter precipitation moisture and technical equipment for its implementation // Agro-Industrial Complex of Russia. 2016. Vol. 75. No. 1. P. 59–64.

UDC 633.11:551.5

Gulyanov Yu. A.

**ROLE OF NATURE-LIKE TECHNOLOGIES AND RECLAMATION  
AGRICULTURAL-TECHNICAL MEASURES IN IMPROVING THE ECOLOGICAL  
SITUATION IN THE URAL RIVER BASIN**

***Summary.** The analysis of theoretical and experimental data in the field of containment of degradation processes of soil cover and assessment of the role of nature-like agrotechnologies, as well as reclamation agricultural and technical measures, are necessary for further land management and agricultural production in the development and implementation of measures aimed at improving the environmental situation in the Ural River basin. Sources of information: theoretical developments and experimental data of agricultural scientists and steppe scientists, as well as the results of our own field and expedition research in the steppe zone of Russia in 2018–2023 published in the open press. The negative impact of long-term agricultural use on the quality of lands, expressed in soil degradation and accompanied by partial or total loss of fertility or other quality deterioration associated with significant damage or complete destruction, was updated. The negative impact of degradation processes on the maintenance of landscape and ecological stability of the Ural River basin territory and the preservation of biodiversity was noted. The acceptability of the implementation of agricultural technologies and reclamation agricultural and technical measures based on the use of various technological methods and approaches based on imitation of natural processes (nature likeness) and aimed at reducing the load on agro-ecosystems and water resources, preserving their stability by reducing the intensity of water erosion processes and soil degradation, was substantiated. These technologies and methods, together with the optimization of the structure of agricultural land use, can significantly contribute to the ecological rehabilitation of the Ural River and its basin.*

***Keywords:** Ural River basin, agricultural lands, agriculture, soil degradation, optimization of land use structure.*

Гулянов Юрий Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела степеведения и природопользования, Институт степи Уральского отделения Российской академии наук (ИС УрО РАН) – обособленное структурное подразделение ФГБУН Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук; 460000, Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, 11; e-mail: iury.gulyanov@yandex.ru.

Gulyanov Yuriy Aleksandrovich, Dr. Sc. (Agr.), professor, leading researcher of the Department of steppe studying and environmental management, Institute of the Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences – a separate unit of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Orenburg Federal Research Center” of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 11, Pionerskaya str., Orenburg, 460000, Russia; e-mail: iury.gulyanov@yandex.ru.

*Дата поступления в редакцию – 24.10.2023.*

*Дата принятия к печати – 10.11.2023.*