



Продовольственная и
сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫМИ РЕСУРСАМИ В ЕВРАЗИЙСКОМ РЕГИОНЕ



УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫМИ РЕСУРСАМИ В ЕВРАЗИЙСКОМ РЕГИОНЕ

Под редакцией
С. А. Балюка, Г. М. Хасанхановой, П. В. Красильникова

Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
Рим, 2021

Обязательная ссылка:

ФАО и Евразийский центр по продовольственной безопасности. 2021. *Устойчивое управление почвенными ресурсами в Евразийском регионе*. Рим, ФАО. <https://doi.org/10.4060/cb5827ru>

Используемые обозначения и представление материала в настоящем информационном продукте не означают выражения какого-либо мнения со стороны Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций относительно правового статуса или уровня развития той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ или рубежей. Упоминание конкретных компаний или продуктов определенных производителей, независимо от того, запатентованы они или нет, не означает, что ФАО одобряет или рекомендует их, отдавая им предпочтение перед другими компаниями или продуктами аналогичного характера, которые в тексте не упоминаются.

Мнения, выраженные в настоящем информационном продукте, являются мнениями автора (авторов) и не обязательно отражают точку зрения или политику ФАО.

ISBN 978-92-5-134734-8

© ФАО, 2021



Некоторые права защищены. Настоящая работа предоставляется в соответствии с лицензией Creative Commons «С указанием авторства – Некоммерческая – С сохранением условий 3.0 НПО» (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.ru>).

Согласно условиям данной лицензии настоящую работу можно копировать, распространять и адаптировать в некоммерческих целях при условии надлежащего указания авторства. При любом использовании данной работы не должно быть никаких указаний на то, что ФАО поддерживает какую-либо организацию, продукты или услуги. Использование логотипа ФАО не разрешено. В случае адаптации работы она должна быть лицензирована на условиях аналогичной или равнозначной лицензии Creative Commons. В случае перевода данной работы, вместе с обязательной ссылкой на источник, в него должна быть включена следующая оговорка: «Данный перевод не был выполнен Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО). ФАО не несет ответственности за содержание или точность данного перевода. Достоверной редакцией является издание на [указать язык оригинала] языке».

Возникающие в связи с настоящей лицензией споры, которые не могут быть урегулированы по обоюдному согласию, должны разрешаться через посредничество и арбитражное разбирательство в соответствии с положениями Статьи 8 лицензии, если в ней не оговорено иное. Посредничество осуществляется в соответствии с «Правилами о посредничестве» Всемирной организации интеллектуальной собственности <http://www.wipo.int/amc/ru/mediation/rules/index.html>, а любое арбитражное разбирательство должно производиться в соответствии с «Арбитражным регламентом» Комиссии Организации Объединенных Наций по праву международной торговли (ЮНСИТРАЛ).

Материалы третьих лиц. Пользователи, желающие повторно использовать материал из данной работы, авторство которого принадлежит третьей стороне, например таблицы, рисунки или изображения, отвечают за то, чтобы установить, требуется ли разрешение на такое повторное использование, а также за получение разрешения от правообладателя. Удовлетворение исков, поданных в результате нарушения прав в отношении той или иной составляющей части, авторские права на которую принадлежат третьей стороне, лежит исключительно на пользователе.

Продажа, права и лицензирование. Информационные продукты ФАО размещаются на веб-сайте ФАО (www.fao.org/publications); желающие приобрести информационные продукты ФАО могут обращаться по адресу: publications-sales@fao.org. По вопросам коммерческого использования следует обращаться по адресу: www.fao.org/contact-us/licence-request. За справками по вопросам прав и лицензирования следует обращаться по адресу: copyright@fao.org.

Фото на обложке: © Zysko Serhii/Wikimedia

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	V
УЧАСТНИКИ	X
АББРЕВИАТУРЫ И АКРОНИМЫ	XI
ГЛАВА 1. ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ	1
1.1. Комплексный подход к оценке деградации почв	1
1.1.1. Рост населения и урбанизация	3
1.1.2. Образование, культурные ценности и социальная справедливость	4
1.1.3. Рынок земли	4
1.1.4. Экономический рост	5
1.1.5. Изменение климата	6
1.1.6. Военные действия и гражданские беспорядки	6
1.2. Тематический пример: Центральная Азия	6
1.3. Прогнозируемые климатические изменения и агроэкологические оценки для Евразийского региона	9
1.4. Урбанизация и формирование сельских агломераций	16
ГЛАВА 2. ПРОЦЕССЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ	20
2.1. Почвы, природные экосистемы и землепользование в Евразийском регионе	20
2.1.1. Основные ландшафты и почвы как объекты управления	20
2.1.2. Землепользование	22
2.2. Масштабы и тренды деградации почв в Евразийском регионе	25
2.2.1. Водная и ветровая эрозия почв	27
2.2.2. Потери почвенного органического вещества и усиление эмиссии CO ₂	29
2.2.3. Техногенное загрязнение почв	31
2.2.4. Дисбаланс биофильных элементов	33
2.2.5. Природное и антропогенное засоление и осолонцевание почв	35
2.2.6. Нарушенные и неиспользуемые земли, запечатывание почв	37
2.2.7. Снижение биоразнообразия в почвах	37
2.2.8. Природное и антропогенное подкисление почв	38
2.2.9. Переуплотнение почв	39
2.2.10. Неурегулированный водный режим	40
2.2.11. Опустынивание и физическая деградация почв	43
ГЛАВА 3. ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ НА ОБЩЕСТВО	45
3.1. Общие представления о воздействии деградации почв на экономическую, социальную и экологическую сферы жизни человека	45
3.2. Деградация почв и проблема учета экосистемных услуг	47
3.3. Связь деградации почв и продовольственной безопасности	52
3.4. Деградация почв и бедность	54
3.5. Экономика деградации земель в регионе	56
ГЛАВА 4. ОТВЕТЫ ОБЩЕСТВА	61
4.1. Государственная политика и информационное обеспечение внедрения устойчивого управления почвенными ресурсами	61
4.1.1. Правовая база и государственные меры обеспечения устойчивого управления почвенными ресурсами в странах Евразийского региона	61
4.1.2. Национальные и региональные программы и планы действий для достижения нейтрального баланса деградации земель (LDN)	64

СОДЕРЖАНИЕ

4.1.3. Государственный мониторинг земель (кадастр, паспортизация, инвентаризация, сертификация, стоимостная оценка)	73
4.1.4. Базы данных почвенных и земельных ресурсов (включая online системы землепользования и управления удобрениями)	76
4.1.5. Консультативная поддержка и службы распространения сельскохозяйственных знаний для расширения устойчивого управления почвенными ресурсами.	78
4.2. Научное обеспечение устойчивого управления почвенными ресурсами	81
4.2.1. Актуальные задачи информационно-методического обеспечения устойчивого управления почвенными ресурсами.	81
4.2.2. Автоматизированные системы агроэкологической оценки почв и земель	82
4.2.3. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений.	86
4.2.4. Региональные агроэкологические геоинформационные системы	92
4.3. Успешные результаты и полученные уроки в Евразийском регионе в области улучшения управления почвенными ресурсами.	97
4.3.1. Продвижение и расширение устойчивого управления почвенными и земельными ресурсами в Узбекистане	97
4.3.2. Руководство и управление почвенными ресурсами в Турции.	98
4.3.3. Система управления орошением, разработанная с учетом экологических функций и структурной организации почв, потребностей растений и климатических изменений в Украине	99
4.3.4. Проекты по улучшению экологического состояния загрязненных земель и восстановлению ландшафтов в Азербайджане	100
4.3.5. Интегральный подход к улучшению черноземных почв для устойчивого земледелия в Республике Молдова	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	107
ЛИТЕРАТУРА	109

ПРЕДИСЛОВИЕ

Красильников П.В., Балюк С.А., Мошой Ю.Г., Хасанханова Г.М.



© Юрий Цапко

В 2020 г. наша планета в очередной раз дала нам понять, насколько хрупка наша цивилизация. Казалось бы, обычный вирус встряхнул все страны на Земле и в считанные недели изменил нашу жизнь до неузнаваемости. Это произошло не в первый раз и, скорее всего, к сожалению, не в последний. Но у человечества короткая память: мы быстро забываем и эпидемии, и катастрофы. Еще хуже дело обстоит с теми угрозами, которые не воспринимаются как катастрофические. Например, постоянным фоном развития человеческой цивилизации является угроза истощения и деградации почвенных ресурсов, которую академик Г.В. Добровольский назвал «тихим кризисом планеты» (Добровольский, Никитин, 1986). В человеческой истории не одна и не две цивилизации погибли просто потому, что не смогли обеспечить устойчивое плодородие почв, используемых в сельском хозяйстве. Тем не менее угроза потери плодородных почв вспоминается еще реже, чем катастрофы и эпидемии в спокойные времена.

В настоящее время мы пытаемся изменить ситуацию и повернуться лицом к угрозам устойчивому развитию человечества. Опыт глобального сотрудничества и развитие научно-технической базы позволяет ставить перед собой задачи по предотвращению негативных процессов в природе и обществе, постепенному снижению тех угроз, которые постоянно возникают перед нами. Прессинг на экосистемы увеличивается, и в число важнейших драйверов изменения природной среды входит проблема неконтролируемого и неравномерного увеличения численности населения, вопросы изменения климата и прогрессирующего антропогенного воздействия на окружающую среду. Это привело к тому, что были сформулированы Цели устойчивого развития (ЦУР), которые могут дать нам шанс пройти через опасности завтрашнего дня. Ключевым вопросом в планировании будущего является устойчивость, что подразумевает способность природы и общества противостоять воздействию внешних и внутренних негативных факторов. Здоровые

почвы имеют первостепенное значение для устойчивого развития, и поэтому их роль в достижении ЦУР в последние годы неоднократно отмечалась (FAO, 2015; Lal, 2015, 2016b). Мы, как почвоведы, должны предоставлять достоверную и актуальную информацию о состоянии, динамике и потенциальном поведении почвенных систем в условиях изменения климата и увеличения антропогенной нагрузки (Krasilnikov *et al.*, 2018).

Почва — это сложная система, тесно связанная с другими компонентами окружающей среды: атмосферой, литосферой, гидросферой и биосферой. В последние десятилетия обозначилось значение экологических функций почв (Dobrovolsky, 1996; Giller *et al.*, 1997; Doran, 2002), ряд ученых рассматривают почвы как важнейшее звено во взаимодействии геологических и биологических циклов элементов на Земле. Почва выступает важным регулятором состава атмосферы как на глобальном, так и на локальном уровне. Почва способна связывать углерод и азот из воздуха, тем самым снижая концентрацию парниковых газов в атмосфере. Почвы — это глобальные фильтры, которые влияют на состав подземных и поверхностных вод. Почва также известна как один из самых больших пулов биологического разнообразия. Миллионы микроорганизмов и беспозвоночных обитают в почвах. Глобальные функции почвенных экосистем влияют на экосистемные услуги, связанные с почвами, поскольку все наземные экосистемы включают почвы в качестве активных компонентов (Robinson *et al.*, 2009). В экосистеме почва отвечает за предоставление таких обеспечивающих услуг, как производство сырья для продовольствия, предотвращение наводнений и очистка воды. Почва также является источником лекарств, например антибиотиков, строительных материалов и глины для изготовления керамики. Почва исключительно важна для регуляторных экосистемных услуг, включая связывание углерода, и, следовательно, для глобального регулирования климата. Разложение и детоксикация отходов осуществляется микроорганизмами и беспозвоночными, присутствующими в почве. Культурные услуги почв также важны, особенно потому, что большинство культур используют почвы для погребальных ритуалов. Почва упоминается во многих мифах и легендах как Место рождения и конечный пункт назначения для людей. Она также признается «Матерью-Землей», дающей пищу людям: для всех аграрных культур во всем мире характерно глубокое уважение к почве.

При этом мы вводим понятия «управление почвенными ресурсами» и «управление плодородием почв». Названные понятия тесно связаны между собой таким архиважным целевым зада-

нием, как решение проблемы сохранения и приумножения продуктивной способности почвенных ресурсов, их экологических и социальных функций. Однако содержание дефиниций названных понятий следует осознать и трактовать по-разному.

В содержание дефиниции «управление почвенными ресурсами» вкладывается комплекс стратегических задач структурного порядка — охраны и рационального использования почвенного покрова в пространстве и во времени на землях, которые применяются для производства сельскохозяйственной продукции, лесной, энергетической и другой фитомассы. «Управление плодородием почв» направлено, прежде всего, на решение задач тактического порядка — выбор оптимальных агротехнологий и мелиоративных приемов для получения запрограммированного урожая и его высокого качества. Данный выбор должен быть экологически безопасным, т.е. не наносить вреда окружающей природной среде и не допускать деградации почв. Эти задачи решаются, в основном, на местах — фермерами, территориальными общинами и другими формами хозяйствования, в то время как управление почвенными ресурсами, сохранение площадей земель сельскохозяйственного назначения и их почвенного ресурса — это преимущественно задачи органов центральной исполнительной власти и законодательных органов, что связано с фермерством, объединенными территориальными общинами, их жизнью и социальными требованиями.

В настоящее время, в период небывалого научно-технического прогресса и жестких рыночных конкурентных отношений, управлять плодородием почв и почвенными ресурсами «вслепую», игнорируя объективные и точные критерии, как этого требует теория управления сложными природными системами, недопустимо. Это неизбежно приведет к уничтожению нации. Поэтому любой управленческий выбор должен быть обоснован соответствующими, объективно признанными критериями. В почвоведении такие критерии разработаны, они существуют, однако продолжают постоянно обновляться и совершенствоваться. К сожалению, практика землепользования в отдельных странах мира, и в том числе Евразийского региона, которая направлена исключительно на удовлетворение потребительских интересов, пренебрежение выверенными в цивилизованных странах мира системами управления природными ресурсами, наиболее ценными из которых являются почвенно-земельные, неизбежно приведет к развитию деградационных процессов и даже к агросоциальному коллапсу.

Устойчивое управление почвами является инструментом достижения ЦУР. Недавно было принято обязательство достичь устойчивого разви-

тия на основе Целей устойчивого развития к 2030 г.: они включают 17 целей и 169 связанных с ними задач, которые являются комплексными и неделимыми. Почвы являются неотъемлемой частью четырех ЦУР и могут косвенно способствовать достижению других целей (ФАО, 2015а).

ЦУР №2 состоит в том, чтобы покончить с голодом, обеспечить продовольственную безопасность и улучшить питание, а также содействовать устойчивому развитию сельского хозяйства. Задача 2.4 требует создания устойчивых систем производства продовольствия и внедрения устойчивых методов ведения сельского хозяйства, которые постепенно улучшают качество земель и почв. Поддержание здоровой почвы является предварительным условием для производства достаточного количества пищи для всех, сейчас и в будущем. Эта цель может быть достигнута путем преобразования систем земледелия, ландшафтов и всего сельскохозяйственного сообщества в соответствии с экологическими требованиями.

ЦУР №3 направлена на обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте. Частью целевой задачи 3.9 является сокращение числа смертей и заболеваний от опасных химических веществ, а также загрязнения воздуха, воды и почвы. Поэтому такая практика, как добыча полезных ископаемых открытым способом, должна быть уравновешена очисткой сточных вод и борьбой с распространением загрязненной пыли.

ЦУР №12 направлена на обеспечение устойчивых моделей потребления и производства. В рамках задачи 12.4 она предусматривает создание экологически обоснованных производственных цепочек в соответствии с согласованными международными нормами, значительное сокращение выбросов отходов производства в атмосферу, воду и почву для минимизации их неблагоприятного воздействия на здоровье человека и окружающую среду. Загрязнение почв в результате добычи полезных ископаемых, промышленных выбросов и сельскохозяйственного производства представляет серьезную угрозу для здоровья человека и окружающей среды. Необходимо принять меры по внедрению практики охраны и рекультивации почв, а также по просвещению общества о влиянии его действий на здоровье почв. Ключевым вопросом при оценке современной радиоэкологической обстановки в регионах Беларуси, Российской Федерации и Украины, загрязненных ¹³⁷Cs вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г., является установление параметров перехода радионуклида в продукцию растениеводства и в корма, что вызывает по пищевым цепочкам увеличение доз облучения населения (Парамонова и Романцова, 2013).

ЦУР №15 требует защиты, восстановления и поощрения устойчивого использования наземных экосистем, устойчивого управления лесами, борьбы с опустыниванием, а также прекращения и обращения вспять процесса деградации земель и прекращения утраты биологического разнообразия. Задача 15.3 призывает государства восстановить деградированные земли и почвы, включая земли, затронутые опустыниванием, засухой и наводнениями, и стремиться к созданию мира, нейтрального к деградации земель. Одной из причин деградации почв является чрезмерное использование сельскохозяйственных ресурсов. Для противодействия этому процессу мы должны поддерживать и увеличивать содержание органического вещества в почве, способствуя внедрению севооборотов и диверсификации землепользования, выбирая правильную сельскохозяйственную технологию и экономический подход.

Глобальное почвенное партнерство ФАО (ГПП) ставит перед собой амбициозную задачу сделать устойчивым управление почвенными ресурсами (УУПР) в мировом масштабе. Межгосударственный технический совет по почвам (ITPS), созданный как научно-экспертная структура при ГПП, подготовил несколько рамочных документов, которые намечают пути достижения поставленной задачи. Во-первых, это пересмотренная Всемирная хартия почв (ФАО, 2013), которая представляет собой изложение общих принципов, определяющих УУПР и ряд действий, которые должны предпринять заинтересованные стороны для внедрения УУПР. Всемирная хартия почв гласит:

«Главная цель для всех сторон заключается в обеспечении устойчивого управления почвами и улучшении или восстановлении деградированных почв».

Второй документ — это Доклад о состоянии мировых почвенных ресурсов (FAO and ITPS, 2015), в котором содержится всеобъемлющий обзор ключевых угроз для устойчивого функционирования почв. Региональные оценки в докладе приводят к выводу, что наиболее важными угрозами являются эрозия почв, потери органического углерода и дисбаланс питательных веществ. Для Евразийского региона также отмечается первоочередное значение борьбы с засолением и осолонцеванием почв.

Третьим важнейшим документом являются Добровольные руководящие принципы устойчивого управления почвами (ДРП УУПР) (ФАО, 2017а). Руководящие принципы обеспечивают основу для разработки и осуществления политики и практики на местном или региональном уровне для достижения общей цели Всемирной хартии почв. Руководящие принципы сосредоточены главным образом на сельском хозяйстве, широко определяемом как производство продо-

вольтствия, волокон или кормов. В результате обеспечение продовольствием рассматривается как ключевая экосистемная услуга, хотя многие из описанных в ДРП УУПР принципов оказывают значительное влияние на другие экосистемные услуги.

Добровольные руководящие принципы (ФАО, 2017a) представляют собой рамочный документ, понятный для широкого круга заинтересованных сторон, включая фермеров, землеустроителей, консультантов, правительственных чиновников, частных инвесторов и политиков. Всем заинтересованным сторонам рекомендуется следовать этим Руководящим принципам.

Сфера применения Руководящих принципов основана на следующем.

- ДРП УУПР сосредоточены на технических аспектах устойчивого управления почвами и имеют самое непосредственное отношение к сельскому хозяйству, лесному хозяйству и управлению земельным фондом. Они также служат основой для принятия стратегических решений на правительственном уровне, на всех уровнях. Эти Руководящие принципы не заменяют базы данных по практике УУЗР, такие как WOCAT и ТЕСА, которые содержат более подробные рекомендации по соответствующим местным условиям действия по управлению почвами. Выбор наиболее подходящих методов управления требует тщательного рассмотрения целого ряда взаимодействующих факторов, включая климат, рельеф, характеристики почв, предыдущее землепользование и имеющиеся технологии для рассматриваемого района.
- В ДРП УУПР основное внимание уделяется почвам, которые используются для устойчивого производства продовольствия, волокон и топлива. В Руководящих принципах подчеркиваются основные характеристики устойчиво управляемых почв. Они также содержат сводную информацию об экосистемных услугах, предоставляемых почвами, которые имеют большое значение для окружающей среды и благосостояния человека.
- ДРП УУПР носят добровольный характер и не имеют обязательной юридической силы.

Цели Руководящих принципов заключаются в следующем:

- представить общепринятые и научно обоснованные принципы построения УУПР;
- дать всем заинтересованным сторонам руководящие указания относительно того, как применять и осуществлять эти принципы, будь то в сельском, лесном хозяйстве или управлении земельным фондом.

Надо отметить, что все документы, подготовленные ГПП, ясно говорят о том, что не существу-

ет единственно правильного решения по управлению почвенными ресурсами, пригодного для всех территорий и типов землепользования. Ни какие отдельные агротехнологии, например нулевая или минимальная обработка почвы, не могут быть панацеей для решения всех проблем с поддержанием здоровья почв, даже если в ряде случаев их применение вполне эффективно. Точно так же практики и концепции, сформированные группами энтузиастов и бизнес-сообществом, например агроэкологическое движение или системы органического земледелия, не могут рассматриваться как единственные решения для проблем управления почвенными ресурсами в силу причин, которые будут рассмотрены в соответствующих разделах данной книги.

Определение УУПР, используемое в ДРП УУПР, взято из принципа №3 пересмотренной Всемирной хартии почв:

«Управление почвой является устойчивым, если поддерживающие, обеспечивающие, регулирующие и культурные услуги, предоставляемые почвой, поддерживаются или расширяются без существенного ухудшения функций почвы, которые обеспечивают эти услуги. Особую озабоченность вызывает баланс между вспомогательными и обеспечивающими услугами для растениеводства и регулируемыми услугами, которые почва обеспечивает для качества и доступности воды, а также для состава атмосферных парниковых газов».

При этом, необходимо рассматривать вопросы адаптации агротехнологий к изменению климата. Изменение климата — реальный факт. Имеющиеся материалы свидетельствуют о том, что дискуссий на эту тему становится все меньше. Ясно, что к изменению климата важно готовиться уже сегодня.

Главные причины изменения климата — эмиссия газов из почвы в атмосферу, которая достигла больших масштабов и продолжает расти. Причины эмиссии — дегумификация, чрезмерное освоение и интенсивное использование почв, уменьшение площадей, занятых растительностью, вырубка лесов, осушение гидроморфных почв, пожары, которые участились в последние годы, урбанизация, выбросы «грязных» предприятий и др.

Формирование национальных планов противодействия изменениям климата и уменьшения их негативного влияния на эффективность земледелия только начинается, поэтому на этом этапе важно учесть международный опыт. Например, Украина присоединилась к трем конвенциям ООН, которые направлены на обеспечение устойчивого развития во всем мире: Конвенции ООН о биологическом биоразнообразии, Конвенции по борьбе с опустыниванием и Рамочной конвенции об изменении климата. Подтверждением этого

является утверждение правительствами ряда стран Концепции и Национального плана действий по борьбе с деградацией земель и опустыниванием. Принятие таких документов является вкладом этих стран в реализацию решений Конференции ООН по устойчивому развитию Рио+20 (2012), достижение утвержденных в 2015 г. Генеральной Ассамблеей ООН новых Целей устойчивого развития на период до 2030 г. и выполнение Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, например, в части достижения нейтрального уровня деградации земель в мире, в том числе в Евразийском регионе. Что касается мероприятий по адаптации к изменениям климата в странах Евразийского региона, главным образом, они направлены на ограничение выбросов парниковых газов и увеличение их поглощения.

Среди них наиболее важные: проведение почвенных обследований земель; разработка научно обоснованных предложений по восстановлению и развитию орошения; внедрению современных экологически безопасных, ландшафтно адаптированных, почвоохранных, эколого- и ресурсосберегающих технологий сбалансированного использования; охране земель и почв, предупреждению их деградации; упорядочению пахотных земель путем выведения из их структур склоновых земель и водоохраных зон, эрозионно опасных и других непригодных для распашки угодий; достижению нейтрального уровня деградации почв.

Главное влияние изменений климата на почвенный покров, свойства и режимы почв — аридизация и постепенное смещение зон.

Аридизация климата негативно влияет на свойства и режимы почв: наблюдается сокращение мощности верхнего горизонта из-за снижения влагообеспеченности; ухудшение почв как физической среды обитания растений; ухудшение процессов гумусообразования; усиление щелочности в связи с возможной восходящей миграцией карбонатов; снижение бактериологической активности почвы, степени устойчивости почв как центрального звена биосферы; степени адаптации растений к дефициту влаги. Сегодня становятся актуальными различные направления

адаптации земледелия к изменениям климата. Например, можно говорить о продвижении посевов кукурузы на зерно в районы Полесья, лесной зоны, расширении животноводческой отрасли в этой зоне, о более широком развитии пастбищного хозяйства в степи (по типу Алжира и Марокко) и овцеводства.

В связи с аридизацией возникает необходимость решения важных научных вопросов — технологических, технических, правовых, образовательных и др. Вообще, важно обратить внимание на старые и новые возможности адаптации агротехнологий к плодородию почв.

Требуют обновления картографо-аналитические материалы о почвенном плодородии, необходимо проведение исследований механизмов почв, которые обеспечивают их устойчивость и равновесное состояние, рациональное использование удобрений, химических мелиорантов.

Поскольку ГПП опирается на региональные партнерства, реализация принципов, заложенных указанными выше документами, также осуществляется и на региональном уровне. Каждый регион характеризуется своими почвенными и агроклиматическими условиями, специфическими угрозами деградации почв, историей развития социальных отношений и землепользования, а также уровнем экономического и научно-технического развития. В связи с этим настоящее издание имеет своей целью сформулировать специфические задачи по внедрению практик УУПР в Евразийском субрегионе.

Мы отдаем себе отчет в огромном разнообразии природных условий и специализации сельского хозяйства на огромной территории, занимающей 1/6 часть суши. Поэтому в книге широкими мазками даются только наиболее общие сведения по УУПР в каждой из стран и их природно-территориальных единицах. Очевидно, что выработанные нами рекомендации должны будут внедряться в практику уже на национальном и локальном уровнях. Тем не менее мы надеемся, что издание позволит выработать общую основу для сохранения и улучшения почвенных ресурсов, которые являются основой существования нашей цивилизации.

УЧАСТНИКИ

Авторы

Анисимова О.В. (Украина), Ачасова А.А. (Украина), Балюк С.А. (Украина), Белова Е.В. (Российская Федерация), Богаенко В.А. (Украина), Буйволова А.Ю. (Российская Федерация), Валентини Р. (Италия), Васенев И.И. (Российская Федерация), Воротынцева Л.И. (Украина), Гетманенко В.А. (Украина), Гладких Е.Ю. (Украина), Головлева Ю.А. (Российская Федерация), Дрозд Е.Н. (Украина), Захарова М.А. (Украина), Ибрагимов Р.И. (Узбекистан), Коляда В.П. (Украина), Контобойцева А.А. (Российская Федерация), Красильников П.В. (Российская Федерация), Круглов А.В. (Украина), Кутовая А.И. (Украина), Кучер А.В. (Украина), Лазебная М.Е. (Украина), Левин А.Я. (Украина), Матяш Т.В. (Украина), Мирошниченко И.И. (Украина), Момот А.Ф. (Украина), Мошой Ю.Г. (Республика Молдова), Мукимов Т. (Узбекистан), Найденова О.Е. (Украина), Носоненко А.А. (Украина), Плиско И.В. (Украина), Прокопьева К.О. (Российская Федерация), Прокофьева Т.В. (Российская Федерация), Ромащенко М.И. (Украина), Самарханов Т.Г. (Российская Федерация), Самохвалова В.Л. (Украина), Скрыльник Е.В. (Украина), Соловей В.Б. (Украина), Сорокин А.С. (Российская Федерация), Старченко Е.И. (Украина), Сябрук О.П. (Украина), Тараторкин В.М. (Российская Федерация), Усатая Л.Г. (Украина), Фатеев А.И. (Украина), Фейзиев Ф.М. (Азербайджан), Хамзина Т.И. (Узбекистан), Хасанханова Г.М. (Узбекистан), Цапко Ю.Л. (Украина), Цветнов Е.В. (Российская Федерация), Шевченко А.И. (Украина), Шимель В.В. (Украина), Эрдоган Х.Э. (Турция)

Под редакцией

Балюка С.А., Хасанхановой Г.М., Красильникова П.В.

Дизайн обложки

Сала Маттео

Технический редактор

Контобойцева А.А.

Корректор

Плеханова Е.В.

Верстка

Тарасюк Л.В.

АББРЕВИАТУРЫ И АКРОНИМЫ

ГПП	Глобальное почвенное партнерство ФАО — Global Soil Partnership, GSP
ГЭФ	Глобальный экологический фонд — Global Environment Facility, GEF
ДРП УУПР	Добровольные руководящие принципы устойчивого управления почвенными ресурсами — Voluntary Guidelines for Soil Sustainable Management, VGSSM
ЕАПП	Евразийское почвенное партнерство — Eurasian Soil Partnership, EASP
ИКАРДА	Международный центр сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах — International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, ICARDA
ИСЦАУЗР	Инициатива стран Центральной Азии по управлению земельными ресурсами — Central Asian Countries Initiative for Land Management, CACILM
КБО ООН	Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием — The United Nations Convention to Combat Desertification, UNCCD
МКУР	Межгосударственная комиссия по устойчивому развитию
МФСА	Международный фонд спасения Арала
НПД	национальные планы действий по борьбе с опустыниванием
ОДЗЗ	опустынивание, деградация земель и засуха — Desertification, Land Degradation, Droughts, DLDD
ПРООН	Программа развития ООН — United Nations Development Programme, UNDP
УУЗР	Устойчивое управление земельными ресурсами — Sustainable Land Management, SLM
УУПР	Устойчивое управление почвенными ресурсами — Sustainable Soil Management, SSM
ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
ФЦП	Федеральная целевая программа
ЦА	Центральная Азия
ЦУР	Цели в области устойчивого развития
CIMMYT	Международный центр улучшения кукурузы и пшеницы — International Maize and Wheat Improvement Center
ELD	экономика деградации земель (ЭДЗ) — Economics of land degradation initiative
GIZ	Немецкая корпорация международного сотрудничества — German Corporation for International Cooperation GmbH
ICBA	Международный Центр биосолевого сельского хозяйства — International Center for Biosaline Agriculture
LADA	оценка деградации земель в засушливых районах — Land degradation assessment in drylands
LDN	нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ) — Land Degradation Neutrality
TEV	экономическая ценность (ЭЦ) — Total economic value
UNCED	Конференция ООН по окружающей среде и развитию — United Nations Conference on Environment and Development
UNEP	Программа ООН по окружающей среде — United Nations Environment Programme
WOCAT	Всемирная база данных по устойчивому землепользованию — World Overview of Conservation Approaches and Technologies

Глава 1

ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

Буйволова А. Ю., Валентини Р., Васенев И. И., Красильников П. В.,
Прокофьева Т. В., Сорокин А. С.



© Лидия Цапко

1.1. Комплексный подход к оценке деградации почв

В соответствии с современными взглядами деградация природных ресурсов оценивается комплексно. Наиболее широко используемой схемой является подход DPSIR, разработанный Европейским агентством по окружающей среде (Доклад Европейской экономической комиссии, 2006). Данная методология предполагает системный анализ деградации окружающей среды и ее отдельных компонентов. В аббревиатуре D означает drivers, т. е. движущие силы, P — pressures, или непосредственные причины, S — state, или состояние, I — impacts, или воздействие на человека, и R — responses, или реакция общества на деградационные процессы. Этот подход применим и к почвам. К наиболее широко распространенным движущим силам деградации почв относятся рост

населения и изменение климата. Именно рост населения заставляет человека расширять площади земель, используемых в сельском хозяйстве, интенсифицировать земледелие и превышать нормы выпаса скота. При этом рост населения в локальном масштабе может быть связан с высокой рождаемостью, или с миграцией населения, или же с ростом городов, которым требуется все больше продуктов питания. В некоторых случаях дополнительная нагрузка на почвы связана с управленческими решениями, например с желанием государства и бизнеса увеличить производство сельскохозяйственной продукции, допустим, на экспорт.

Например, деградация почв в Центральной Азии в значительной степени была вызвана поставленной руководством СССР задачей полностью обеспечить страну хлопком. Под влиянием глобальных, региональных и локальных движущих

щих сил возникают непосредственные причины деградации почв, такие как перевыпас, ирригация минерализованными водами, изменение землепользования и тому подобное. Под действием указанных причин происходит деградация почв, состояние которой оценивается по ряду индикаторов, различающихся в зависимости от вида деградации почв. Обычно деградация почвенного покрова сказывается как на местных жителях, так и на обществе в целом. Обычный результат деградации почв — снижение их продуктивности, увеличение затрат на получение урожая, иногда снижение качества полученной продукции. Довольно часто это приводит к снижению качества жизни и к росту бедности сельского населения. В некоторых случаях при химическом и биологическом загрязнении полученные сельскохозяйственные продукты могут представлять непосредственную опасность для здоровья человека. Надо учитывать, что и в масштабе региона или страны деградация почв может привести к негативным последствиям. Наконец, должны анализироваться и ответы общества на деградацию почв. Конструктивная реакция — это оптимизация систем земледелия, проведение рекультивации и мелиорации деградированных почв. К сожалению, иногда общество идет по другому пути: забрасывает деградированные почвы и осваивает новые земли за счет естественных экосистем. На этом этапе следует апеллировать к лицам, принимающим решения, и убеждать их в долговременных убытках, связанных с нерациональными решениями в области поддержания почвенного плодородия. Вообще, использование подхода DPSIR облегчает принятие решений, связанных с деградацией почв, поскольку позволяет выявить глубинные причины последней и действовать на разные компоненты исследуемой причинно-следственной цепочки.

Деградация почв неизбежно уменьшает или уничтожает функции почв и тем самым их способность поддерживать экосистемные услуги, жизненно важные для благосостояния человека. Сведение к минимуму или устранение значительной почвенной деградации необходимо для поддержания услуг, предоставляемых всеми почвами, и существенно более эффективно с точки зрения затрат, чем восстановление почв уже после того, как произошла деградация почв. В некоторых случаях можно восстановить основные функции и вклад в экосистемные услуги почв, подвергшихся деградации, путем применения соответствующих восстановительных методов. Это увеличивает площадь, имеющуюся для обеспечения услуг, не требуя изменения землепользования (ФАО, 2015b).

Деградация почв в большинстве случаев идет при комбинированном воздействии природных

и антропогенных факторов, при этом антропогенное влияние создает предпосылки для резкой активизации природных воздействий. Разграничить влияние природных и антропогенных факторов деградации часто бывает достаточно сложно.

Основными глобальными движущими силами изменения почв являются рост населения и экономический рост. Хотя экономический рост в конечном счете может быть отделен от роста потребления ресурсов и образования отходов, он будет оставаться мощной движущей силой изменения почвы, по крайней мере, в течение следующих нескольких десятилетий. Наряду с движущими силами выделяют также связанные с ними важные факторы изменения почв, такие как образование, культурные ценности, гражданские конфликты, эффективность рынков и богатство или бедность землепользователей. XX век стал свидетелем необычайного роста населения и экономики, а также связанной с этим революции в сельском хозяйстве. В период с 1961 по 2020 г. население планеты выросло на 98%, но производство продовольствия выросло на 146%, а производство продовольствия на душу населения выросло на 24%. Урожайность сельскохозяйственных культур увеличилась более чем в 2 раза, и весьма примечательно, что площадь используемых пахотных земель увеличилась только на 8%. Пахотные земли на душу населения существенно сократились (с 0,45 до 0,25 га). Ключом к этому периоду был резкий рост сельскохозяйственного производства и прогресс в селекции сельскохозяйственных культур. Использование азотных удобрений увеличилось в 7 раз, фосфорных удобрений — в 3 раза, оросительной воды — в 2 раза. Ожидается, что население достигнет 9,6 млрд в 2050 г. и 10,9 млрд в 2100 г. Большая часть этого роста будет происходить в странах с низким уровнем дохода. Многие из этих стран (например, в Западной Африке) имеют бесплодные почвы и низкий уровень сельскохозяйственной продуктивности (FAO and ITPS, 2015). Оценки мирового спроса на продовольствие, основанные на этих демографических прогнозах и ожидаемых изменениях в питании, показывают, что производство в 2050 г. должно увеличиться на 40–70% по сравнению с 2010 г. (FAO and ITPS, 2015).

Однако стратегии XX в., которые просто увеличивают сельскохозяйственные ресурсы, проблематичны из-за последствий: глобальных выбросов парниковых газов, растущего дефицита ресурсов и ограниченной доступности дешевой воды. Население планеты также становится все более урбанизированным. Одним из следствий этого является повсеместное городское вторжение на качественные сельскохозяйственные земли. Скорость запечатывания грунта (например, постоянное покрытие поверхности почвы непро-

нищаемыми искусственными материалами, такими как асфальт и бетон, как правило, связанное с градостроительством и строительством инфраструктуры) в настоящее время является серьезной глобальной проблемой. По данным ООН, в 2014 г. 54% мирового населения проживало в городах. Кроме того, ожидается дальнейшая урбанизация всех регионов, и к 2050 г. 66% мирового населения, по прогнозам, будет городским (FAO and ITPS, 2015a). Изменение климата является еще одной мощной движущей силой изменения почв, поскольку оно оказывает текущее и ожидаемое воздействие на землепользование и управление земельными ресурсами. Влияние изменения климата на функционирование почв является самым большим источником неопределенности в любых прогнозах о тенденциях в ключевых экосистемных услугах, предоставляемых почвой. Изменение климата окажет значительное воздействие на почвенные ресурсы. Например, изменение водообеспеченности вследствие изменения количества и характера осадков и более высоких температур, которые влекут за собой более высокую потребность в испарении, будет влиять на скорость фактического испарения, подпитку грунтовых вод и образование стока в соответствии с местными условиями. Вызванные потеплением изменения температурного и влажностного режимов почвы могут увеличить скорость разложения органического углерода, связанного с почвой (SOC), а ускорение рисков эрозии и опустынивания может иметь усиливающуюся обратную связь с изменением климата (FAO and ITPS, 2015).

Движущие силы в целом включают факторы, вызывающие социально-экономические и экологические изменения. Они действуют на различных пространственных и временных уровнях общества. Они отличаются от одного региона к другому, а также внутри и между нациями. Движущие силы разнообразны по своей природе и включают в себя: демографию; экономические факторы; научно-технические инновации; рынки и торговлю; распределение богатства; институциональные и социально-политические рамки; системы ценностей; климат и изменение климата (UNEP, 2007; IAASTD, 2009). Движущие силы оказывают воздействие на природные ресурсы, включая почвенные услуги и функции, на биоразнообразие, здоровье окружающей среды и, в конечном счете, на благосостояние человека. Глобализация особенно повлияла на эти факторы, что привело к увеличению мобильности людей, связанному с социальными, экономическими и экологическими последствиями. Модели расселения и потребления приводят к давлению на экосистемные услуги, в том числе предоставляемые почвами. Миграция между сельскими и городскими

ми районами и связанные с этим изменения условий жизни способствуют изменению структуры потребления энергии и сдвигам в рационе питания, например в сторону мяса, что может усилить нагрузку на землю и почвы в производящих районах (UNEP, 2012). Кроме того, изменение климата может оказывать значительное воздействие на почвенные ресурсы в результате изменения водообеспеченности и влажности почвы, а также повышения уровня моря (IPCC, 2014b).

1.1.1. Рост населения и урбанизация

Ожидается, что к 2050 г. население земли достигнет 9,6 млрд, а к 2100 г. вырастет до 10,9 млрд (United Nations, 2014). Население Европы, по прогнозам, сократится, поскольку уровень рождаемости в долгосрочной перспективе намного ниже уровня замещения населения. По мере снижения рождаемости и увеличения ожидаемой продолжительности жизни старение населения становится проблемой для Европы. Другие развивающиеся страны с молодым населением, но более низкой рождаемостью (например, Китай, Бразилия и Индия) также, вероятно, столкнутся с проблемами старения общества к концу этого столетия (Gerland *et al.*, 2014).

В тандеме с темпами прироста населения идет рост темпов урбанизации. По данным ООН, к 2014 г. в городах проживало больше людей (54%), чем в сельской местности. Ожидается, что тенденция урбанизации сохранится во всех регионах, и к 2050 г. 66% населения мира будет проживать в городах. Сегодня наиболее урбанизированными регионами являются Северная Америка (82%), Латинская Америка и Карибский бассейн (80%) и Европа (73%). Однако Африка и Азия в настоящее время являются наиболее быстро урбанизирующимися регионами, причем доля урбанизированного населения, как ожидается, вырастет с нынешних 40 и 48% соответственно до 56 и 64% к 2050 г. Если в прошлом мегаполисы располагались в более развитых регионах, то сегодня крупные города находятся в основном в странах с низким уровнем дохода. С 1990 г. число таких мегаполисов в мире почти утроилось, и к 2030 г. в мире, по прогнозам, будет 41 глобальная агломерация, в каждой из которых будет проживать более 10 млн человек. В развивающихся странах конкуренция между спросом на сельскохозяйственные земли и потребностями растущих городов становится все более сложной проблемой (Jones *et al.*, 2013).

В настоящее время численность сельского населения в мире приближается к 3,4 млрд человек, но ожидается, что к 2050 г. она сократится до 3,2 млрд. Миграция из сельских районов в города продолжает подпитывать рост городов, вызы-

вая экологические изменения, включая воздействие на землепользование и почвы. Земельная политика и нищета также создают угрозу для земель и почв. Многие сельские бедняки живут в условиях слабой земельной политики и ненадежных систем землевладения. Они часто обрабатывают маргинальные земли с низкой сельскохозяйственной продуктивностью, как правило, используя традиционные методы ведения сельского хозяйства. Это может усугубить деградацию почв и сокращение биоразнообразия, что приведет к потере урожая и отсутствию продовольственной безопасности (Jones *et al.*, 2013; Barbier, 2013). Кроме того, захват земель может привести к выселению фермерских семей, для которых миграция из сельской местности в город может быть единственным вариантом, что ускорит темпы урбанизации (Holdinghausen, 2015).

1.1.2. Образование, культурные ценности и социальная справедливость

Образование влияет на принятие решений в области землепользования и землеустройства. Решения фермеров обусловлены многими факторами, включая стимулы, доступ к капиталу и управление рисками, а также знаниями и уровнем образования, которые могут влиять на практику землепользования и управления земельными ресурсами (МА, 2005). Землепользование и управление земельными ресурсами зависят от общей суммы всех решений, принимаемых отдельными фермерами различных образовательных и гендерных групп в общине (IAASTD, 2009).

Женщины играют важную роль в сельском хозяйстве. Они составляют 43% рабочей силы сельского хозяйства во всем мире, их число варьируется от примерно 20% в Латинской Америке до 50% в некоторых частях Африки и Азии (FAO, 2011b). Женщины отвечают за половину мирового производства продовольствия, обеспечивая от 60 до 80% продовольствия в большинстве развивающихся стран (World Bank/FAO/IFAD, 2009). Однако имеющиеся данные свидетельствуют о том, что женщины по-прежнему владеют меньшим количеством земли и имеют меньшие землевладения с плохим качеством почвы. Улучшение доступа женщин к земле и гарантированному землевладению может оказать прямое воздействие на продуктивность фермерских хозяйств и в долгосрочной перспективе повысить благосостояние домашних хозяйств (FAO, 2013). База данных FAO по гендерным вопросам и земельным правам (2010) свидетельствует о том, что менее одной четверти сельскохозяйственных земельных владений в развивающихся странах управляются женщинами.

1.1.3. Рынок земли

Сегодня земля используется интенсивнее, чем когда-либо. Расширение рынков, рост численности населения, экономическое развитие и рост доходов населения привели к росту спроса на землю как для сельского хозяйства, так и для поселений, что привело к беспрецедентным изменениям в землепользовании. Наиболее значительные изменения произошли в сокращении лесного покрова, расширении и интенсификации пахотных земель, а также в урбанизации (UNEP, 2007). Производство сельскохозяйственных культур и животноводческой продукции для рынков имеет основополагающее значение для экономики многих стран. Одним из новых сегментов рыночного производства является биотопливо, где стимулы укрепились в результате более высоких и неустойчивых цен на нефть, а также в связи с тем, что ряд стран ввели политику поощрения использования возобновляемых источников энергии (Rulli *et al.*, 2013). Северная Америка лидирует в мировом производстве биотоплива, занимая 48% мирового рынка. Вторым по величине производителем биотоплива является Бразилия, производящая 24% мирового биотоплива (OECD/FAO, 2011). Рост производства биотоплива ведет к увеличению масштабов обезлесения и других изменений в землепользовании.

Экономисты широко признают, что, когда рынки земли функционируют эффективно, возникающие в результате этого модели землепользования обеспечивают обществу максимально возможные выгоды. Однако результаты эмпирических исследований показывают, что функционирование земельных рынков во многих развивающихся странах является неэффективным, а результирующие модели землепользования являются неоптимальными (Food Policy, 2011). Среди причин неэффективности были названы следующие:

- а) отсутствие четко определенных прав собственности (Allen, 1991; Alston, Libecap and Schneider, 1995; Besley, 1995);
- б) более высокая переговорная власть, осуществляемая различными группами покупателей (Sengupta, 1997; Ghebru and Holden, 2012);
- в) отсутствие или недостаточное функционирование страховых рынков для поглощения рисков и неопределенностей в природной среде (например, изменение климата) (Dayton-Johnson, 2006; Auffret, 2003);
- г) и внешние экологические факторы, такие как эрозия почвы.

Изымание земель — крупномасштабное приобретение земель — началось первоначально в ответ на рост цен на продовольствие в 2007–2008 гг. С тех пор это явление усилилось (IMF,

2008). Иностранные государства и компании, а также национальные инвесторы, зачастую при поддержке национального правительства, рассматривают землю как привлекательный актив для удовлетворения потребностей в продовольствии и энергии. Опыт Африки, Восточной Европы, Южной Америки, Южной и Юго-Восточной Азии показал, что в нерегулируемых условиях такой «захват земли» может привести к вытеснению местных фермеров (Rulli *et al.*, 2013). Поскольку плодородная земля является ограниченным ресурсом, конкуренция за нее может привести к росту бедности, насилия и социальных беспорядков в странах со слабой системой регулирования или дисбалансом власти (Nolte and Ostermeier, 2015).

В последние годы большие площади пахотных земель были куплены или арендованы, главным образом, в развивающихся странах. По данным базы данных глобальной обсерватории Land Matrix, с 2000 г. было заключено более 1000 земельных сделок с участием иностранных инвесторов на площади 39 млн га, а еще 200 сделок — на площади 16 млн га. Основной движущей силой крупных земельных приобретений по-прежнему остается сельскохозяйственное производство, где большинство сделок приходится на производство продовольственных культур и животноводство, за которым следует биотопливо как второй по значимости драйвер, а также лесные проекты. Другие приобретения были связаны с расширением городов, добычей полезных ископаемых, инфраструктурными проектами и туризмом (Nolte and Ostermeier, 2015).

В дополнение к этим коммерческим сделкам с землей политические меры по адаптации к изменению климата и смягчению его последствий привели к рыночным подходам, которые придают большое значение экосистемным услугам. В этом контексте речь идет о выделении земель для экологических целей, например для компенсации выбросов в промышленно развитых странах Севера путем защиты лесов на Юге. Эти подходы на практике иногда требовали ограничения обычных или общинных прав доступа к лесам и воде. В других случаях эти подходы способствовали переходу мелких фермеров от натурального хозяйства и товарного растениеводства к секвестрации углерода (UNEP, 2012). Ряд проектов, направленных на улучшение здоровья почв и связывание углерода в Африке, направлены на то, чтобы принести пользу отдельным фермерам и в то же время смягчить последствия изменения климата. Эти новаторские проекты столкнулись с проблемами реализации, включая высокие удельные затраты, небольшие размеры земельных участков и слабые права землевладения. Кроме того, система стимулирования была

ослаблена небольшим размером денежных выплат, которые проекты могут предложить для секвестрации углерода, из-за низкой стоимости углеродных кредитов и периодической волатильности рынка на международных добровольных углеродных рынках. Тем не менее неуглеродные выгоды, полученные от этих проектов, такие как повышение производительности сельского хозяйства за счет устойчивого управления земельными ресурсами и здоровья почв, а также укрепление солидарности общин являются важными результатами, которые должны быть приоритетными в будущих проектах (Shames, 2013).

1.1.4. Экономический рост

Экономический рост и урбанизация приносят огромные выгоды человечеству, но также способствуют неустойчивым моделям потребления. Они могут привести к повышению уровня выбросов в горнодобывающей промышленности, обрабатывающей промышленности, сточных водах, энергетике и транспорте и к последующему выбросу стойких загрязнителей на сушу, в воздух и воду (UNEP, 2012). Ожидается, что к 2050 г. население земного шара будет в целом более богатым и урбанизированным, что приведет к увеличению и изменению потребления и спроса на продовольствие и, следовательно, к повышению риска загрязнения окружающей среды. В развивающихся странах производство животноводческой продукции уже растет быстрыми темпами в результате структурных изменений в рационе питания и потреблении. ФАО прогнозирует, что общий спрос на продукты животного происхождения будет расти более чем вдвое быстрее, чем спрос на продукты растительного происхождения, такие как зерновые культуры (FAO, 2011a). Это приведет к расширению земель, предназначенных для животноводства, как пастбищного, так и кормового производства. В развивающихся странах потребуются сложные решения по вопросу о компромиссах между сохранением природных экосистем и экономическим развитием. В любом случае, вполне вероятно, что расширение сельскохозяйственного производства и производство биотоплива будут продолжать вызывать обезлесение, а следовательно, деградацию почв, загрязнение земли и воды и увеличение выбросов парниковых газов (FAO, 2003; Alexandratos and Bruinsma, 2012).

Несмотря на улучшение темпов роста доходов во многих странах, нищета и доступ к продовольствию остаются проблематичными. В 2019 г. число голодающих в мире составило 690 млн, что на 10 млн больше, чем в 2018 г. За последние пять лет это число выросло на 60 млн, указывается

в докладе (ФАО, 2019a). Всего голодают 8,9% населения планеты. К 2030 г. число голодающих может возрасти до 840 млн в случае, если будут сохраняться нынешние тенденции. Повышение цен на сырьевых рынках в последние годы продемонстрировало, как ценовые шоки могут спровоцировать затяжные кризисы, ведущие к отсутствию продовольственной безопасности, среди наиболее уязвимых групп населения (ФАО, 2019b). Глобальные повестки дня, такие как Цели устойчивого развития и Повестка дня на период после 2015 г., утверждают, что рациональное природопользование и устойчивое управление природными ресурсами предоставляют возможности для уменьшения неравенства при одновременном увеличении производства товаров и услуг. Однако это сложная повестка дня, поскольку связи между человеческим благосостоянием и природными ресурсами, включая почву, зависят от целого ряда факторов, включая экономическое богатство, торговлю, технологию, гендерную проблематику, образование и т.д. Превращение этих возвышенных тем в реальную политику и программы по справедливому и устойчивому сокращению масштабов нищеты остается ключевой задачей развития на предстоящие десятилетия (UNEP, 2007).

1.1.5. Изменение климата

Компиляция новейшей климатологической информации (WMO *et al.*, 2020) показывает, что концентрации основных парниковых газов — CO_2 , CH_4 и N_2O — продолжали расти в 2019 и 2020 гг., а общее сокращение выбросов в 2020 г. приведет к небольшому снижению ежегодного прироста атмосферных концентраций долгоживущих парниковых газов. Но для стабилизации глобального потепления необходимо устойчивое сокращение выбросов.

Глобальные выбросы ископаемого CO_2 достигли нового рекордного уровня в 36,7 гигатонн (Гт) в 2019 г., что на 62% выше, чем в 1990 г. Выбросы CO_2 сократятся в 2020 г. из-за политики локализации, введенной во многих странах. В апреле ежедневные выбросы CO_2 были примерно на уровне 2006 г., а в целом выбросы в 2020 г., по оценкам, снизятся на 4–7% по сравнению с уровнем 2019 г. Глобальные выбросы CH_4 в результате деятельности человека продолжали расти за последнее десятилетие.

Существует растущая вероятность, что годовая глобальная средняя температура вблизи поверхности временно будет на $1,5^\circ\text{C}$ выше доиндустриального уровня 1850–1900 гг., составит ~20% в течение пятилетнего периода, заканчивающегося в 2024 г. Существует высокий риск необычных региональных осадков в течение это-

го периода, причем некоторые регионы испытывают растущий риск засухи, а другие — повышенный риск, связанный с обильными осадками. В течение следующих 5 лет Арктика, по прогнозам, будет продолжать нагреваться более чем в 2 раза быстрее, чем в целом по миру.

1.1.6. Военные действия и гражданские беспорядки

В ходе истории произошло много конфликтов из-за плодородных земель. До XXI в. большинство этих конфликтов носили локальный характер и оказывали относительно незначительное воздействие на саму почву. Однако современная война использует неразлагаемое оружие уничтожения и химические вещества, которые могут оставаться в нарушенных почвах в течение столетий после конфликта. Воздействие войны и гражданской войны на окружающую среду в целом и на почву в частности является как прямым физическим, так и косвенным социально-экономическим. Прямое физическое воздействие войны на почвенные ресурсы включает в себя оружие и бомбы, остающиеся в почве, разрушение сооружений с последующей деформацией рельефа, тяжелый военный транспорт, приводящий к уплотнению, и химическое распыление, приводящее к загрязнению как почв, так и грунтовых вод. Социально-экономические последствия войны включают оставление мест обитания и перемещение большого числа беженцев в безопасные регионы, что приводит к давлению на окружающую среду и почву в принимающих районах (Owona, 2008). Обширные районы мира все еще страдают от последствий прошлых и нынешних военных событий.

1.2. Тематический пример: Центральная Азия

Независимость от СССР в 1991 г. привела к тому, что республики Центральной Азии (ЦА) — Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан — остались один на один с серьезными вызовами в части управления земельными ресурсами и вытекающими из этого экономическими, социальными и экологическими кризисами. Будучи движимыми историческим развитием оросительных проектов, по большей части нежизнеспособные увеличения поголовья скота и трансформация сельскохозяйственных земель оказали негативное воздействие на государства и стоимость (ценность) земли в регионе. Распад Советского Союза привел к массовой деколлективизации сельского хозяйства по всей Центральной Азии, когда были упразднены быв-

шие централизованные режимы коллективного управления землями. Реорганизация границ и приоритетов быстро привела к трансформации природных ландшафтов и традиционных земель под паром в сельскохозяйственные и промышленные ландшафты, на которых преобладали бессеменные посевы, неэффективное управление водными ресурсами и повышение поголовья скота, выпас которого теперь осуществлялся на тех же пастбищах круглый год, заменив традиционное отгонное животноводство на сезонных пастбищах. В результате установления планового управления земельными ресурсами, которое по понятным причинам было сосредоточено на экономическом росте, но не основывалось на долгосрочных, устойчивых стратегиях, земля становится в опасной степени обедненной при все более растущих нагрузках на нее и потребностях людей.

Из почти 400 млн га в регионе две трети являются засушливыми районами с экстремальными биофизическими ограничениями аридного и континентального климата, уязвимые к даже небольшим нагрузкам, что, в свою очередь, существенно затрагивает местное население. В этих районах преобладает суровая зима и очень жаркое лето, что неплохо описано в соответствующей литературе (Pauw, 2007; Gupta *et al.*, 2009; Mirzabaev *et al.*, 2016; Robinson, 2016). Растительный покров отражает тенденции осадков: на юго-западе Туркменистана и Узбекистана выпадает 150 мм и меньше, в северных степях этот показатель возрастает до 400 мм, а в горных районах на востоке Казахстана, в Таджикистане и Кыргызстане — до 800 мм, особенно в районах, в которых присутствуют редкие леса.

В ЦА деградация земельных ресурсов в существенной степени затрагивает население сельской местности, которое наиболее уязвимо в отношении бедности и безработицы; его выживание напрямую зависит от того, что ему обеспечивает земля. Сельское хозяйство остается основным источником доходов для сельского населения, рассмотренного в рамках этих исследовательских примеров, включая животноводство (Казахстан, Кыргызстан, Туркменистан и в меньшей степени Таджикистан и Узбекистан), продукцию леса (Кыргызстан), маломасштабное сельское хозяйство (Казахстан, Таджикистан) и производство волокна (Таджикистан, Узбекистан).

В Казахстане широкое преобразование природных степных ландшафтов и земли под паром в сельскохозяйственные и промышленные объекты с 1950-х гг., а также высокая нагрузка на хвойные и саксаульные леса привели к снижению качества лесного фонда и продуктивности земель, особенно в пустынных районах вокруг населенных пунктов и крупных городов (Bayzakov and Toktasynov, 2016). Более 48 млн га земли и до

36% лесов подверглись деградации. Это привело к снижению плодородности почвы почти на 30–60% от ветряной и водной эрозии, а также сильных пылевых бурь, которые в некоторые годы накрывали до 9 млн га площади.

Высокогорные пастбища Кыргызстана претерпели существенную деградацию после того, как практика пастбищеоборота, реализованная в советское время, была упразднена, а также по причине деградации инфраструктуры, что снизило поддержку отгонного животноводства. Деградации подверглось уже 30% пастбищ (Penkina, 2004), причем в силу увеличения производства продукции животноводства ожидается последующее увеличение (неконтролируемого) выпаса скота на пастбищных землях, особенно на летних пастбищах.

В Таджикистане сокращение производства сена и повышение поголовья скота в частном владении, при том что большинство пастбищ остается в государственном управлении, внесло своеобразный вклад в возникновение интенсивных нагрузок на пастбищные земли (Shukarov *et al.*, 2016). Такое повышение нагрузок привело к тому, что 89% летних пастбищ и 97% зимних пастбищ страдает от эрозии — от средней до высокой степени — в результате неконтролируемого выпаса (Bann *et al.*, 2012). В работе Bann *et al.* (2012) по Таджикистану было рассчитано, что ежегодные потери доходов от деградации земельных ресурсов составили до 442 млн долларов США, или 7,8% ВВП в 2010 г., составившего 5,6 млрд долларов США.

В Туркменистане 70% всех пастбищ подверглись той или иной степени деградации, при этом более 96% орошаемых территорий страны подверглись засолению (United Nations, 2012). Более половины пустынных пастбищ затронуты деградацией, что резко снизило их продуктивность (Murad and Mamedov, 2016).

В Узбекистане несоответствующая оросительная практика, включая избыточный полив, слив дренажной воды в пустынные низменности, привела к тому, что половина всех орошаемых площадей подверглась засолению (2,2 млн га в 2007 г.). В очагах деградации доля засоленных территорий составляет от 50 до 100% всех орошаемых земель.

Социально-демографические процессы представляют собой зеркальное отражение геополитических и геоэкономических процессов развития региона ЦА и Казахстана. Поэтому вместе с анализом сложного экономического положения в этих странах именно исследование сложившейся ситуации и трендов в данной сфере представляется актуальным для формирования эффективной системы макроэкономических регуляторов. Понимание сущности социально-демографиче-

ских процессов позволяет оценить потенциал региональной интеграции этих стран в различные проекты с целью повышения уровня благосостояния населения (Мигранян, 2016).

Среди стран Центральной Азии самым многочисленным по населению является Узбекистан. По данным Межгосударственного статистического комитета СНГ, на начало 2020 г. в республике проживает 33,9 млн человек. В Казахстане зарегистрировано 18,6 млн жителей, в Таджикистане — 9,3 млн граждан, в Кыргызстане — 6,5 млн человек (МГСК СНГ, 2019).

В большей степени выросла плотность населения в Таджикистане. В целом ежегодный прирост населения по региону составлял 1,5–2% за весь период, отрицательный темп роста населения был только в Казахстане в 1990–2002 гг., что вызвано большим оттоком русскоязычного населения. В остальных странах миграционный отток компенсировался высоким уровнем рождаемости, что характерно для стран с бедным населением; в целом же естественный прирост населения стал увеличиваться постоянно во всех странах региона с 2005 г. (что соответствует тенденции повышения экономического роста).

Суммарный коэффициент смертности на 1000 человек снизился с 10,2 в 2005 г. до 8 в Казахстане, с 7,8 до 6 в Кыргызстане, с 4,8 до 4 в Таджикистане и с 4,9 до 4,5 в Узбекистане, что обусловлено улучшением доступности и качества медицинских услуг и ростом доходов населения. Основной причиной смертности являются болезни системы кровообращения, в Кыргызстане — еще и туберкулез (Cisstat, 2015. URL: <http://www.cisstat.com/>).

Высокий уровень рождаемости для стран региона скорее является условием естественного отбора населения в условиях бедности, чем достижением уровня благосостояния. Коэффициент демографической нагрузки (доля населения старше 65 лет и до 14 лет на одного трудоспособного) сократился в 1992–2015 гг. на 16% в Казахстане, в Кыргызстане — на 27%, в Таджикистане — на 34%, Туркменистане — на 40% и в Узбекистане — на 39% (World Economic Outlook, 2015). Уменьшение этого показателя носит двоякий характер: с одной стороны, оно означает снижение бремени (фискального и общего уровня расходов) постоянно работающих, а с другой — сокращение жизненного цикла и роста активного населения, что при условиях неэффективной экономики чревато ростом трудоизбыточности и социальной напряженности.

Большое влияние на рассмотренные показатели оказывает уровень урбанизации населения, так как явно прослеживается закономерная тенденция: с повышением урбанизации растет доступ к медицинскому обслуживанию и экономи-

ческая независимость женщин, что увеличивает регулируемость (планирование) рождаемости. Поэтому показатель роста городского населения рассматривается как признак роста качества жизни населения. Во всех странах, кроме Туркменистана, наблюдалось снижение городского населения по сравнению с 1992 г., что обусловлено потерей индустриализации, изменением отраслевого баланса и высоким уровнем миграции среди населения (Мигранян, 2016).

По итогам 2015 г. показатель доли урбанизации по сравнению с 1992 г. достиг в Казахстане 50,66%, Кыргызстане 34,31%, Таджикистане 27,19%, Туркменистане 50,04%, Узбекистане 36,14% (Всемирный банк, 2015. URL: <https://www.vseмирnyjbank.org/ru/home>).

При этом уровень рождаемости среди городского населения на 10 пунктов меньше, чем в сельской местности. По данным официальной статистики, в структуре населения по половому признаку сохраняется незначительное превышение доли женщин над мужчинами в пределах 1–1,5% (за исключением Таджикистана и Узбекистана). Возрастная структура стран региона различна.

Так, Казахстан считается страной, имеющей население на пороге старости (доля населения старше 65 лет в 2015 г. — 7%), Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан — страны с молодым населением (доля населения старше 65 лет в 2015 г. — 3%) (Cisstat, 2015. URL: <http://www.cisstat.com/>), средняя продолжительность жизни в регионе 70–71 год.

Все страны региона относятся к странам с молодым населением; по показателю медианного возраста Таджикистан имеет самое молодое население по возрасту — 20 лет, далее: Кыргызстан — 23; Узбекистан — 26; Казахстан — 28 лет (для сравнения: в ЕС — 41 год). Таким образом, показатели демографии в регионе демонстрируют рост населения из-за высокой рождаемости, при сохранении высокой смертности в целом, в частности показателя младенческой смертности. Улучшение показателей демографии непосредственно зависит от состояния социальной системы, т.е. улучшения качества жизни населения.

Определяющим фактором для уровня жизни является доля (численность) трудоспособного населения. В Кыргызстане она составила 45,9% от общего числа населения, в Казахстане — 53%; в Туркменистане — 43,7%; в Таджикистане — 45,3% и в Узбекистане — 45,5% (Cisstat, 2015. URL: <http://www.cisstat.com/>). В росте численности трудоспособного населения определяющими факторами являются темпы и качество развития экономики. В странах ЦА обеспечение рабочими местами растущего населения происходило в основном за счет расширения сферы услуг, малого

и среднего предпринимательства. Уровень предпринимательской активности (свобод) в странах региона оценивается, по данным Всемирного банка с 2003 г. (по системе исходя из 10 баллов), в 2013 г.: в Казахстане самый высокий — 9 баллов (наблюдается существенный прогресс с 2003 г. — 5 баллов); в Кыргызстане — стабильно на уровне 7 баллов; в Таджикистане — тоже высокий, 8 баллов (с 0 в 2003 г.); в Узбекистане — 7 баллов (Всемирный банк, 2015. URL: <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/home>). То есть потенциал использования организации самозанятости во всех республиках Центральной Азии высокий, независимо от уровня развития бизнес-среды и предпринимательских свобод.

Самый высокий уровень самозанятых (работающих не по найму) в Кыргызстане — 57% в 2002 г. и 43% в 2013 г., в Казахстане — 40–30% в 2007–2013 гг., в Таджикистане — 47,8% в 2007 г. (URL: <https://www.stat.tj/ru>). Уровень самозанятых имеет тенденцию к сокращению, особенно в 2014–2015 гг., в Кыргызстане и Казахстане в связи с экономическим спадом, ужесточением условий взаимной торговли после введения требований технического регламента и единых правил таможенного регулирования в ЕАЭС. Наблюдается явная тенденция концентрации занятости на крупных предприятиях и по найму, что обусловлено большей финансовой устойчивостью крупного бизнеса в период кризисов и ростом темпов индустриализации в Казахстане.

Уровень безработицы реально сократился только в Казахстане с 11,4% в 1992 г. до 4,1% в 2015 г., т.е. на 36%, в остальных странах сокращение незначительное — на 4–6% за весь период. В Туркменистане, Таджикистане и Узбекистане данные Всемирного банка показывают высокий уровень безработицы — выше 10% (10,5, 10,9 и 10,6% соответственно) в 2015 г., в Кыргызстане — 8,1% (Всемирный банк, 2015), за счет благоприятных условий миграции в Российскую Федерацию.

Однако проблемы обеспечения занятости остаются актуальными для всех стран региона, так как уровень доходов и дифференциация по ним среди населения чрезвычайно большая.

Движущие силы деградации представляют собой все более значимый вопрос, который нужно прорабатывать незамедлительно на уровне государственных органов с целью установления долгосрочных устойчивых стратегий управления земельными ресурсами для роста экономики и благосостояния людей. Часть этих стратегий обязательно включает в себя понимание биофизического аспекта — науки — вне изменений в землепользовании, однако лицам, принимающим решения, также необходимо понимание экономических результатов и последствий планирования управления земельными ресурсами, чтобы

принимать решения, которые бы оптимальным образом отражали наиболее выгодные сценарии как в экономическом, так и в экологическом смысле.

1.3. Прогнозируемые климатические изменения и агроэкологические оценки для Евразийского региона

Разработанная для Евразийского региона прогнозная модель СМСС является регионально детализированной (с размером раstra в 0,5°) версией базовой модели GCM СМСС-СМ (0,75°), рассчитанной по нормативной динамике парниковых газов с выходом к концу XXI в. на повышение среднепланетарной температуры в пределах 1,7–3,2°C (сценарий RCP 4.5) и 3,2–5,4°C (сценарий RCP 8.5).

Согласно выполненным на суперкомпьютере СМСС расчетам даже усредненные для 45-летних периодов данные изменения среднегодового количества осадков на территории Евразийского региона в 2006–2050 гг. (рис. 1.3-1) и в 2056–2100 гг. (рис. 1.3-2) в сравнении с 1961–2005 гг. показывают хорошо выраженный тренд устойчивого повышения общего количества осадков не менее чем на 10% на основной части территории Российской Федерации и в значительной части регионов стран Центральной Азии — с региональными вариациями в зависимости от скорости глобального потепления.

Во второй половине XXI в. (рис. 1.3-2) эта тенденция отчетливо проявляется и на основной части территории Центральной Азии, а в районах выше 54–60° северной широты может наблюдаться увеличение количества осадков более чем на 25%, что резко контрастирует с прогнозируемыми условиями для регионов Северного Кавказа и Южного Кавказа. Для этой части Евразийского региона прогнозируется и менее значительный (почти в 2 раза) рост температуры воздуха (рис. 1.3-3 и 1.3-4), что очень важно на фоне преобладающего на основной части Евразийского региона повышения средней для первой половины XXI в. температуры воздуха не менее чем на 1,5–2°C (см. рис. 1.3-3).

Во второй половине XXI в. на основной части Евразийского региона согласно модели СМСС прогнозируются усредненные для 45-летнего периода значения повышения температуры воздуха уже не менее чем на 2°C или даже 4°C (в зависимости от реализуемого сценария — см. рис. 1.3-4).

Прогнозируемые IPCC (IPCC, 2013; Shukla *et al.*, 2019) доминирующие в XXI в. многолетние тренды глобального изменения климата могут привести к значительному снижению (до 10–20% и

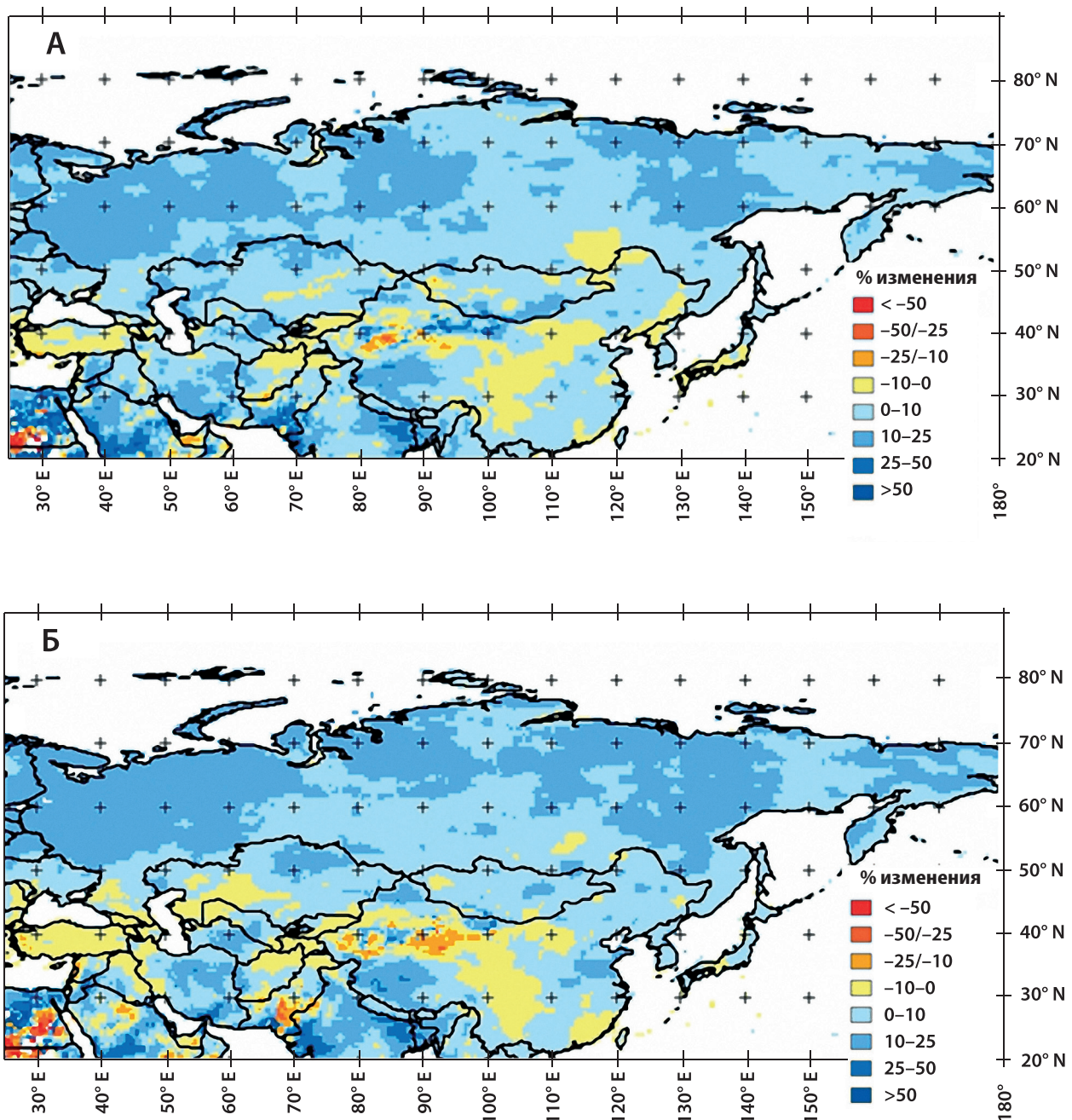


Рисунок 1.3-1. Прогноз выраженного в относительных процентах изменения среднегодового количества осадков на территории Евразийского региона в 2006–2050 гг. в сравнении с 1961–2005 гг. (Valentini, Vasenev, 2015) (по данным модели CMCC согласно сценариям IPCC: А — RCP 4.5, Б — RCP 8.5)

более — рис. 1.3-5) средней урожайности выращиваемых на богаре сельскохозяйственных культур в большинстве регионов их массового современного производства вследствие постепенного обострения общей и внутрисезонной засухливости климата (Di Paola *et al.*, 2018; Шоба и др., 2019) — на фоне устойчивого роста среднегодовой температуры воздуха и растущей пространственно-временной изменчивости осадков

(Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата, 2020).

Возрастающий при этом сезонный дефицит доступной растениям почвенной влаги часто сопровождается отчетливо выраженным снижением региональных запасов качественной пресной воды, доступной для орошения (рис. 1.3-6), что в целом характерно для большинства районов Юж-

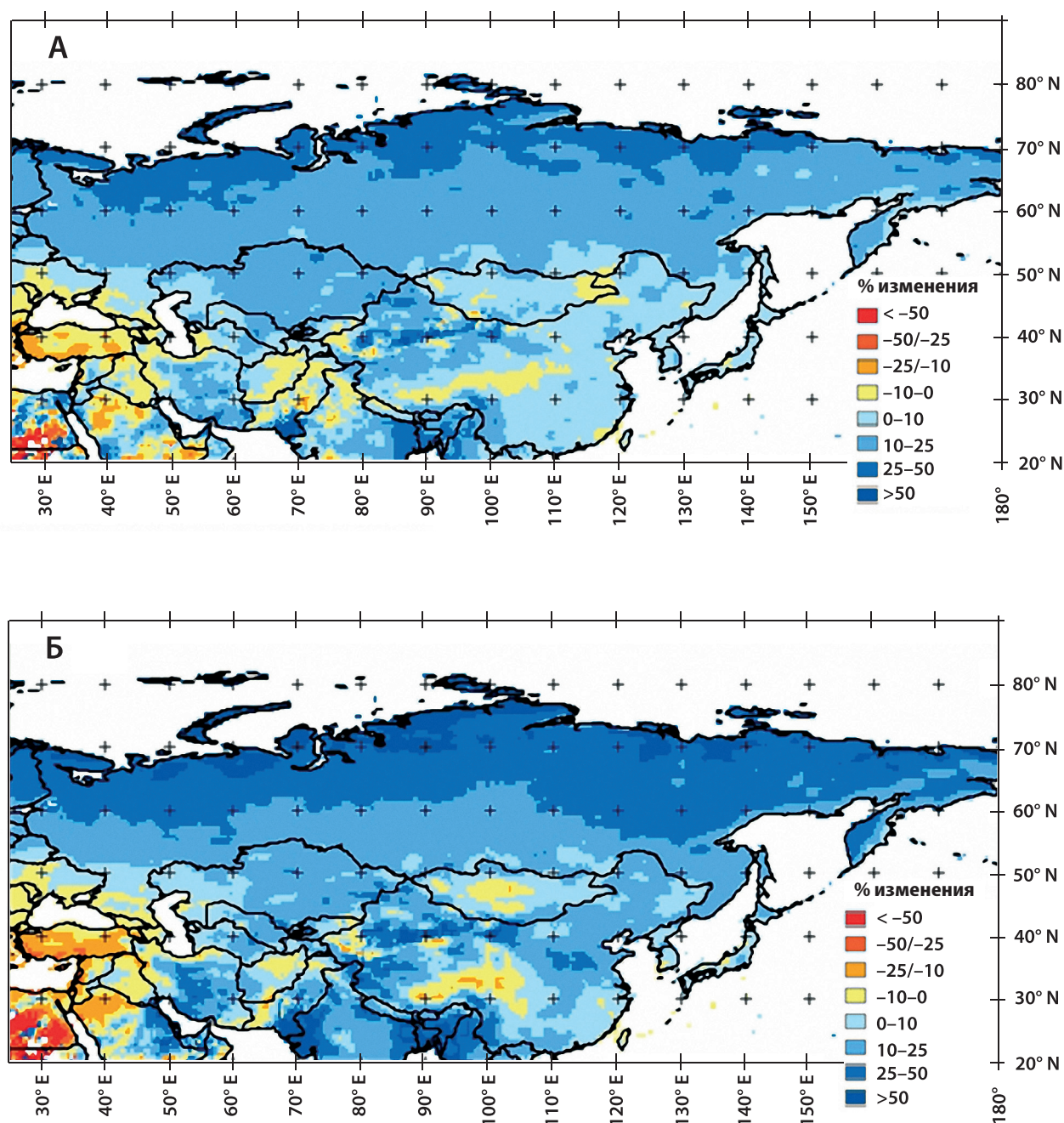


Рисунок 1.3-2. Прогноз выраженного в относительных процентах изменения среднегодового количества осадков на территории Евразийского региона в 2056–2100 гг. в сравнении с 1961–2005 гг. (Valentini, Vasenev, 2015) (по данным модели CMCC согласно сценариям IPCC: А — RCP 4.5, Б — RCP 8.5)

ного и Северо-Кавказского федеральных округов Российской Федерации, части государств и отдельных регионов ЦА и Южного Кавказа (Трифонов, 2016; Сафарова, Хасанханова, 2016; Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата, 2020).

На этом фоне ресурсный агроэкологический потенциал основной части территории Россий-

ской Федерации и значительной части регионов Центральной Азии и Южного Кавказа может существенно улучшиться от доминирующего тренда глобального потепления (Valentini, Vasenev, 2015) благодаря увеличению продолжительности вегетационного периода, суммы активных температур и формированию более мягких климатических условий, а также прогнозируемому в динамических моделях CMCC (Valentini, Vasenev,

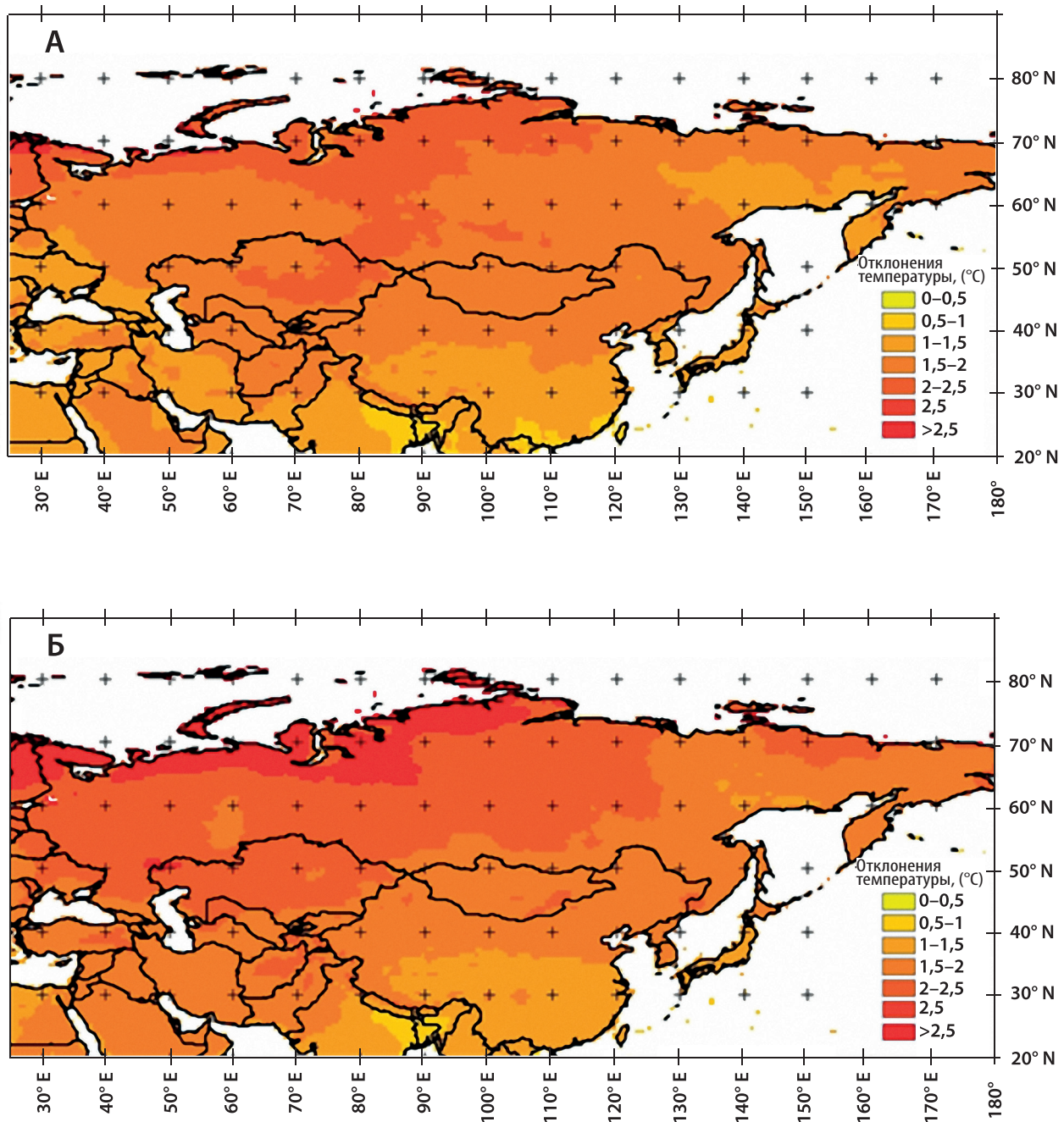


Рисунок 1.3-3. Прогноз изменения среднегодовых температур воздуха на территории Евразийского региона в 2006–2050 гг. в сравнении с 1961–2005 гг. (Valentini, Vasenev, 2015) (по данным модели CMCC согласно сценариям IPCC: А — RCP 4.5, Б — RCP 8.5)

2015), IPCC (Shukla *et al.*, 2019), Росгидромета (Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата, 2020) регионально дифференцированному росту годового количества осадков (рис. 1.3-5 и 1.3-6).

С учетом параллельно идущих изменений среднегодового количества осадков (рис. 1.3-5 и 1.3-6) это означает существенное изменение об-

щих площадей сельскохозяйственных земель, пригодных по агроклиматическим условиям для выращивания таких традиционно важных для Евразийского региона культур, как пшеница и картофель. Границы потенциально пригодных для выращивания пшеницы земель будут постепенно смещаться к северо-востоку (рис. 1.3-7), что особенно важно с учетом прогнозируемого снижения средней урожайности зерновых в основ-

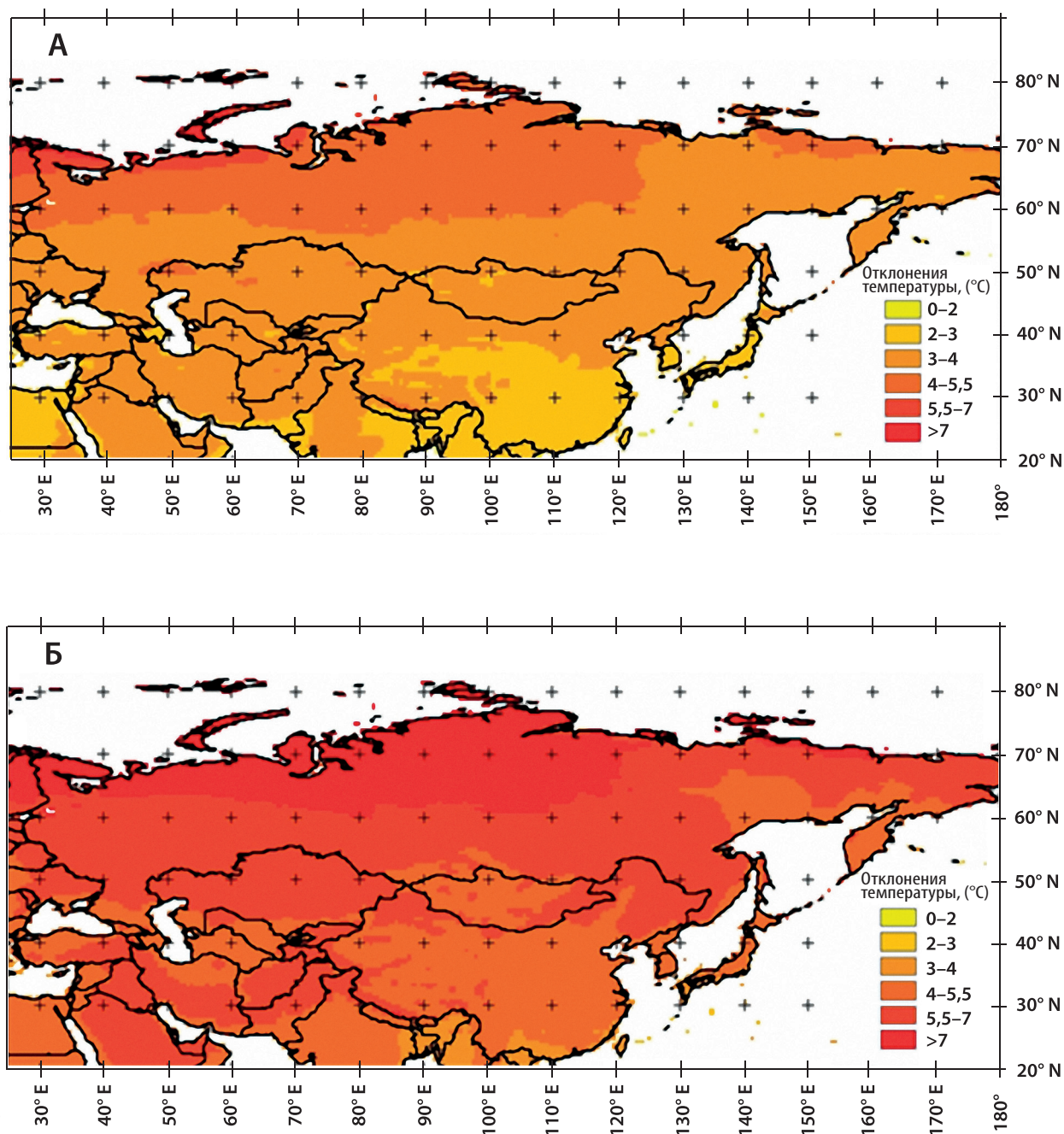


Рисунок 1.3-4. Прогноз изменения среднегодовых температур воздуха на территории Евразийского региона в 2056–2100 гг. в сравнении с 1961–2005 гг. (Valentini, Vasenev, 2015) (по данным модели CMCC согласно сценариям IPCC: А — RCP 4.5, Б — RCP 8.5)

ной части субтропических и тропических регионов мира (рис. 1.3-5 и 1.3-6).

Северные границы агроклиматически потенциально пригодных для выращивания картофеля земель также постепенно будут смещаться к северо-востоку, но в этом случае прогнозируется и существенное сокращение агроклиматически пригодных для выращивания картофеля земель в южной части Евразийского региона — в связи с

обострением дефицита влаги в почве, доступной для этой потенциально высокоурожайной и очень требовательной к влагообеспеченности культуры (рис. 1.3-8).

К сезонной динамике осадков и запасов доступной почвенной влаги чувствительна и пшеница, особенно ее яровые сорта, в условиях засушливых районов степной и южной части лесостепной зоны. Характерный для лесостеп-

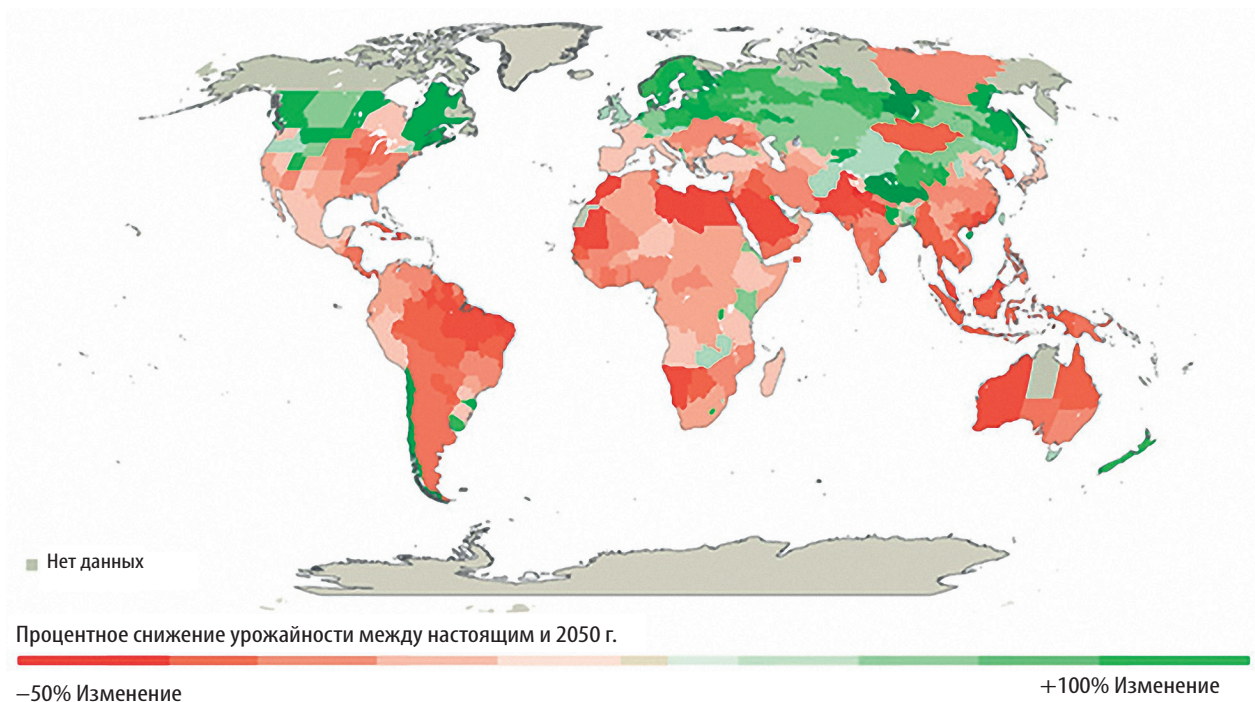


Рисунок 1.3-5. Прогнозируемое снижение средней урожайности доминирующих в регионе сельскохозяйственных культур при превышении среднепланетарной температуры на 3°C (World Bank, 2010. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/4387>)

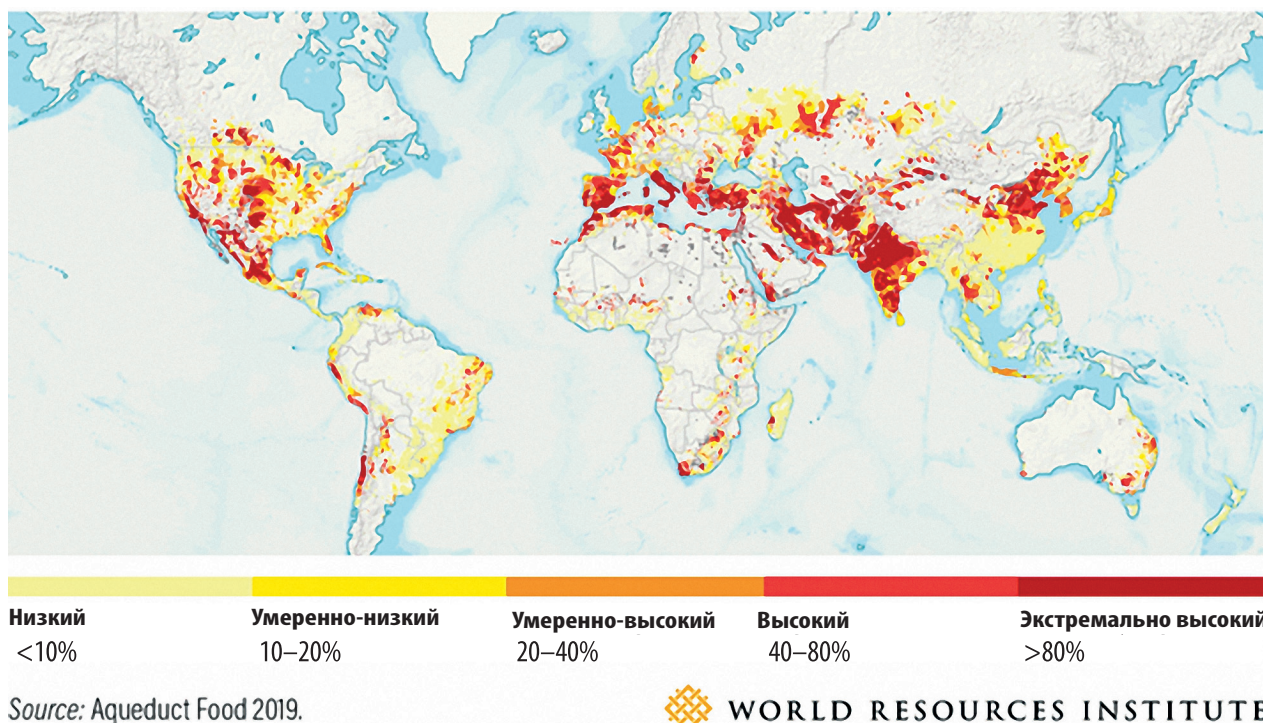


Рисунок 1.3-6. Уровень проявления водного стресса сельскохозяйственных культур в регионах с распространенной практикой орошения (World Resource Institute — Aqeduct Food, 2019; Walker et al., 2019)

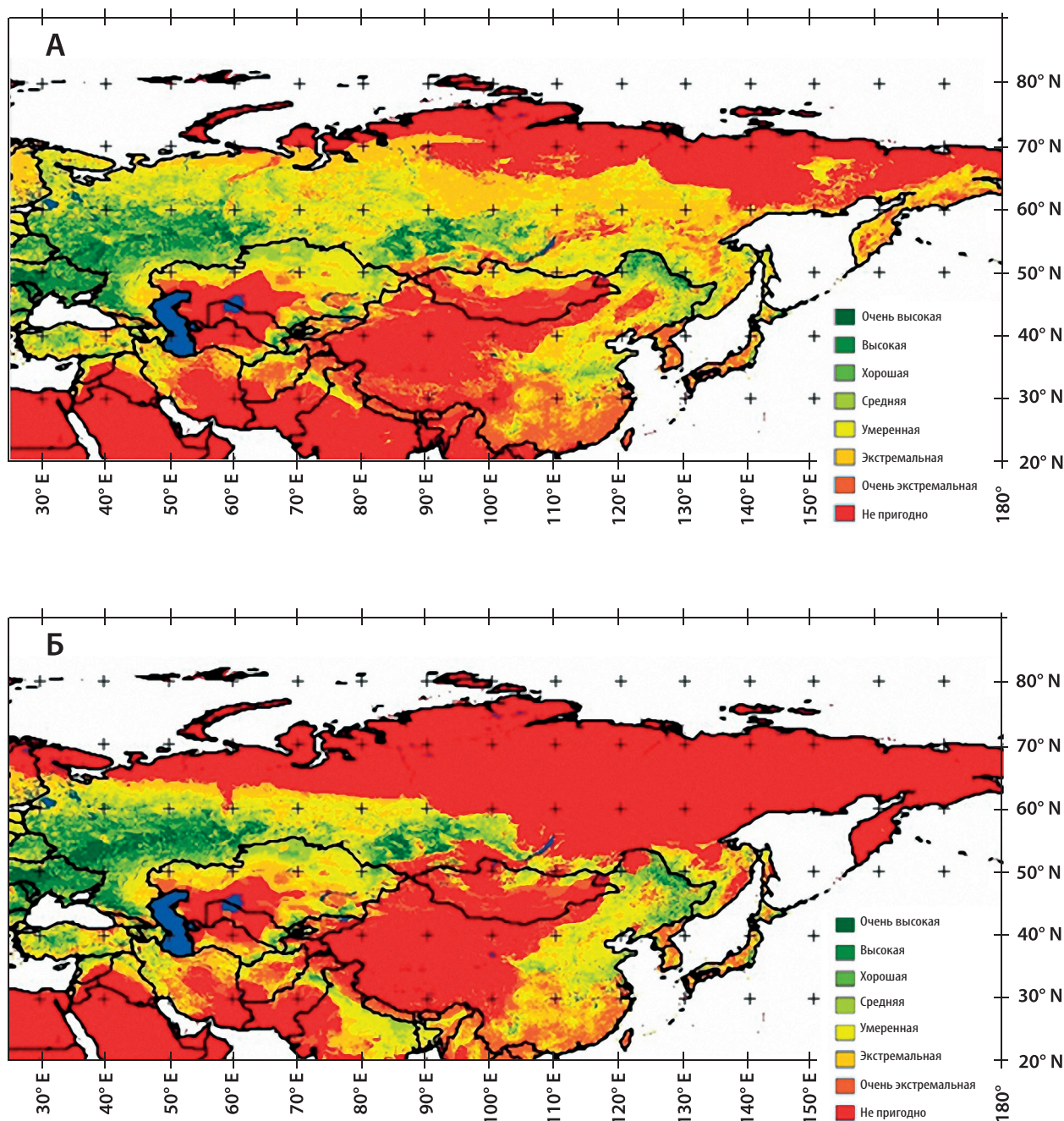


Рисунок 1.3-7. Прогноз изменения агроклиматически обусловленной пригодности земель для выращивания пшеницы на территории Евразийского региона в 2080 г. (А) в сравнении с 1990 г. (Б) (по данным агроклиматических моделей CMCC)

ной и степной зон Евразийского региона ускоренный ежегодный прирост температуры в первые десятилетия XXI в. почти в 2–3 раза превышает среднепланетарный. В годы с близким к климатической норме или превышающим ее количеством осадков это способствует формированию рекордных урожаев зерновых куль-

тур и росту экспорта зерна с повышением рентабельности и устойчивости сельского хозяйства. В то же время эти районы характеризуются высокой региональной изменчивостью основных агроклиматических характеристик (температуры воздуха и осадков) с выраженной сезонной и межгодовой динамикой.

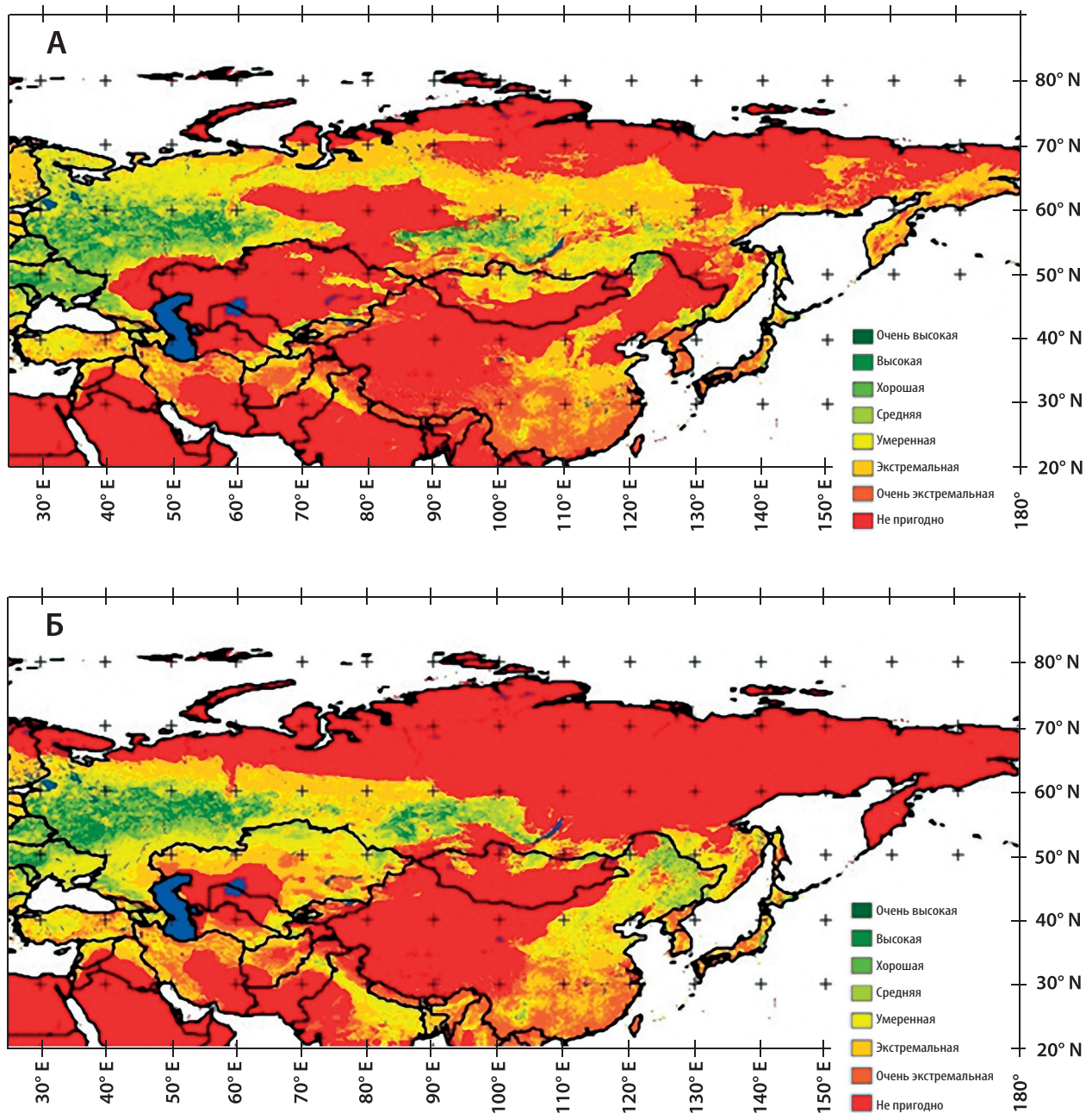


Рисунок 1.3-8. Прогноз изменения агроклиматически обусловленной пригодности земель для выращивания картофеля на территории Евразийского региона в 2080 г. (А) в сравнении с 1990 г. (Б) (по данным агроклиматических моделей CMCC)

1.4. Урбанизация и формирование сельских агломераций

Еще в первой половине XX в. один из известнейших археологов мира Гордон Вир Чайлд в своих трудах показал неразрывность различных этапов развития человеческого общества. Согласно его универсальной концепции развития человечества, две взаимообусловленные революционные перемены в Древнем мире определили нашу

жизнь. Первая, «неолитическая революция», сделала возможным производящее сельское хозяйство (приручение и разведение домашних животных, земледелие) и распространение оседлых сельских общин. Вторая, «урбанистическая революция», непосредственно связана с возникновением городов, цивилизации и государственных институтов (Чайлд, 1949). Причинами урбанистической революции явились развитие сельскохозяйственных технологий и наличие растущих из-

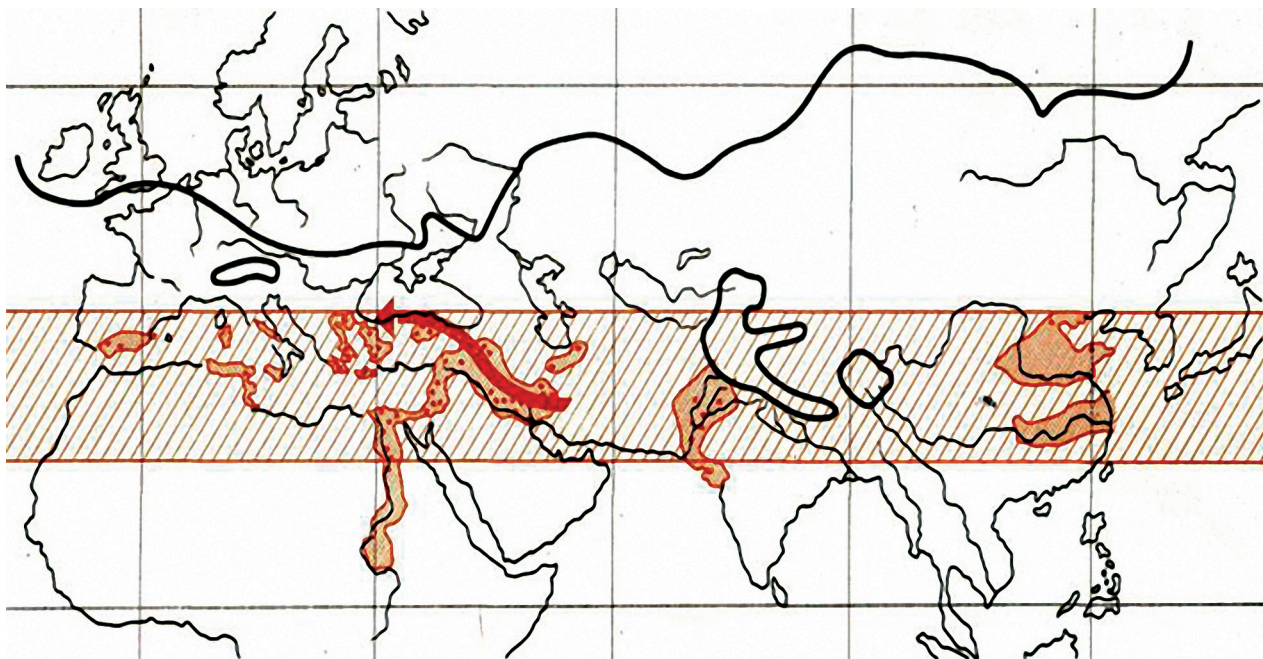


Рисунок 1.4-1. Карта Старого Света (Саваренская, 1984): заштрихованная полоса — пояс, в котором возникли древнейшие очаги цивилизации в Евразии; темные пятна — зона оседлого земледелия; точки — зона древнейших городов; стрелка — главное направление миграции древнейших народов; черная полоса — граница максимального распространения ледников в Северном полушарии

лишков пищи, которые позволили прокормить не только земледельцев, но и других людей, не участвующих в производстве продуктов питания. Не случайно древнейшие города располагаются непосредственно на территориях, где возникли очаги древнего земледелия (рис. 1.4-1).

На территории Евразии известны такие области древнего земледелия и одновременно цивилизационные центры, как оазисы в долинах крупных рек и многочисленные древние поселения на небольших реках нагорий Средней Азии, Шумер в междуречье рек Тигр и Евфрат, цивилизации древней Индии и древнего Китая. Укрепление государств и развитие цивилизаций, в свою очередь, способствовало развитию сельскохозяйственных технологий.

Для средневековых поселений более позднего времени отмечается тенденция к расположению в особых условиях рельефа, обеспечивающих как разнообразие условий для сельскохозяйственного производства, так и дополнительные преимущества, такие как близость к транспортным путям, благоприятные условия для защиты, наличие минеральных ресурсов (Лихачева и др., 2002). Примером расположения устойчивого благополучного поселения, расположенного в морфоструктурном узле, является г. Москва. На исторической территории города ландшафтоведами МГУ имени М.В. Ломоносова выделено целых девять ландшафтно-геоморфологических районов, характеризующихся расположением в разных ге-

оморфологических условиях и, соответственно, различным почвенно-породным разнообразием (Низовцев, 2004). Большое количество найденных на территории современного города археологических памятников свидетельствует об интенсивном и длительном заселении территории к дате официального возникновения города в 1147 г. В условиях умеренного климата состав почвообразующих пород часто является определяющим почвенное плодородие. Продолжая рассматривать особенности расположения Москвы, отметим, что и центр будущей Москвы (окрестности Боровицкого холма), и ее средневековый соперник — городище Тушино располагаются в местах близкого залегания карбонатных пород и отложений карбонатного аллювия в поймах рек, что делало местные почвы гораздо более плодородными, чем кислые почвы окружающих территорий.

Таким образом, с древних времен развитое сельское хозяйство обуславливало создание систем расселения — агломераций, где возникающие города становились центрами территорий с большим количеством сельских поселений, обеспечивавших их существование. Древние городские поселения возникали и благополучно существуют на участках с изначально благоприятным сочетанием местных природных факторов, способствовавших развитию разнообразной хозяйственной деятельности.

Если посмотреть на территорию Евразийского региона из космоса (рис. 1.4-2), то можно от-



Рисунок 1.4-2. Ночная земля. Западная часть Евразии

(Источник: <https://www.quotemaster.org/images/e1/e109a15ea497160c6580b42e9af27a87.jpg>)

метить, что светящиеся ночью современные урбанизированные районы располагаются в зонах с климатом и почвенным покровом, наиболее благоприятными для сельского хозяйства. Зоны распространения многолетней мерзлоты, пустыни и высокогорные территории, несмотря на освоенность, и сейчас заселены гораздо менее интенсивно. Несмотря на меньшую зависимость от местных сельскохозяйственных ресурсов, вследствие глобализации рынка продовольствия системы расселения продолжают тяготеть к районам с благоприятными условиями климата. Город — местообитание человека как популяции биологического вида, т.е. его экосистема. Поэтому город должен отвечать комплексу социальных, материальных и трудовых потребностей. Он и характеризуется большой плотностью населения, так как располагает и относительным разнообразием социального выбора, и комфортностью для проживания (Лихачева и др., 1996). Н. Ф. Реймерс (1994) так описывает основные принципы идеального города: соразмерность архитектурных форм росту человека; пространственное единство водных и озелененных площадей, дающих иллюзию вхождения природы в город; организация приватности жилища, включающего элементы природного окружения непосредственно у дома.

В настоящее время увеличение населения в мире в первую очередь происходит за счет городского населения, которое последние 30 лет ежегодно растет примерно на 2% в год. При этом сельское население увеличивается лишь на 0,2% в год (World Bank Open Data). Это ведет к необходимости массового жилищного строительства и

расширению площадей застройки. Параллельно растет озабоченность тем, что сельскохозяйственные земли становятся землями для несельскохозяйственного использования. В процессе субурбанизации, т.е. перемещения населения из центральных городских районов в собственные коттеджи в пригороде, резко сокращается площадь сельскохозяйственных земель вокруг крупных городских центров. Так, в Московской области посевные площади за 30 лет уменьшились на 50% (Нефедова, 2017).

Площадь пашни в расчете на одного человека также уменьшается ежегодно. В 1961 г. на одного человека приходилось 0,4 га, а в 2016 г. — 0,2 га. В то же время увеличивается интенсификация сельскохозяйственного производства, что необходимо для того, чтобы накормить растущее городское население. За последние 40 лет объем сельскохозяйственного производства увеличился примерно на 60% (OECD-FAO, 2019), в то время как пахотные земли увеличивались только на 1% в год.

С 1970 по 2010 г. более 60% зарегистрированных городских расширений происходило прежде всего за счет сокращения сельскохозяйственных земель (Güneralp *et al.*, 2020). Прогнозируется, что расширение городов приведет к потере 1,8–2,4% глобальных пахотных земель к 2030 г. (Bren d'Amour *et al.*, 2017). Однако надо учитывать, что в мире площадь, занимаемая городами, составляет около 1% от суши. В Российской Федерации это число составляет 1,2%, а городские земли занимают 5,3% от площади сельскохозяйственных земель (Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения, 2019).

Хотя площадь, которую города отнимают у сельскохозяйственных земель, небольшая, урбанизацию все же следует рассматривать как серьезную угрозу для будущего сельскохозяйственного производства. Урбанизация увеличивает риск загрязнения почвы на значительно большей территории, чем территория самого города. Известно, что для современного сельского хозяйства Нечерноземья с одновременным сокращением сельскохозяйственных земель вокруг городов характерна тенденция стягивания производства ближе к крупным городам, где оно находит необходимую инфраструктуру, инвестиции и рабочие руки (Нефедова, 2017).

В настоящее время Китай уже сталкивается с серьезной проблемой нехватки земли. В 2008 г. стремительная урбанизация привела к увеличению потерь обрабатываемых земель на 29,2% (Deng *et al.*, 2015). Кроме того, Китай страдает от кислотных осадков. Окружающие города сельскохозяйственные угодья продолжают деградировать в первую очередь из-за присутствия в составе атмосферы двуокиси серы SO₂. Проблема сокраще-

ния доступности сельскохозяйственных земель признана на государственном уровне. Страна предпринимает меры для достижения цели национальной продовольственной безопасности (Chen, 2007).

Агломерационные процессы в современной сельской местности имеют те же признаки, что и в городах: пространственное расширение застройки приводит к сближению и «сращиванию» в единый массив застроенной территории близко расположенных населенных пунктов. В Российской Федерации появилось новое понятие «сельские агломерации» — сельские территории, а также поселки городского типа, рабочие поселки, не входящие в состав городских округов, и малые города с численностью населения, постоянно проживающего на их территории, не превышающей 30 тыс. человек (Понятия в проекте комплексного развития сельских территорий (агломераций), 2019). Агломерация предполагает создание новой системы управления территориальным планированием и организации взаимосвязи сетевых структур в агроэкономическом пространстве с обоснованием возможности межмуниципального сотрудничества между преимущественно сельскими и определенными городскими поселениями,

самостоятельными муниципалитетами в форме договорных отношений. С сельскими поселениями в наибольшей степени связаны те городские поселения, в которых свыше половины жителей занимаются переработкой сельскохозяйственной продукции, осуществляют ремонт сельскохозяйственной техники, транспортное обслуживание и т.д., чаще всего это существовавшие ранее районные центры, иные малые города и небольшие поселки. Эти города и поселки являются местными центрами, концентрируют социальную инфраструктуру для обслуживания как собственного, так и окружающего сельского населения. Этому способствует и стремление сельского населения обрести блага городского образа жизни. Такие городские поселения в совокупности с сельскими системами расселения могут создавать взаимосвязанные системы муниципальных образований (Князев, Гааг, 2015).

Можно заключить, что, возникая на землях, наиболее пригодных для сельского хозяйства, и в окружении этих земель, город и сопутствующая современным поселениям промышленность постепенно входят в противоречие с сельскохозяйственным производством, изменяя вид землепользования или загрязняя окрестные территории.

Глава 2

ПРОЦЕССЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

Ачасова А.А., Балюк С.А., Воротынцева Л.И., Гетманенко В.А., Гладких Е.Ю., Дрозд Е.Н., Захарова М.А., Коляда В.П., Контобойцева А.А., Круглов А.В., Кутовая А.Н., Мирошниченко Н.Н., Момот А.Ф., Мошой Ю.Г., Носоненко А.А., Плиско И.В., Ромашенко М.И., Самохвалова В.Л., Скрыльник Е.В., Соловей В.Б., Старченко Е.И., Сябрук О.П., Фатеев А.И., Фейзиев Ф.М., Цапко Ю.Л., Шевченко А.Н., Шимель В.В.



© Лидия Цапко

2.1. Почвы, природные экосистемы и землепользование в Евразийском регионе

2.1.1. Основные ландшафты и почвы как объекты управления

Колоссальное разнообразие почв Евразийского региона обусловлено значительной широтной и меридиональной протяженностью, определяющей биоклиматические условия, и большим разнообразием геологических и геоморфологических факторов. Специфика почвенного покрова региона проявляется в его составе (наборе и соотношении зональных и интразональных почв) и строении (типы почвенных комбинаций, про-

странственная неоднородность) и определяется характером землепользования.

На обширных равнинных территориях Евразийского региона проявляется закон широтной почвенной зональности (Восточно-Европейская и Западно-Сибирская равнины и равнины Центральной Азии). В направлении с севера на юг преобладающие зональные почвы сменяются от арктических и тундровых почв (Cryosols) (Российская Федерация) к дерново-подзолистым почвам (Albeluvisols) таежной зоны (Беларусь, Российская Федерация, Украина), серым лесным почвам (Phaeozems) зоны широколиственных лесов (Беларусь, Республика Молдова, Российская Федерация, Украина), черноземам оподзоленным и выщелоченным (Luvic Phaeozems и Luvic Chernozems)

и черноземам типичным (Voronon-Vermic Chernozems) зоны лесостепи (Беларусь, Казахстан, Республика Молдова, Российская Федерация, Украина), черноземам обыкновенным и южным (Voronon и Calcic Chernozems) степи (Казахстан, Республика Молдова, Российская Федерация, Украина), каштановым почвам (Kastanozems) сухой степи (Казахстан, Российская Федерация, Турция, Украина), бурым пустынно-степным почвам (Calcisols) (Казахстан, Российская Федерация) и серо-бурым и крайнеаридным почвам полупустынной и пустынной зон стран Центральной Азии. В субтропической зоне (Турция, Южный Кавказ) почвы аналогично дифференцируются по климатически обусловленным особенностям влагообеспечения.

Значительная часть стран региона характеризуется горным рельефом. Территория Армении и Грузии полностью, а Азербайджана наполовину расположены в Кавказских горах; в Таджикистане горы занимают 93% территории (Таджикистан в цифрах, 2017), в Кыргызстане — более 75%, в Турции — около 40% территории страны. В ряде случаев проявляется вертикальная почвенная зональность, что увеличивает разнообразие почв в регионе.

Так, только в Армении при площади страны 2,97 млн га выделяется 14 типов и 27 подтипов почв, которые включают 228 почвенных разновидностей (Ghazaryan, 2013), а в Российской Федерации (площадь страны 1712,3 млн га) согласно Единому государственному реестру почвенных ресурсов выделяется 205 названий индивидуальных почв (типов и подтипов) и 95 имен почвенных комплексов (Единый государственный реестр..., 2014).

В условиях такого разнообразия природных условий региона научной основой для устойчивого управления почвенными ресурсами и оценки деградации земель является почвенно-географическое и агроэкологическое районирование территории.

Согласно глобальному агроэкологическому районированию, которое совершенствуется с 2000 г. (IASA/FAO, 2012; Múcher, De Simone *et al.*, 2016), страны ЕАПП находятся в следующих агроэкологических зонах: арктической (Российская Федерация), бореальной континентальной (восточная часть Российской Федерации), бореальной субконтинентальной (Российская Федерация), умеренной континентальной (Российская Федерация, Казахстан), умеренной субконтинентальной (Беларусь, Республика Молдова, Турция, Украина, страны Южного Кавказа, Российская Федерация, страны Центральной Азии), субтропической с зимними осадками (Турция, Южный Кавказ).

Для территории стран бывшего СССР с 1960-х гг. разрабатывалось почвенно-географи-

ческое районирование в связи с сельскохозяйственным использованием земель, которое по сей день рассматривается как особое научное направление и основа рационального природопользования (Почвенно-географическое районирование СССР, 1962; Природно-сельскохозяйственное районирование, 1975, 1983; Урсу, 1980). В основе почвенно-географического районирования лежат теоретические принципы генетического почвоведения, дополненные современными представлениями об уровнях структурной организации педосферы, истории почвообразования, о почвенном покрове как компоненте биосферы и экологической роли почвы в жизни общества (Урусевская, Алябина и др., 2015).

В Евразийском регионе в земледелии используются преимущественно почвы суббореального пояса — дерново-подзолистые, серые лесные, темно-серые оподзоленные и черноземы оподзоленные, черноземы типичные, обыкновенные и южные, темно-каштановые и каштановые солонцеватые. Наиболее продуктивными для земледелия являются гумусово-аккумулятивные почвы (черноземы и каштановые).

Текстурно-дифференцированные (дерново-подзолистые) почвы используются в земледелии Беларуси, Украины, Российской Федерации. В Российской Федерации распаханно 27% общего фонда данных почв. Допустимый предел использования этих почв составляет 30–40%, что теоретически показывает возможное расширение использования текстурно-дифференцированных почв. Однако в настоящее время эти почвы находятся под лесами, и конвертация лесов в пашню ограничена международными конвенциями (Национальный доклад, 2019). По данным отдельных авторов (Клебанович, 2015), в Беларуси преобладают дерново-подзолистые заболоченные почвы (41,2% площади), второе место занимают дерново-подзолистые (27,2%).

Самые плодородные почвы региона — черноземы подверглись наиболее сильному антропогенному воздействию. Степная зона в результате распашки на 60–90% и замены первичной растительности агроценозами (рис. 2.1-1) полностью потеряла первоначальный облик. Кардинальные изменения обмена веществами и потоков энергии в степных геосистемах привели к изменению почв в двух разных направлениях — к окультуриванию и деградации (Хитров, 2006).

На начальных этапах освоения черноземов различия в продуктивности их подтипов были связаны в первую очередь с различиями гидро-термического коэффициента Селянинова (ГТК), который составляет менее 0,7 для южных черноземов, 0,7–0,9 — для обыкновенных черноземов и 0,9–1,4 — для черноземов типичных (Черноземы СССР, 1981).



Рисунок 2.1-1. Оросительная установка в степной зоне Украины

В Российской Федерации площадь использования гумусово-аккумулятивных почв составляет около 66%. При этом допустимый предел использования почв черноземной зоны составляет 40–60%. Также отмечается чрезмерно интенсивное использование резервов щелочных глинисто-дифференцированных (солонцовых) и малогумусовых аккумулятивно-карбонатных (бурые полупустынные) почв, составляющее 78% и 83% соответственно. Эти почвы используются под пастбища и требуют снижения пастбищной нагрузки (Национальный доклад, 2019).

В степной зоне по мере нарастания аридности климата начинает проявляться засоление почв. Каштановые и светло-каштановые почвы, как правило, солонцеваты и образуют комплексы с солонцами. Основными источниками засоления почв являются соли материнских пород, минерализованные грунтовые воды, поверхностные воды и эоловое перемещение солей (ФАО, 2017b). Более подробно вопрос засоления почв в странах ЕАПП рассмотрен в разделе 2.2.5.

Страны Центральной Азии — Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан расположены преимущественно в полупустынной и пустынной зонах с аридными почвами. Общая площадь земель стран ЦА составляет около 400 млн га, из которых около 148 млн га, или 37,0%, приходится на пустыню. Доля пустынь от общей площади стран составляет 27,5% в Казахстане, 35,4% в Кыргызстане, 17,5% в Таджикистане, 79,3% в Туркменистане и 55,7% в Узбекистане (Lal, 2009).

Страны ЦА входят в регион Приаралья, где неконтролируемый забор воды на орошение из рек Амударья и Сырдарья привел к экологической катастрофе — усыханию Аральского моря. Обширные области (около 5,5 млн га) соляных полей появились на высохшем дне моря и превратились в новую пустыню Аралкум, которая является очагом пыльных и соляных бурь, что влечет за собой

деградацию почв на сопредельных территориях (Зонн, Куст и др., 2018). Проблема усугубляется изменением климатических условий в регионе. Возросла частота проявлений экстремальных климатических явлений, таких как частые засухи. В последние годы в Приаралье число дней с температурой выше 40 °C в летний период увеличилось в 2 раза, зимы стали холоднее и суровее (Summary report on the LDN Target Setting Programme in the Republic of Uzbekistan, 2019).

Развитая гидрографическая сеть на территории Евразийского региона обуславливает большие площади распространения интразональных луговых и аллювиальных почв, которые также активно используются в земледелии. Затопление аллювиальных почв весенними водами способствует не только значительному насыщению влагой почвенного покрова, вплоть до состояния граничной полевой влагоемкости, но и его обогащению аллювиальным илом, содержащим большое количество питательных веществ. Периодичность переувлажнения способствует формированию в пойменных почвах специфического окислительно-восстановительного режима, который влияет на развитие анаэробного с усиленным протеканием восстановительных химических и биохимических процессов. Продолжительность нахождения вод на территории поймы определяет наиболее эффективное направление использования аллювиальных почв.

Отдельно следует отметить значительное распространение в регионе органогенных (торфяных) почв, которые используются в земледелии ограниченно, но играют важную роль в устойчивом функционировании ландшафтов. Наибольшее распространение данные почвы получили в Российской Федерации — 116,2 млн га, или 7% почвенного фонда (Национальный доклад, 2018). В Беларуси из 2,9 млн га болот на протяжении XX в. было проведено мелиоративное освоение более 1 млн га для сельскохозяйственного использования торфяных почв (Мееровский, Филиппов, 2018).

В связи с тем, что водное хозяйство и мелиорация земель в странах региона переживает период неустойчивого развития (Проблемы управления, 2017), режим и функционирование как зональных, так и интразональных мелиорируемых почв находится в неустойчивом состоянии.

2.1.2. Землепользование

В контексте управления земельными ресурсами землепользование рассматривается как любая человеческая деятельность или процесс, осуществляемые на определенном участке земли и использующие ресурсные качества земель как в экономическом, так и в экологическом отношении (Куст, Андреева, Зонн, 2018). Способность разделять по-

нения «земля» и «почва» и относиться к последней как к невозобновляемому природному ресурсу отражает уровень развития общества.

В странах ЕАПП, как и во многих странах мира, земельный фонд (суша и внутренние воды) подразделяется по целевому назначению на следующие категории:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли поселений;
- земли промышленности, транспорта, связи, обороны и иного специального назначения;
- земли особо охраняемых территорий;
- земли лесного фонда;
- земли водного фонда;
- земли запаса (не выделенные в собственность, владение, пользование или аренду).

При этом многие виды сельскохозяйственной деятельности могут проводиться на землях других категорий (на землях лесного фонда и землях поселений), так же как земли, покрытые лесной растительностью (например, полесополосы), могут входить в состав земель других категорий, что затрудняет ведение государствен-

ного учета и мониторинга состояния земель.

Соотношение категорий земель и их динамика являются важным индикатором для определения деградированных земель и зон повышенного риска потери устойчивой продуктивности. Данные индикаторы среди прочих рекомендуются международными соглашениями в качестве оценки достижения нейтрального баланса деградации земель (Национальный доклад, 2018). Особенно остро стоят во многих странах вопросы перевода плодородных земель сельскохозяйственного назначения в земли под застройку (Шагайда, 2016). Также важным неурегулированным вопросом является учет неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения, покрытых лесной растительностью, и их перевод в категорию земель лесного фонда.

В Евразийском регионе наиболее сильное воздействие на почву и экосистемы в целом в историческом и территориальном масштабе оказывают такие виды сельскохозяйственного использования земель, как растениеводство и пастбищное животноводство.

Таблица 2.1-1. Динамика площадей пашен, лугов, пастбищ и лесов в странах ЕАПП (по данным FAOSTAT)

Страна	Общая площадь, тыс. га	Сельскохозяйственные земли*, %	Пашни, тыс. га			Луга и пастбища, тыс. га			Леса, тыс. га		
			1998 г.	2008 г.	2018 г.	1998 г.	2008 г.	2018 г.	1998 г.	2008 г.	2018 г.
Армения	2974	68,75	455	450,4	445,6	835	1244,4	1172,6	333,058	330,976	328,89
Азербайджан	8660	55,19	1809,7	1860,2	2097,9	2622,4	2669	2426,6	978,724	1023,44	1108,715
Беларусь	20 760	40,75	6187	5516	5712	2996	3280	2630	8174,4	8558,6	8738,6
Грузия	6970	34,03	792	459	311	1983	1940	1940	2758,94	2810,04	2822,4
Казахстан	272 490,2	79,28	32 154,8	28 519,8	29 748,4	183 035	182 216,6	186 156,1	3 157,99	3 097,129	3 396,201
Кыргызстан	19 995	52,72	1360	1279,5	1288	9262	9374,3	9176,3	1172,005	1219,924	1278,9
Республика Молдова	3385	67,26	1798	1821	1681,7	372	357	341,1	340,6	368,48	386,5
Российская Федерация	1 709 825**	12,60	126 132	121 649	121 649	89 328	92 052	92 052	809 204,8	813 962,2	815 311,6
Таджикистан	14 138	33,44	784	741	701,8	3660	3856	3875	409,6	410	421,8
Турция	78 535	48,13	24 439	21 555	19 723	12 950	14 617	14 617	20 075,38	20 896,13	21 908,36
Туркменистан	48 810	69,33	1740	1990	1940	33 700	32 300	31 838	4127	4127	4127
Украина	60 355	69,44	32 858	32 474	32 888	7790	7918	7577	9462,8	9540,4	9678
Узбекистан	44 892,4	58,36	4478	4250	4064,5	22 500	21 355	21 115,2	2879,043	3271,972	3637,98
Всего:	228 8815,6	—	234 532,5	222 114,5	221 805,3	370 198,4	371 934,9	374 916,9	863 074,3	866 344,3	869 507

* Доля сельскохозяйственных земель рассчитана по категории «Agriculture», которая включает в себя площади пашен, залежей, земель под временными посевами, под временными лугами и пастбищами, под многолетними культурами, под постоянными лугами и пастбищами и под почвозащитным покровом, а также разбросанные земли под сельскохозяйственными постройками, дворами и их пристройками, постоянно не обрабатываемые земли, такие как берега, каналы и т.д.

** Площадь Российской Федерации приведена без учета площади Республики Крым.

В таблице 2.1-1 приведена 20-летняя динамика (1998–2018) площадей пашен, лугов, пастбищ и лесов в странах региона (по данным FAOSTAT). Наибольшая доля сельскохозяйственных земель от общей площади страны, по данным на 2018 г., отмечается в Армении, Республике Молдове, Таджикистане и Украине и составляет 67–70%. В связи с различиями природно-климатических условий распределение видов сельскохозяйственного использования земель в странах неоднородно. Если в Туркменистане площадь лугов и пастбищ в 16 раз превышает площадь пашен, то в Украине площадь пашен в 4 раза больше, чем площадь лугов и пастбищ.

На юге Российской Федерации и Украины, в Азербайджане, Армении, Турции и в странах Центральной Азии в связи с аридностью климата преобладает орошаемое земледелие (рис. 2.1-1). Исключение составляет Казахстан, где на больших богарных площадях выращиваются зерновые культуры.

Значительные территории Центральной Азии, занятые низкопродуктивными зональными почвами пустынных равнин, предгорные и горные земли используются под пастбища.

Согласно классификации, учитывающей способы использования земли и способы воспроизводства плодородия почвы (Сафонов, 2006), все виды систем земледелия сгруппированы в четыре типа: примитивная, экстенсивная, переходная и интенсивная. В результате длительного исторического развития эти системы сменяли одна другую. Дж. Бек и А. Сейбер (Beck, Sieber, 2010) предположили, что только климат и качество почв определяют пригодность четырех типов сельского хозяйства: комплексного (растениеводческого и животноводческого), оседлого животноводства, кочевого выпаса и охоты-собираательства.

Земледелие сформировалось в качестве базовой сельскохозяйственной науки в XIX в., и именно оно стало основой для развития почвоведения и агрохимии (Глухих, 2016).

Эффективность земледелия и сельскохозяйственного производства неразрывно связана с сохранением и воспроизводством плодородия пахотных почв. Составными частями системы земледелия являются организация территории и система севооборотов, система обработки почвы, система удобрения, система защиты растений, система мелиоративных и противоэрозионных мероприятий, система семеноводства.

На сегодняшний день на территории Российской Федерации и Беларуси наиболее научно обоснованным подходом ведения экологически ориентированного земледелия является концепция адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ), разрабатываемая с 1993 г. В.И. Кирюшиным с коллегами (Кирюшин, 2011; Черныш, Кач-

ков и др., 2018). АЛСЗ предполагает использование земли определенной агроэкологической группы, ориентированное на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающее устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия (Агро-экологическая оценка, 2005).

Однако практически во всех странах региона на национальном уровне не применяются научно обоснованные структуры посевных площадей, не соблюдаются технологии обработки почвы и не осуществляется управление объектами почвозащитной системы (лесополосы и другие лесонасаждения, гидротехнические сооружения различных типов). Нерациональное управление почвенными ресурсами в регионе тесно связано с практикуемой моделью землепользования, основанной на мелких земельных хозяйствах, слабой межотраслевой координацией, ограниченными возможностями национальных учреждений для планирования и широкомасштабного распространения устойчивых агротехнологий и неадекватной интеграцией мер устойчивого ведения хозяйства в политику и процесс принятия решений.

Объекты почвозащитной системы после земельных реформ в странах СНГ остались в государственной и коммунальной собственности. При таких условиях землепользователи не заинтересованы в сохранении и поддержании функциональности противоэрозионных объектов, поскольку их интересы и полномочия управления ограничены собственными земельными наделами, которые представляют собой разрозненные земельные участки.

Так, в ходе земельной реформы в Украине более 80% земельного фонда государства передано в частную собственность. Гражданам выделено более 6,9 млн земельных наделов (паев), имеющих в среднем размер 4,0 га (Медведев, 2013). В результате этого для современного аграрного производства в Украине характерна мозаичная структура землепользования, связанная со спецификой мелкоделяночного распаивания земель и последующей передачей отдельных паев в аренду производителям сельскохозяйственной продукции.

По некоторым данным (Медведев, Плisko, 2006), средний размер современного сельскохозяйственного предприятия в Украине составляет 112 га, из которых пашня составляет 100 га, т.е. более 89% площади. При этом земли отдельных фермерских хозяйств, как правило, представляют собой не сплошной массив, а несколько обособленных, часто достаточно удаленных друг от друга участков.

Анализ существующей на сегодня структуры посевных площадей показывает, что она характеризуется увеличением площадей посева пропашных культур с низкой почвозащитной эффективностью и минимизацией выращивания многолетних трав. Это приводит к резкому снижению почвозащитной эффективности агрофонов и увеличению риска водной эрозии почв. По данным Института охраны почв Украины, 20–30% посевной площади занимает подсолнечник, что недопустимо с точки зрения сохранения плодородия почв. За последние 20 лет площади этой высоколиквидной культуры выросли втрое и составили в 2012 г. почти 4,9 млн га, тогда как в 1990 г. — 1,6 млн га. При этом, по мнению ученых, оптимальная площадь должна составлять примерно 1,8–2,0 млн га.

В странах Центральной Азии главные примеры нерационального управления земельными и водными ресурсами — неэффективное орошение и неустойчивые методы ведения сельского хозяйства, такие как производство монокультуры хлопка (рис. 2.1-2), ненадлежащее использование удобрений, недостаточный уход за почвой, выбивание пастбищных земель и т.д.

В результате вышеперечисленных факторов нерационального землепользования в регионе

наблюдается активизация деградационных процессов, которые рассмотрены в следующем разделе.

2.2. Масштабы и тренды деградации почв в Евразийском регионе

Процессы деградации почв являются характерными для всех стран региона. Основные аспекты деградации почв в Евразийском регионе были сформулированы Европейской комиссией по сельскому хозяйству к 39-й сессии в 2015 г. (ФАО, 2015а). В Беларуси, Республике Молдове и Украине, а также в Российской Федерации и Турции главным фактором, способствующим деградации почв, были признаны экономические переходные меры. Почвы подвергаются воздействию высоких темпов интенсификации сельского хозяйства с чрезмерной эксплуатацией самых плодородных почв и отказом от менее продуктивных земель. Значительное воздействие оказывает также загрязнение окружающей среды, связанное с промышленным производством, деятельностью горнодобывающей и нефтяной отраслей (ФАО, 2015а).

Многочисленные исследования доказывают, что состояние почвенного покрова в регионе в последние десятилетия ухудшилось и стало близким к катастрофическому.

В странах Центральной Азии и Южного Кавказа состояние почвенных ресурсов является наиболее тяжелым из-за биофизических условий, в том числе из-за горной топографии и засушливого климата. Основными факторами деградации почв являются здесь рост населения и связанное с ним антропогенное воздействие на фоне аридизации климата. Страны сталкиваются с серьезными проблемами, связанными с необходимостью повышения сельскохозяйственного производства как для внутреннего потребления, так и на экспорт, несмотря на растущие темпы деградации почв и ограниченные водные ресурсы.

Глобальное почвенное партнерство ФАО и ИTPS выделяют (ФАО, 2017а) в настоящее время десять главных «почвенных угроз» (soil threats), которые отражают основные виды деградации почв:

- эрозия почв (водная и ветровая);
- снижение содержания органического вещества в почве;
- загрязнение почв;
- дисбаланс питательных элементов;
- засоление/ощелачивание/осолонцевание почв;
- запечатывание почвы, уничтожение почвенного покрова;
- снижение почвенного биологического разнообразия;



Рисунок 2.1-2. Посадки хлопка на бедных серо-бурых почвах, Узбекистан

- подкисление почв;
- переуплотнение почв;
- переувлажнение почв.

Несмотря на то, что угрозы для почв неравномерно распределены по Евразийском региону, их масштабы носят континентальный характер, а причины часто взаимосвязаны. Угрозы, не устраненные вовремя, приводят к деградации почвы и потере почвой способности выполнять свои жизненно важные экосистемные функции. Когда одновременно на почву воздействует несколько угроз, совокупный эффект имеет тенденцию усугублять деградацию почвы. Последствия изменения климата, как правило, влияют на содержание влаги в почве. В районах, где полевая влагоемкость почвы превышает 75%, суммарное испарение увеличивается примерно на 0,3 мм/день. Более частые и сильные засухи приводят к разрушению механизмов удержания воды в почве, что, в свою очередь, провоцирует эрозию и опустынивание (Jones *et al.*, 2012). Опустыниванию как комплексному деградационному явлению посвящен раздел 2.2.11.

Характерными проявлениями деградации почв в странах Центральной Азии являются эрозия и дегумификация почв пастбищных угодий в результате неконтролируемого перевыпаса и вырубки лесов, вторичное засоление и эрозия почв на пахотных землях. Урожайность сельскохозяйственных культур во всем субрегионе после распада Советского Союза в 1991 г. снизилась на 20–30%, что становится причиной ежегодных потерь в сельскохозяйственном производстве. Прямым следствием деградации почв и пахотных земель в течение последних десятилетий является сокращение ежегодной сельскохозяйственной прибыли в регионе примерно на 27% (ИСЦАУЗР, 2016).

Количественная и качественная оценка деградации почв на региональном уровне затруднена в связи с различием подходов к инвентаризации и оценке состояния земель в разных странах, а также критериев оценки различных видов и степени деградации почв, позволяющих объективно характеризовать экологическое состояние почвенного покрова (Черныш, Устинова *и др.*, 2016).

Для глобальных оценок состояния землепользования и деградации наземного покрова Отделом земельных и водных ресурсов ФАО в партнерстве с различными организациями, предоставившими наилучшие имеющиеся национальные, региональные и/или субнациональные базы данных о земном покрове, была создана база Global Land Cover-SHARE (GLC-SHARE) с пространственным разрешением 1 км². GLC-SHARE содержит 11 классов земного покрова: искусственные поверхности (01), пахотные земли (02), луга (03), участки, покрытые деревьями (04), участки, покрытые кустарником (05), участки с

травянистой растительностью, водные или регулярно затопляемые (06), мангровые заросли (07), скудная растительность (08), открытая почва (09), снег и ледники (10) и водоемы (11) (<http://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/en/c/1036355/>).

Гармонизация различных доступных баз данных о земном покрове основана на использовании системы классификации наземного покрова LCCS (Land Cover Classification System) на основе данных дистанционного зондирования, разработанной ФАО (Di Gregorio, 2005) и ставшей стандартным инструментом формирования легенд спутниковых карт. Данная система классификации учитывает следующие признаки растительности: 1) жизненные формы (древесная, кустарниковая, травяная, мохово-лишайниковая); 2) типы вегетативных органов (хвойные, лиственные); 3) типы фенологической динамики (вечнозеленые, листопадные).

Международным инструментом, который позволяет обеспечивать сравнимость результатов оценок деградации земель на глобальном и региональном уровнях, является модуль TRENDS.EARTH (приложение для геоинформационной системы QGIS). Это основной инструмент поддержки и принятия решений по отчетности ЦУР 15.3.1 для Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (Куст, Андреева, Лобковский, 2018).

Последние результаты моделирования земного покрова Евразии по трем прогнозным сценариям изменений климата, рекомендованным Межгосударственной экспертной комиссией по изменению климата (IPCC) RCP26, RCP45 и RCP85, указывают, что площади хвойных и смешанных лесов, земель, покрытых кустарниками, болотами, снежным покровом и льдом, в Евразии к 2100 г. значительно уменьшатся. Площадь ледяного и снежного покрова будет снижаться наиболее быстро, в среднем на 36,44%. Площадь земель, покрытых кустарниками, будет уменьшаться наиболее медленно и снизится в среднем на 5,19% (Fan, Bai and Yue, 2020). По некоторым данным (Wuepper, Borrelli *et al.*, 2020), отмечаются сильные скачки в современных темпах эрозии почв вдоль бывшей границы СССР. Обнаружено, что эрозия почв в странах бывшего СССР на 26% ниже, чем в соседних странах (0,77 т на га в год).

С каждым годом появляется все больше публикаций о моделировании эрозионных процессов в Евразийском регионе с использованием данных дистанционного зондирования и ГИ-технологий. Однако отмечается (Жулиев, Гафурова, 2019), что для территории Центральной Азии количество исследований, представляющих данные моделирования, по-прежнему недостаточное.

Главные почвенные угрозы для экосистем Евразийского региона охарактеризованы ниже.

2.2.1. Водная и ветровая эрозия почв

По оценкам экспертов, в мировом масштабе различными видами деградации почв охвачено: водной эрозией — 23,7%; ветровой эрозией — 11,9%; химической деградацией — 5,1%; физической — 1,7% общей площади сельхозугодий (Балюк, Медведев и др., 2017). Таким образом, водная эрозия почв по площади распространения и размерам причиняемого ущерба является наиболее масштабным почвенным деградационным процессом в мире. По отдельным данным (Wuerper, Borrelli *et al.*, 2019), водной эрозии подвержено до 40% территории Азии, 30% земель в Африке, 25% — в Европе и — 35% в Америке. По мнению экспертов ФАО (FAO and ITPS, 2015), мировые потери почвы вследствие эрозии составляют от 20 до 50 Гт / год.

Прогнозы показывают (Borrelli, Robinson, 2020), что при сохранении существующих технологий землепользования в следующие десятилетия процессы водной эрозии почв будут интенсифицироваться за счет изменения климата и рост общих ежегодных потерь почвы составит от 30 до 66% от нынешнего уровня.

Эрозия почв приводит к целому ряду взаимосвязанных негативных последствий. Прямые и более отдаленные, опосредованные последствия эрозии почв связаны между собой по принципу положительной обратной связи, что приводит к постепенному усилению эрозионных процессов, при прочих равных условиях, в результате снижения противоэрозионной устойчивости почвы с нарастанием ее эродированности (Ачасова, 2020).

В результате отрыва и выноса за пределы поля верхних, наиболее гумусированных и богатых питательными веществами частиц почвы происходит ее истощение. С продуктами эрозии выносятся до 2 млн т гумуса, 964 тыс. т азота, 678 тыс. т фосфора, 9,4 млн т калия, а потери продукции земледелия от эрозии превышают 9–12 млн т зерновых единиц в год (Наукові та прикладні основи, 2010).

Потери гумуса ведут к неблагоприятным изменениям структуры почвы — слитизации, распылению, уменьшению водоустойчивости агрегатов, снижается водо- и воздухопроницаемость почв. Все это, в свою очередь, приводит к потерям урожая, ухудшению его качества. Прямым следствием физической и биологической деградации и снижения биопродуктивности эродированных почв, в свою очередь, является уменьшение их эрозионной устойчивости, что влечет за собой дальнейшее нарастание эродированности,

снижение уровня продовольственной безопасности и обострение экологических проблем. По оценкам (Sartori *et al.*, 2019), в мировом масштабе эрозия почв вызывает ежегодное уменьшение производства продовольствия (т.е. недополучение продукции) на 33,7 млн т.

Следует подчеркнуть, что наиболее значительные негативные последствия эрозии — влияние на глобальные климатические процессы через изменение альбедо земной поверхности и дегумификацию почвы, загрязнение водных объектов, усиление аридизации на местном уровне, активизация общего процесса деградации почв — являются неочевидными в каждый конкретный момент времени и плохо поддаются прямым количественным измерениям.

В Центральной Азии общая площадь, затронутая водной эрозией, составляет более 30 млн га, а ветровой эрозией — около 67 млн га (ИСЦАУЗР, 2016). Площадь эродированных почв на Южном Кавказе колеблется от 35 до 43% от общей площади сельскохозяйственных угодий из-за горного рельефа региона.

В горных районах Центральной Азии и Южного Кавказа эрозия представляет собой в какой-то степени естественный процесс (рис. 2.2-1). Однако ее темпы, масштабы и интенсивность возрастают из-за плохого управления почвенными ресурсами и горными экосистемами в целом.

В Азербайджане ветровой, водной и ирригационной эрозии подвержено 3,61 млн га, 724,6 тыс. га из которых приходится на долю посевных площадей. Наиболее распространена водная эрозия — 34,5% от общей площади, подверженной эрозии. По данным на 2000 г., из 1,42 млн га орошаемых земель страны 453 тыс. га были подвержены ирригационной эрозии, в том числе в средней и сильной степени 250 тыс. га, слабой 203 тыс. га (Гурбанов, Рамазанова, 2000).

В Узбекистане около 56% земель пустынной зоны и сероземного пояса подвержены ветровой



Рисунок 2.2-1. Эрозия на склонах предгорий в районе озера Иссык-Куль

эрозии, ирригационной эрозии подвержено 43,8% орошаемых земель, из них слабо подверженные — 31,5%, средне — 6,8%, сильно — 5,5%. Наиболее интенсивно эти процессы проявляются в Самаркандской, Ташкентской и Кашкадарьинской областях (Национальный доклад Республики Узбекистан о состоянии окружающей среды, 2020).

В Таджикистане, по данным из разных источников, этот уровень составляет от 60 до 97% (ИСЦАУЗР, 2016).

В Беларуси площадь, охваченная водной эрозией, составляет 467 тыс. га, ветровой — 89 тыс. га, полностью эродированные земли занимают около 10% территории страны.

Согласно аналитическому отчету о состоянии и использовании земель в Казахстане за 2016 г., площадь эродированных и эрозионно-опасных земель составляет 90 млн га, из них фактически эродированных — 29,3 млн га. Площадь сбитых пастбищ составляет 17 208,4 тыс. га (Заключительный отчет Казахстана, 2018).

В Кыргызстане, по данным на 2015 г., из общей площади 10 625,2 тыс. га сельскохозяйственных угодий дефляционно-опасными считаются 5793,2 га, подверженными водной эрозией — 5699,8 га (Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызской Республики, 2016).

В Республике Молдова площадь, подверженная водной эрозии, составляет около 878 тыс. га, или 33,6% от общей площади пахотных земель республики (Leah, 2012).

В Турции, где 80% почв расположены на склонах круче 15%, площадь умеренной, сильной и очень сильной эрозии составляет 61,3 млн га, или 78,7% от общей площади страны; ветровая эрозия активна на площади около 500 тыс. га (Senol and Bayramin, 2013).

По данным Минсельхоза Российской Федерации, общая площадь эродированных, дефлированных и дефляционно-опасных сельскохозяйственных угодий страны составляет свыше 50%, и доля эродированных и дефлированных почв продолжает неуклонно увеличиваться. В 2018 г. площадь полевых обследований в рамках ежегодного агропочвенного мониторинга составила 13 822 тыс. га, т.е. около 7% площади сельскохозяйственных угодий страны. Водная эрозия была выявлена на площади 2048,08 тыс. га, или 14,8% общей обследованной в 2018 г. площади, и ветровая эрозия (дефляция) — на площади 1252,79 тыс. га, или 9,1% (Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения, 2019).

В южных районах черноземной зоны местами наблюдается полное уничтожение верхнего плодородного слоя профилей пахотных почв в результате эрозии. Так, в Воронежской области Рос-

сии местами черноземы обыкновенные, которые имели гумусовый горизонт мощностью 40–60 см на момент составления среднемасштабных почвенных карт (1980-е гг.), трансформировались в эродированные агроземы карбонатные, в которых в распахку уже включен карбонатный горизонт ВС (рис. 2.2-2).



Рисунок 2.2-2. Профиль эродированного агрозема карбонатного, Российская Федерация, Воронежская область

В Украине общая площадь сельскохозяйственных угодий, подверженных воздействию водно-эрозионных процессов, по разным оценкам, составляет от 13,3 до 14,4 млн га (FAO, 2015), ветровой эрозии — 6 млн га, а в годы с пылевыми бурями — 20 млн га. Площадь оврагов составляет 141,1 тыс. га, а их количество превышает 500 тыс. (Наукові та прикладні основи, 2010). Площадь средне- и сильноэродированных почв в Украине оценивается в 4,5 млн га, в том числе 68 тыс. га почв, полностью утративших гумусовый горизонт (Концепція охорони ґрунтів, 2008). До 40% площади пахотных земель являются эрозионно-опасными и требуют применения дополнительных противоэрозионных мероприятий (рис. 2.2-3) (Концепція охорони ґрунтів, 2008).

По оценкам экспертов ФАО (Fileccia, Guadagni *et al.*, 2014), стоимость почвы, выносимой с пахотных земель Украины в количестве более 500 млн т ежегодно, эквивалентна примерно 5 млрд долларов США. Это означает, что из-за эрозии почв теряется каждый третий доллар добавленной стоимости в сельском хозяйстве. Оценки ФАО показывают, что на каждую тонну выращенного зер-



Рисунок 2.2-3. Насажение сосны обыкновенной для закрепления песков, Украина

на в Украине приходится около 10 т смытой почвы.

На Глобальном симпозиуме по эрозии почв, проведенном в штаб-квартире ФАО 15–17 мая 2019 г., было заявлено (ФАО, 2019b), что «...в современных условиях в результате увеличения численности населения и изменения климата природные районы становятся все меньше, а приостановление эрозии почвы и получение соответствующего уровня продуктивности земель становятся необходимыми факторами при избегании дальнейших нежелательных трансформаций земельных ресурсов планеты».

2.2.2. Потери почвенного органического вещества и усиление эмиссии CO₂

Почвенное органическое вещество (ПОВ) играет ключевую роль в функционировании самих почв, экосистем и агроэкосистем. Увеличение его содержания улучшает общее здоровье и плодородие почв, их устойчивость и устойчивость сельского хозяйства, что, в свою очередь, содействует укреплению продовольственной безопасности. В последние годы роль органического вещества почв в климатической системе, особенно в адаптации к изменению климата и смягчении его последствий, была широко признана и научно подтверждена (CIRCASA, 2019; ФАО, 2020a).

Содержание органического вещества в почве и его динамика в пространстве и времени характеризует уровень потенциального плодородия почвы. ПОВ играет важную роль в поддержании функций почвы из-за своего влияния на структуру и стабильность почвы, удержание воды, биоразнообразие почвы и как источник питательных веществ для растений.

К основным антропогенным факторам, нарушающим природные процессы образования и на-

копления гумуса в почве, относятся следующие: превращение пастбищ, лесов и естественной растительности в пахотные земли; глубокая вспашка почв; дренаж, использование удобрений; распашка торфяных почв; севообороты с пониженным содержанием трав; эрозия почвы и лесные пожары. Уменьшение количества растительных остатков, поступающих в почву, и усиление минерализации органического вещества почвы в результате интенсивной обработки приводят к разбалансированию биогеохимического цикла углерода. За счет эрозии за период 1850–2005 гг. произошла потеря 74 ± 18 PgC, из которых 79–85% приходится на сельскохозяйственные угодья и пастбища (Naipal *et al.*, 2018). Согласно региональной оценке (ФАО, 2015), потеря гумуса отмечается в почвах на 23–70% площадей сельскохозяйственных угодий в разных странах Евразийского региона.

Процесс потери органического вещества различается по скорости в минеральных и торфяных почвах. В последней группе деградация почв после осушения может быть довольно быстрой, вызывая интенсивный поток углекислого газа в атмосферу, а в некоторых местах приводя к полной минерализации органического слоя и обнажению неплодородных нижележащих отложений.

В Казахстане дегумификация почв в результате эрозии происходит на площади 11,53 млн га (Заключительный отчет Казахстана, 2018). Возделывание целинных земель в Казахстане привело к потере около 570 млн т углерода из почв, причем значительная его часть была утрачена в результате ветровой эрозии (ФАО, 2015).

В Российской Федерации более 56 млн га минеральных почв земель, используемых в сельском хозяйстве, характеризуются потерей органического вещества (Шоба и др., 2008). По результатам мониторинга содержания органического вещества в почвах Российской Федерации в 2018 г., среди обследованных 99,7 млн га преобладают слабогумусированные почвы, которые занимают 37,0 млн га (37,1% обследованной площади). Значительные территории занимают почвы, содержание гумуса в которых меньше минимального, — 25,0 млн га (25,1%), в то время как доля сильногумусированных почв не превышает 11,4 млн га (11,4%). Наибольшее количество пахотных земель с содержанием гумуса меньше минимального расположено в степных районах (Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения, 2020).

В Республике Молдова потеря органического вещества отмечается более чем на 1 млн га (Leah, 2012).

В Украине за последние 130 лет потери гумуса в почвах лесостепной зоны составили 22%, в степной — 19,5%, в Полесье — около 19% от на-

чального их количества. По данным на 2010 г., в стране 18,4 млн га характеризуются потерей органического вещества (Лактионова и др., 2010).

В почвах Азербайджана (Babaev, Gurbanov, 2010; Babaev, Gurbanov *et al.*, 2015) в среднем наблюдается уменьшение содержания гумуса в 1,5–2 раза по сравнению с данными агрохимических обследований 1970–1980-х гг. Этот негативный процесс больше всего развит в почвах, используемых под монокультуры.

В республиках Южного Кавказа потеря органического вещества почв, так же как и другие данные по показателям НБДЗ, не задокументирована на национальном уровне, что подчеркивается, например, в докладе Грузии (National target setting, 2018). Также сложности с учетом масштабов дегумификации связаны с тем, что в горных странах трудно разделить эрозию и потерю гумуса, вызванную минерализацией.

Торфяные почвы содержат самую высокую концентрацию органических веществ среди всех почв (рис. 2.2-4). При этом торфяники в настоя-



Рисунок 2.2-4. Неосушенное болото — сохранившийся очаг естественного биоразнообразия

щее время находятся под угрозой из-за добычи торфа, мелиорации для сельскохозяйственных нужд, пожаров и изменения климата.

Дегградация органических почв особенно выражена в Беларуси, где сильно деградировано около 190 тыс. га торфяных почв: торфяной слой полностью минерализован, а на площади 18,2 тыс. га обнажены пески (FAO, 2015).

В Российской Федерации минерализация торфа оценивается на обширных осушенных территориях с органогенными почвами, расположенными в основном на севере европейской части страны. Общая площадь осушенных торфяников оценивается в 3,86 млн га, но площадь сильно деградированных осушенных торфяных почв неизвестна. Фактически обширные площади некогда осушенных торфяников заброшены из-за пере-

мещения сельского хозяйства в более климатически благоприятные регионы по рыночным причинам. Осушенные торфяники подвергаются пожарам в засушливые летние периоды. В 2010 г. торфяные пожары в центре европейской части Российской Федерации вызвали настоящую экологическую катастрофу. Также распространенной практикой в Российской Федерации является осушение леса для повышения продуктивности леса на заболоченных территориях.

Минимизация потерь гумуса в почвах обеспечивается внедрением почвозащитных технологий обработки почвы (рис. 2.2-5), противоэрозионных мероприятий и исключением практики сжигания растительности и ее остатков на полях. Методы управления аккумуляцией гумуса в почве при антропогенном влиянии различной интенсивности включают внедрение севооборотов с оптимальным соотношением культур, а также систем удобрения, способствующих большему поступлению в почву углерода и длительному его пребыванию в почве. Для регулирования гумусного состояния пахотных почв необходимо управлять количеством и качеством поступления углеродсодержащих материалов в почву, а также процессами их гумификации путем более глубокого размещения в толще почвы (>20 см), сроков



Рисунок 2.2-5. Нулевая обработка почвы в России, Самарская область

внесения и сочетания с минеральными удобрениями (Skrylnyk *et al.*, 2019).

По оценкам, от 16 до 30% содержания углекислого газа в атмосфере может быть депонировано в почве за счет повышения содержания органического вещества почвы на 5–15% (Baldock, 2007; Kell, 2011). Для регуляции и снижения эмиссии CO₂ из почвы предусматривается создание таких условий, при которых сохранялась бы масса почвенного органического вещества и происходило замедление процессов его разложения. Эти условия включают: снижение интенсивности вспашки, использование почвопокровных культур, обеспечение баланса между отчуждением и возвращением в почву питательных веществ и другие (Siabruk, 2017).

Потенциал для связывания углерода в почве в Центральной Азии составляет от 10 до 22 ТГ Су-1 (16±8 ТГ Су-1) в течение 50 лет, что составляет 20% выбросов CO₂ при сжигании ископаемого топлива (Lal, 2004).

Парижское соглашение, совместная работа Коронии в области сельского хозяйства и недавний специальный доклад по климату и землепользованию Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC, 2019) привели к созданию благоприятной политико-институциональной среды, которая позволит поддерживать и применять устойчивые методы управления ПОВ, основанные на сохранении содержания углерода в почвах и/или секвестрации атмосферного углерода. В 2017–2020 гг. консорциумом CIRCASA была подготовлена основа для создания Международного исследовательского консорциума по секвестрации углерода в землях в сельском хозяйстве.

2.2.3. Техногенное загрязнение почв

В большинстве стран ЕАПП сложилась напряженная ситуация с загрязнением почв в связи с прошлым экстенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства в Советском Союзе, когда увеличение производства имело приоритет над безопасностью для окружающей среды и здоровья человека. Даже после резкого спада промышленного развития и уменьшения доз сельскохозяйственных химикатов обширные площади пахотных земель, пастбищ и природных экосистем остаются сильно загрязненными.

Основными источниками загрязнения почв являются: загрязнение радионуклидами в результате гражданских и военных ядерных программ СССР, локальное загрязнение из промышленных и горнодобывающих источников и использование пестицидов. Вопросы управления загрязненными почвами решаются в разных странах по-разному. Единого законодательного подхода

в области загрязнения почв в регионе не существует, что создает определенные препятствия для мониторинга и контроля загрязнения почвы, особенно в случае трансграничного загрязнения (FAO, 2018a).

Техногенное загрязнение почв может диффузно распространяться на значительные территории и иметь нечеткие пространственные границы с различными уровнями концентраций загрязнителей (общее диффузное техногенное загрязнение) либо локализоваться вблизи одного или нескольких источников техногенного загрязнения и иметь четкие пространственные границы (локальное техногенное загрязнение). Вокруг центров техногенных эмиссий (ТЭЦ, металлургические и химические заводы, подземные шахты, карьеры рудников, транспортные сети и т.д.) опасные и чрезвычайно опасные уровни загрязнения почв установлены в пределах 5–15 км. Константное и периодическое действие фактора техногенного химического загрязнения определяет химическую деградацию почвенного покрова.

Обширные территории Евразии пострадали от загрязнения радионуклидами. Самым печально известным районом радионуклидного загрязнения является Чернобыль (Украина), где в апреле 1986 г. произошла авария на атомной электростанции. В Украине загрязненная в результате катастрофы площадь оценивается в 8,40 млн га, в Беларуси — около 0,25 млн га, в Российской Федерации — до 5,51 млн га. Основной загрязняющий агент — цезий-137. В Российской Федерации есть и другие объекты с остаточной радиоактивностью, связанные с ядерными авариями 1949, 1957 и 1967 гг. на Урале и в Западной Сибири. Другим важным источником загрязнения является зона советских ядерных испытаний на полигонах Капустин Яр (в Российской Федерации), Семей (бывший Семипалатинск) и Лира в Казахстане. На ядерном полигоне в Семей радиоактивному загрязнению подверглись около 2 млн га сельскохозяйственных земель. К радионуклидам относятся изотопы тория, бария и радия. Другие локальные источники радиоактивных веществ связаны с урановыми рудниками в Казахстане, Узбекистане и Кыргызстане. Ситуация особенно опасна в Кыргызстане, где урановые рудники расположены в основном на крутых склонах и радионуклиды могут легко мигрировать в долины, используемые для сельского хозяйства (FAO, 2018a).

Точное количество участков локального загрязнения почв вокруг промышленных и горнодобывающих объектов в Евразийском регионе не зафиксировано. Ориентировочное количество загрязненных участков в Турции находится в диапазоне 1000–1500, из которых 5–10% считаются участками, требующими восстановления (Bircu Ozkaraova Gungor, 2008). В Российской Федерации

ежегодно изучается только 35–40 участков, с некоторым перекрытием из года в год, для мониторинга динамики на наиболее загрязненных участках. Очевидно, что количество потенциально загрязненных территорий намного больше.

В Азербайджане площадь загрязненных почв оценивается в 33 300 га, в том числе 11 143 га загрязнены продуктами нефтехимии, около 11 000 га находятся под продуктами добычи полезных ископаемых и 5000 га находятся под строительным мусором. В Беларуси большая часть загрязненных почв находится в городской среде (78 тыс. га) и вокруг автомагистралей (119 тыс. га), в то время как из сельскохозяйственных земель загрязнены только 10 тыс. га. В Казахстане земли, загрязненные тяжелыми металлами и радиоактивными веществами, занимают около 21,5 млн га. В Российской Федерации площадь почв, загрязненных тяжелыми металлами, составляет около 730 тыс. га, а нефтью и побочными продуктами превышает 100 тыс. га. Общая площадь загрязненных почв оценивается в 3,6 млн га, в том числе 1,4 млн га сельскохозяйственных земель.

В Российской Федерации на фоне медленного улучшения показателей загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов загрязнение почв не снижается. Это свидетельствует о том, что существующие меры государственного регулирования не обеспечивают предотвращение загрязнения почв и ликвидацию существующего. По данным Росгидромета, в городах, расположенных в зоне влияния деятельности металлургических производств (Верхняя Пышма, Каменск-Уральский, Кировград, Невьянск, Нижний Тагил, Первоуральск, Ревда, Реж, Свирск и других), содержание токсичных тяжелых металлов (свинца, кадмия, меди, цинка и других) превышает гигиенические нормативы. В этих, преимущественно небольших, городах загрязненные почвы используются в сельскохозяйственных целях, в результате чего овощи, ягоды, куриные яйца и другая продукция может содержать повышенные содержания этих металлов (Доклад о человеческом развитии, 2017).

Статус зоны чрезвычайной экологической ситуации в Российской Федерации получили города, в которых зафиксирован высокий уровень загрязнения окружающей среды канцерогенным бенз(а)пиреном: Братск, Каменск-Уральский, Череповец, Шелехов, где находятся алюминиевые заводы; Нижний Тагил и Магнитогорск, где расположены крупные металлургические заводы; «никелевый» Орск в Оренбургской области; «диоксиновый» Чапаевск; Ангарск и Новокуйбышевск — с нефтеперерабатывающими предприятиями; Новочеркасск Ростовской области, где находится крупнейший в Европе электродный за-

вод (Доклад о человеческом развитии, 2017).

В таких странах, как Азербайджан, Туркменистан, Казахстан и Российская Федерация, нефтяная промышленность является одним из основных источников загрязнения. В Российской Федерации около 30 тыс. га оленьих пастбищ потеряно из-за разливов нефти. В нефтеносных районах Западного Казахстана и Торгайской равнины на площади более 500 тыс. га большие участки почвенного покрова загрязнены нефтью и радиоактивными материалами, высокие уровни засоления промышленными сточными водами и наблюдается технологическая трансформация почвенного ландшафта.

Перечень горячих точек загрязнения почв в Центральной Азии приведен в материалах Глобального симпозиума по загрязнению почв (FAO, 2018a). В документе отмечается, что несмотря на то что проблема загрязнения почв стоит во всех странах ЕАПП, наиболее обширное и сильное загрязнение наблюдается в Казахстане, Кыргызстане, Российской Федерации и Украине. Основными загрязнителями являются тяжелые металлы, продукты нефтегазовой отрасли и средства защиты растений.

В Украине, по оценкам отдела охраны почв ННЦ «ИПА имени А. Н. Соколовского», установлено, что общая площадь загрязненных земель составляет около 8,6 млн га, из них 4,2 млн га — радиационно загрязненные земли; 1,6 млн га — земли, загрязненные тяжелыми металлами; 2,8 млн га — земли, загрязненные токсикантами органической и неорганической природы. Площади загрязнения почв предприятиями черной и цветной металлургии составили 36 тыс. га, коксохимическими заводами — 888 тыс. га, отвалами шахт — почти 306 тыс. га. Площади придорожных полос, почвы которых имеют опасную категорию загрязнения тяжелыми металлами, составляют 25,8 тыс. га.

Вследствие чрезмерной концентрации промышленного производства и высокой урбанизации в Украине образованы зоны опасного уровня загрязнения природной среды, особенно в Запорожской, Днепропетровской, Донецкой, Луганской областях, в отдельных районах нефтедобычи Львовской и Ивано-Франковской областей.

По данным ежегодных национальных докладов о состоянии окружающей природной среды, в Украине в наиболее загрязненных городах (Алчевск, Константиновка, Мариуполь) среднее содержание тяжелых металлов в почве превышает ПДК в 30 раз. Зачастую очаги техногенного загрязнения охватывают и земли сельскохозяйственного назначения, расположенные в пределах расширяющихся городов. Однако несовершенство методологии проведения обследований и оценки степени загрязнения заставляет крити-

чески отнестись к приведенным цифрам. Как правило, очаги техногенного загрязнения высокого и чрезвычайно высокого уровня являются локальными и не оказывают значительного влияния на состояние сельскохозяйственных угодий в целом. Главным фактором загрязнения почв урбанизированных территорий Украины является пирогаз, обусловленный сжиганием топлива, твердых бытовых и промышленных отходов, процессами выплавки металлов, термического преобразования каустобиолитов, сжигания известково-карбонатных и силикатных веществ при производстве строительных материалов. Сложные по строению ареалы рассеяния загрязняющих веществ зафиксированы: в Алчевске — Ni, F, в Виннице — Zn и Cu, в Киеве — Hg, в Константиновке — Zn, в Кривом Роге — Cd, в Мариуполе — SO_4^{2-} , в Николаеве — Pb, в Полтаве — Mn и Ni, в Шостке — Mn (Тютюнник, Горлицкий, 2000).

Благодаря высокой поглотительной способности и слабощелочной реакции среды черноземы основных промышленных регионов Украины (Донбасс, Кривбасс, район Мариуполя, Среднее Приднепровье и т. д.) обладают повышенной устойчивостью к техногенному загрязнению и способны удерживать значительное количество тяжелых металлов. Вследствие этого влияние большинства промышленных предприятий на накопление подвижных и потенциально доступных форм тяжелых металлов оказалось далеко не таким катастрофическим, как могло бы быть.

2.2.4. Дисбаланс биофильных элементов

Нарушение баланса биофильных элементов в связи с их выносом из почвы с сельскохозяйственной продукцией приводит к снижению продуктивности и устойчивости агроландшафтов. Многие страны ЕАПП, экспортирующие сельскохозяйственную продукцию, ежегодно вывозят за пределы страны значительное количество питательных веществ, которые не полностью компенсируются внесенными удобрениями и другими статьями их поступления в почву. Так, по экспертной оценке, в 2019 г. из Украины с зерном пшеницы и кукурузы было вывезено не сбалансированных удобрениями 117 тыс. т азота, 137 тыс. т фосфора и 85 тыс. т калия.

В Азербайджане на 1,5–2,0 млн га пахотных почв наблюдается отрицательный баланс питательных веществ (Babaev, Gurbanov, 2010). Основной причиной является недостаток внесения органических и минеральных удобрений и отсутствие севооборота.

По результатам мониторинга почв Российской Федерации по показателям фосфатного режима в 2018 г., из 100,3 млн га обследованной пашни 21,9 млн га, или 21,8%, занимают почвы с очень

низким и низким содержанием подвижного фосфора, 37,4 млн га, или 37,2%, — со средним, 21,1 млн га, или 21,0%, — с повышенным, 12,3 млн га, или 12,3%, — с высоким и 7,7 млн га, или 7,6%, — с очень высоким. Результаты мониторинга калийного режима показали, что из 98,9 млн га обследованной пашни наибольшую площадь занимают почвы с повышенным содержанием обменного калия — 27,4 млн га, что составляет 27,7% (Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения, 2019).

Потери NPK в земледелии Украины, несмотря на определенный прогресс в этом вопросе, пока превышают их поступление со средним дефицитом 36 кг/га, причем в структуре потребления минеральных удобрений украинскими агропредприятиями доля азота составляет более 68%.

До 1990 г. в Украине на 90% пашни в среднем вносили на 1 га около 150 кг действующего вещества удобрений с соотношением N:P:K = 1:0,7:0,7. Начиная с 2000 г. уровень применения удобрений в земледелии Украины постоянно растет и в настоящее время составляет около 60% вышеупомянутого.

В целом в странах СНГ в последние годы темпы роста применения удобрений замедлились из-за их значительного подорожания, что побуждает агропроизводителей вести поиск более дешевых предложений на рынке удобрений, использовать альтернативные источники пополнения баланса питательных веществ в почвах и изменять соотношение элементов питания в системе удобрения.

Среди стран ЕАЭС (Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Российская Федерация) Беларусь характеризуется наиболее высокой урожайностью во многом за счет значительных объемов внесения минеральных удобрений. Так, на 1 га посевов в Беларуси вносится 110 кг минеральных удобрений и 6,6 т органических удобрений. При этом в 2018 г. по сравнению с 2014 г. внесение минеральных удобрений сократилось на 32%.

В Российской Федерации объемы их использования существенно ниже — всего 56 кг минеральных и 1,5 т органических удобрений на 1 га посевных площадей в год. Однако в отличие от Беларуси за рассматриваемый период внесение минеральных удобрений увеличилось на 40%. Обеспечение воспроизводства плодородия почв, включая максимальное использование ресурсов органического вещества, будет способствовать дальнейшему росту урожайности и сокращению масштабов деградации сельскохозяйственных земель (Киселев, Ромашкин, 2020).

В то же время сохраняется риск чрезмерного применения удобрений в земледелии, что определяется преимущественно экономическими причинами, специализацией производства, уров-

нем технического и технологического оснащения, а также почвенно-климатическими условиями. Реальная опасность избыточного внесения удобрений характерна прежде всего для территорий с гидротермическим коэффициентом увлажнения Селянинова (ГТК) больше 1,0 и промывным или периодически промывным водным режимом, а также залеганием грунтовых вод не больше 2–3 м, что характерно для лугово-болотных, луговых и оглеенных почв, а также для аллювиальных почв. Эффективность азотных удобрений в этих условиях высокая, но возможны чрезмерные потери азота с фильтрационными водами. В частности, вымывание биогенных элементов из дерново-подзолистой супесчаной почвы Украины варьирует в таких пределах: нитраты (в пересчете на азот) — 2,9–43 кг/га, фосфор (в пересчете на P_2O_5) — 2,8–7,8 кг/га, калий (в пересчете на K_2O) — 3,0–14 кг/га. Наибольшие потери отмечены в почве под паром и пропашными культурами. Чтобы уменьшить эти потери, нужно вносить азотные удобрения весной под предпосевную культивацию и одновременно с посевом, а норму внесения дифференцировать (1/3 до посева, 2/3 в подкормки).

Систематическое нерациональное применение высоких доз удобрений может привести к серьезным нарушениям в биогеохимическом цикле питательных веществ, ухудшению качества продукции, почвы и природных вод, особенно при несоблюдении севооборотов, насыщении структуры посевов техническими культурами, вокруг крупных животноводческих и птицеводческих комплексов, в орошаемом интенсивном земледелии и т.д.

С другой стороны, многочисленные исследования свидетельствуют о том, что негативное влияние минеральных удобрений часто преувеличивается. С экологической точки зрения их нельзя ставить в один ряд с пестицидами или техногенными загрязнителями. Об этом свидетельствуют статистические данные. Так, в Украине ежегодно на каждый гектар сельскохозяйственных угодий (в том числе и пашни) с атмосферными осадками поступает 30–500 г тяжелых металлов (кадмия 9–30 г). Учитывая, что содержание тяжелых металлов в фосфорных удобрениях колеблется в пределах 15–250 мг/кг, даже при норме внесения 200 кг/га (40 кг/га P_2O_5) в почву поступает только 3–80 г тяжелых металлов на гектар (0,6–6 г/га кадмия). Таким образом, поступление тяжелых металлов в почву с минеральными удобрениями, как правило, на порядок ниже в сравнении с техногенными источниками. Более того, традиционные виды удобрений не приводят к существенному загрязнению почвы тяжелыми металлами, но могут увеличивать дефицит для растений таких необходимых микроэлементов, как цинк,

медь, марганец, кобальт, для которых складывается отрицательный хозяйственный баланс.

Таким образом, рациональная система удобрения должна предусматривать обязательную оценку негативного влияния агрохимикатов на агроценозы и его минимизацию, сохраняя при этом высокую эффективность.

В 2019 г. ФАО опубликовала «Международный кодекс поведения в области устойчивого использования удобрений и управления ими» (Кодекс по удобрениям) на шести языках (английский, арабский, китайский, французский, русский, испанский) (ФАО, 2019а). Кодекс по удобрениям создан в ответ на рекомендацию Комитета по сельскому хозяйству (КСХ) ФАО ООН о повышении безопасности пищевых продуктов и безопасном применении удобрений, а также служит ответом на декларацию о загрязнении почв третьей Ассамблеи ООН по окружающей среде. При этом Кодекс призван поддерживать реализацию ДРП УУПР.

Кодекс по удобрениям разработан с целью оказания помощи заинтересованным сторонам в создании систем контроля за производством, распространением (включая продажу), качеством, управлением удобрениями и их применением для устойчивого развития сельского хозяйства и достижения целей устойчивого развития путем содействия комплексному, экономичному и эффективному использованию качественных удобрений.

Документ содержит четкие рекомендации правительствам всех стран мира установить законодательные нормы по ограничению продажи и применения удобрений в случае превышения в них тяжелых металлов и других загрязняющих веществ, которые могут попасть в почву. Кодекс по удобрениям призывает правительства и производителей удобрений обеспечивать четкую маркировку удобрений, включающую информацию о содержании загрязняющих веществ (в том числе тяжелых металлов) и о потенциальном воздействии на окружающую среду и здоровье людей.

В Кодексе по удобрениям неоднократно обращается внимание на необходимость соблюдения:

- севооборотов, возделывания зернобобовых и других бобовых культур, сидератов и зеленых;
- использования всех источников органических удобрений, включая вторично переработанные материалы, — таких как сточные воды, осадок сточных вод, биосолиды, компост;
- первоначального регулирования почвенных свойств, препятствующих использованию питательных веществ удобрений;
- всесторонней проверки эффективности добавок, таких как биостимуляторы и ингибиторы.

Форма азотных удобрений и способ их внесения также немаловажны в отношении вымыва-

ния нитратного азота. В условиях повышения цен на минеральные удобрения многие агропроизводители стремятся использовать более дешевые жидкие формы азотных удобрений, такие как безводный аммиак или аммиачная вода, вместо традиционных гранулированных форм. С одной стороны, благодаря взаимодействию аммиака удобрений с почвенно-поглощающим комплексом в почве он находится в обменной форме, что сокращает опасность нисходящей миграции минерального азота. С другой стороны, однократное внесение необоснованно высоких доз безводного аммиака в ленту при благоприятных для нитрификации гидротермических условиях может привести к формированию очагов накопления нитратов и промыванию их за пределы профиля.

На протяжении последних 20 лет стоимость 1 кг азота в наиболее распространенной форме азотной селитры соответствовала стоимости 4,7–7,1 кг зерна группы зерновых и зернобобовых культур. Это сдерживает стремления агробизнеса получить максимум прибыли за счет наращивания норм применения минеральных удобрений, поскольку окупаемость их при этом снижается. Однако соотношение N:P:K в составе применяемых в Украине удобрений в целом характеризуется большей долей азота, чем в мире (1:0,20:0,27 и 1:0,39:0,27 соответственно). Подобное преобладание азотной составляющей в системе удобрений ведет к усилению минерализации органического вещества почв, что усугубляется современной структурой посевных площадей с преобладанием пропашных культур и необходимостью периодической вспашки в технологии их выращивания.

Наряду с этим оптимизация азотного питания растений невозможна без дальнейшего развития его биологической составляющей. Увеличение в севооборотах доли бобовых, их селекция в направлении увеличения азотфиксации, внедрение промежуточных сидеральных культур должны обеспечивать постепенное возрастание роли биологического азота в отечественном земледелии. Важно также соблюдение оптимальных соотношений N:S и N:P в системах удобрения и своевременное устранение явлений дисбаланса питания растений. По данным А. С. Заришняка и В. В. Иваниной (2013), для достижения сбалансированного состояния черноземов оподзоленных в севооборотах с сахарной свеклой, требующих внесения высоких доз азота, необходимо сочетание внесения побочной продукции и заправки пожнивных сидератов (горчицы белой), что эквивалентно внесению 13,3 т/га навоза. К сожалению, недостаточная влагообеспеченность черноземов степной зоны и континентальной части лесостепи не позволяет успешно практиковать промежуточные посевы сидеральных культур.

2.2.5. Природное и антропогенное засоление и осолонцевание почв

Засоление является глобальной проблемой человечества и одним из факторов, усиливающих процесс опустынивания и влияющих на продовольственную безопасность стран региона.

Существуют разные подходы к определению засоленных почв. Согласно ДСТУ 7827:2015 (2017), к засоленным относят почвы, в которых содержание водорастворимых солей (хлоридов, сульфатов и гидроксидов) превышает порог токсичности. Согласно нормативам (ФАО, 2017b), к категории засоленных (Salt-affected soils) относят почвы, содержащие хотя бы в одном горизонте почвенного профиля легкорастворимые соли или их ионы в количествах, превышающих порог токсичности — максимально допустимое количество солей, которое не вызывает угнетения растений. В группе засоленных почв выделяют засоленные почвы без солонцового горизонта (солончаки и другие засоленные почвы без солонцового горизонта) и с выраженным солонцовым горизонтом (солонцы и солонцеватые почвы).

Выделяют два типа засоления почв: первичное природное засоление и вторичное (антропогенное) засоление, вызванное деятельностью человека. Этот процесс наиболее распространен в засушливых районах, обычно в понижениях рельефа.

Причины засоления почв многофакторны, сложны и различаются по странам Евразийского региона, но в значительной степени обусловлены чрезмерной эксплуатацией природных ресурсов, в частности за счет неустойчивых и нерациональных методов ведения сельского хозяйства, землепользования и неурегулированного управления водными ресурсами, которые усугубляются под влиянием изменений климата, засух и других экстремальных ситуаций (ФАО, 2017b).

Первичное засоление происходит естественным образом, процессы естественного солеотложения привязаны к определенным типам рельефа, геоморфологическим и гидрогеологическим условиям. Они развиваются в областях с высоким уровнем грунтовых вод, плохой сточностью и дренируемостью. Основными источниками засоления почв являются соли материнских пород, минерализованные грунтовые воды, поверхностные воды и эоловое перемещение солей.

Вторичное (антропогенное) засоление почв проявляется в результате антропогенного изменения природных почвенно-галогеохимических условий. Оно может быть обусловлено подъемом грунтовых вод на орошаемых и подтопляемых землях, мобилизацией солевых запасов подстилающих пород, поступлением солей с оросительными водами повышенной минерализации и ря-

дом других факторов, приводящих к аккумуляции солей в почвах (Стратегія збалансованого використання, 2012). Поэтому перед началом поливов необходимо обязательно проводить оценку пригодности участка для орошения на основании ряда показателей, чтобы предотвратить развитие деградационных процессов.

Территории, подверженные естественному засолению, занимают значительно большие площади, чем те, которые засоляются в результате орошаемого земледелия.

Засоленные почвы распространены почти во всех странах Евразийского региона. По химическому составу солей в Евразийском регионе преобладают почвы сульфатного типа засоления. Общая площадь земель, подверженных засолению, оценивается приблизительно в 242 млн га. Сосредоточены эти земли преимущественно в Азербайджане, Казахстане, Российской Федерации, Туркменистане, Узбекистане и Украине (ФАО, 2017b).

Засоленные и натриевые почвы широко распространены в регионе Центральной Азии и Кавказа, в частности, в Центральной Азии, где от 40 до 80% орошаемых земель страдают от засоления и/или перенасыщения водой (ФАО, 2015b).

В Республике Азербайджан около 633,8 тыс. га орошаемых земель (43,8%) в различной степени засолены, из которых 429,8 тыс. га (68%) и 139,8 тыс. га (22%) характеризуются слабой и средней степенью засоления почв, и около 66,2 тыс. га (0,4%) — сильнозасоленные почвы. Основные очаги распространены на Кура-Араксинской низменности и Апшеронском полуострове (ФАО, 2017b). Около 45% орошаемых земель в Азербайджане являются солончаками (АКВАСТАТ, 2012).

Площадь засоленных почв в Казахстане (в том числе солонцеватых, щелочных почв и сочетаний с другими почвами) составляет 111,55 млн га, или 41% от всей территории страны (Боровский, 1982). На большей части этих площадей отмечается естественная минерализация из-за присутствия морских отложений.

В Кыргызстане, по данным на 2015 г., из общей площади 10 625,2 тыс. га сельскохозяйственных угодий засоленные почвы занимают 1626,0 тыс. га, солонцеватые — 658,4 тыс. га (Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызской Республики, 2016).

В Российской Федерации около 21% общей площади сельскохозяйственных земель относятся к категории засоленных, из них 16,3 млн га (около 9%) составляют засоленные (несолонцовые) почвы и более 23 млн га (12,5%) приходится на засоленные почвы солонцовых комплексов. Наиболее широко распространены засоленные почвы на юге России в пределах полупустынной, сухостепной, степной и лесостепной зон (Засо-

ленные почвы, 2006). На территории европейской части страны общая площадь почв с растворимыми солями в верхнем метре достигает 23,3 млн га, из них половина — солончаковые почвы (с растворимыми солями в слое глубже 30 см), около 25% — засоленные с поверхности. Преобладают почвы сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления (>50% площади засоления). Щелочные содово-засоленные почвы и почвы с участием соды составляют около 6% (Хитров, Рухович и др., 2009).

Засоленные почвы также широко распространены в Туркменистане и охватывают 14,1 млн га, или 28,7% от общей площади страны (Панкова, 1992), причем сосредоточены они на западе, вблизи Каспийского моря. До 68% от общей площади орошаемых почв в Туркменистане затронуты чрезмерным засолением (ФАО, 2013a).

Площадь засоленных почв в Узбекистане составляет 20,8 млн га, или 46,5% территории страны (Кузиев, Сектименко, 2009). В 2007 г. площади в различной степени засоленных орошаемых земель в республике достигали 2154,7 тыс. га, что составляло 50,3% от общей площади орошаемых земель (Национальный доклад Республики Узбекистан о состоянии окружающей среды, 2020). Грунтовые воды залегают менее чем в двух метрах от поверхности примерно на одной трети площадей орошаемых земель в Узбекистане, причем 51% орошаемых земель страдают от чрезмерного засоления почвы (ФАО, 2013a).

Засоленные почвы в Украине занимают относительно небольшую площадь (около 7%) — 1,92 млн га, из них 1,71 млн га в сельскохозяйственном использовании. Среди орошаемых земель насчитывается около 350 тыс. га засоленных, из них 70–100 тыс. га вторично засоленных почв (Стратегія збалансованого використання, 2012).

Площадь солонцовых почв, в составе поглощающего комплекса которых содержится определенное количество катионов натрия и калия, придающих почвам неблагоприятные химические, физико-химические и водно-физические свойства, в Украине составляет 2,8 млн га (рис. 2.2-6). Солонцы не образуют сплошных массивов, а залегают отдельными пятнами различной площади и конфигурации среди зональных почв, образуя комплексы.

Проблема использования засоленных почв особенно обостряется в условиях изменения климата, увеличения частоты засух, которые представляют риски для ведения земледелия в условиях засушливых и полузасушливых зон. Засухи способствуют активизации процессов засоления и аккумуляции солей в верхних горизонтах, что негативно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных культур, ограничивает производство



Рисунок 2.2-6. Засоленные почвы в сухостепной зоне Украины

сельскохозяйственных культур и, следовательно, оказывает негативное воздействие на продовольственную безопасность. Потери урожайности в засушливых районах из-за засоленности почвы достигают от 18–26% до 43%.

Высокие концентрации водорастворимых солей в почве приводят к повышению осмотического давления почвенного раствора и ухудшению обеспечения растений водой из-за недостаточной всасывающей силы корневых систем. В результате снижается транспирация, замедляется фотосинтез, ухудшается минеральное питание растений, нарушается нормальное соотношение элементов минерального питания. Исчезают многие виды растительных организмов, появляются новые растения-галофиты (солянка и др.). Уменьшается генофонд наземных популяций в связи с ухудшением условий жизни организмов, усиливаются миграционные процессы.

Поэтому вторичное засоление является одним из деградационных процессов, влияющих на экологическое состояние земель.

При орошении минерализованными водами в почвах может развиваться вторичная солонцеватость в результате насыщения коллоидного комплекса натрием и калием. Они, как и солонцы, характеризуются неблагоприятными агрофизическими свойствами, неудовлетворительной макро- и микроструктурностью, но отличаются меньшей степенью проявления указанных негативных свойств.

Установлена стадийность процесса ирригационного осолонцевания. На первой стадии происходит поглощение натрия в первые 2–3 года орошения, затем стабилизация его содержания в пахотном слое, а в дальнейшем расширение процесса сорбции натрия вглубь профиля с повышением степени солонцеватости от слабой до средней и сильной (Наукові основи охорони, 2009).

Степень развития процесса осолонцевания за-

висит от качества поливных вод, исходных свойств почв, определяющих их устойчивость к развитию деградационного процесса.

Таким образом, проблема использования и мелиорации засоленных и солонцовых почв для стран Евразийского региона является актуальной и требует разработки комплекса мероприятий по устойчивому управлению и повышению их плодородия.

2.2.6. Нарушенные и неиспользуемые земли, запечатывание почв

Запечатывание почвы вызывает полную потерю почвенных свойств и препятствует выполнению почвой важных экологических функций. Уменьшаются потоки газа, воды и энергии, что влияет на биоразнообразие почвы. Снижаются водоудерживающая способность, способность почвы поглощать атмосферные осадки и подпитка почвы грунтовыми водами, что приводит к увеличению риска наводнений. На наземное биоразнообразие влияет фрагментация местообитаний и нарушение экологических коридоров. Таким образом, даже небольшие участки запечатанной почвы могут оказывать косвенное воздействие на большие пространства.

В Евразийском регионе площадь застроенных земель невысока по отношению к общей площади региона. Однако в окрестностях крупных городов происходит интенсивное изъятие сельскохозяйственных угодий и лесов под жилищное строительство и объекты инфраструктуры зачастую с полным уничтожением плодородных почв.

По данным Росреестра, за период 2010–2018 гг. площадь земель застройки увеличилась на 6,5%, под дорогами — на 2,0%, площадь нарушенных земель увеличилась на 7,2%, земель под полигонами отходов, свалками — на 12,3%. В целом по Российской Федерации за 2018 г. площадь нарушенных земель составила 1072,4 тыс. га, что на 9,9 тыс. га больше по сравнению с 2017 г. (1062,5 тыс. га).

2.2.7. Снижение биоразнообразия в почвах

Интенсивное развитие современного аграрного производства вынуждает общество все чаще ставить перед собой задачи по реализации Конвенции о биологическом разнообразии ООН, проводить оценку состояния биоразнообразия почв на уровне государств, прогнозировать угрозы. Для усиления работы в этом направлении и формирования ответственной политики ФАО и ГПП подготовлена основательная информация о национальных оценках состояния биоразнообразия почв, политике содействия сохранению и устойчивому использованию биоразнообразия

почв, повышении осведомленности и т.д. Эта информация должна стать доступной для рассмотрения государственными органами по научным, техническим и технологическим вопросам в аграрной сфере.

В Конвенции отмечено, что «главным условием сохранения биологического разнообразия является сохранение *in situ* экосистем и природных сред, поддержка и восстановление жизнеспособных популяций видов в их природных условиях» (Добровольский, Чернов, 2011). Почва представляет собой многочисленные микроразнообразные среды, которые связаны с неоднородностью минеральной составляющей почвы (новообразования), подземными частями растений (ризосфера, ризоплана), зонами вокруг гиф грибов (мико- и микоризосфера), многочисленными ходами и продуктами жизнедеятельности беспозвоночных организмов, которые играют важную роль в регуляции активности и распределения микроорганизмов в почвенном профиле. В свою очередь, микроорганизмы абсолютно необходимы беспозвоночным и растениям как источник углерода и энергии, факторов роста (Звягинцев *и др.*, 1999). По данным биологов-генетиков, именно в почвах обитает 92% известных сегодня генетических видов животных и растений, а общая биомасса растений и животных, которые связаны с почвенным покровом, составляет 99,8% от всей биомассы планеты Земля (Добровольский, Чернов, 2011). Учеными неоднократно подтверждена тесная взаимосвязь между почвами и группами живых организмов: каждому типу и виду почвы характерен свой микробиоценоз, а также свои группы растений и животных. Поэтому сохранение биоразнообразия невозможно без сохранения разнообразия почв.

Почвенная биота — это самый важный фактор поддержания экологического равновесия в агроценозах. В связи с антропогенной нагрузкой на почвы, что приводит к снижению биоразнообразия, вопрос относительно его сохранения как фактора поддержки гомеостаза и постоянства экосистем приобретает особое значение. Существенно беднеет состав биоценозов почв, сокращается численность и даже наблюдается «выпадение» отдельных видов полезных организмов, которым свойственны уникальные функции азотфиксации, метаногенеза, сульфатредукции. Большое количество агроценозов превратились в резервуары возбудителей болезней (Волкогон, 2010).

В современных условиях техногенное загрязнение почв носит глобальный характер. В Украине более 4,5 млн га загрязнены по большей части техногенными отходами — тяжелыми металлами, нефтепродуктами, радионуклидами. Остатки пестицидов обнаружены в 50–60% проб почвы и в 30–35% проб растений.

Биологическая деградация техногенно загрязненных почв определяется как процесс стойких изменений биологических свойств почвы и проявляется в изменении численности микроорганизмов, уменьшении видового разнообразия и нарушении оптимального соотношения разных видов почвенной мезо- и микрофауны, развитии патогенной микрофлоры и изменении интенсивности протекания биохимических процессов (Колесников *и др.*, 1999; Левин *и др.*, 1989). Должным образом оценить уровень техногенного воздействия на формирование деградации возможно при помощи биологических показателей. Несмотря на то что для биологических показателей характерна вариабельность и динамичность и, кроме того, они не являются генетически детерминированными (зависят от влажности и температуры почвы), однако у них наблюдается высокая информативность и с их помощью возможно всесторонне оценивать экологическое состояние почвы. Такими показателями являются общая численность и численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов и их соотношение (показатели олиготрофности и минерализации-иммобилизации азота и др.), ферментативная активность почвы, продуцирование двуокси углерода, нитрифицирующая, аммонифицирующая способность, интегральные показатели биогенности почвы, ее биологической активности, общего биологического состояния почвы, общая продуктивность почвенной системы (Дуда *и др.*, 1980; Андреек *и др.*, 1988; Андреек *и др.*, 1981). Характер изменений биологических показателей зависит от типа антропогенной нагрузки, ее длительности и интенсивности влияния на почву, взаимодействия с другими природными и антропогенными факторами.

Микробиологические и биохимические показатели позволяют определить глубину влияния антропогенной нагрузки уже на ранних стадиях и провести интегральную оценку состояния почвы и ее биоценоза (Андреек *и др.*, 1981; Медведев *и др.*, 1983; Свирскене, 2003). Именно на них базируется биологическая диагностика почв — распознавание фактического состояния почвы исходя из биологических показателей и прогнозирование динамических тенденций в нем с определением как долевого, так и общего эффекта влияния на почву факторов антропогенной нагрузки (Яковлев, 2002).

2.2.8. Природное и антропогенное подкисление почв

Кислотность почвы определяется ее способностью нейтрализовать щелочные растворы и подкислять воду и растворы нейтральных солей. Основным показателем почвенной кислотности

является уровень активности в почвенном растворе катионов водорода (протонов) который характеризуется показателем pH. Водородные ионы (протоны) являются главными реакционными агентами, принимающими непосредственное участие в замещении обменных катионов почвенно-поглощительного комплекса почв и выветривании материнских пород. Главные катион-обменные позиции в почвенно-поглощающем комплексе находятся в органическом веществе и глинистых минералах — тонкодисперсных слоистых силикатах. Протоны, выжимая адсорбированные почвенно-поглощительным комплексом катионы щелочноземельных металлов, занимают их места на обменных позициях. Поглощение почвенно-впитывающим комплексом протонов способствует их аккумуляции в почве с одновременным увеличением так называемой обменной кислотности.

Кислая почвенная среда формируется под влиянием элювиальных, подзолистых, глеевых и других элементарных процессов почвообразования. Значительная часть почв унаследовала свою кислую реакцию от материнской породы. В условиях промывного и застойно-промывного водного режима из почвы вымываются щелочные и щелочноземельные катионы, присутствие которых вызывает в почвенной среде нейтральную и даже щелочную реакцию. Интенсивное развитие почвообразовательного процесса по элювиально-иллювиальному типу приводит к подкислению почвенного раствора даже на карбонатных породах, например в серых лесных и оподзоленных почвах на карбонатных лессах или в дерновых оподзоленных почвах на мелово-мергельных отложениях. Хотя в этих случаях кальций, как один из самых эффективных регуляторов кислотно-щелочного равновесия почвы, проявляет сродство с коллоидным комплексом почвы и быстро включается в процесс почвообразования, нейтрализуя кислую среду почвы. Естественная кислотность почв формируется также в процессе трансформации органических веществ почвы. Различные органические кислоты, которые в изобилии присутствуют в почве, довольно сильно ее подкисляют, особенно если в ней нет эффективных нейтрализаторов этих кислот.

Кислые атмосферные осадки (кислотные дожди), которые являются непосредственным следствием загрязнения атмосферы выбросами промышленных предприятий, обуславливают вторичное подкисление почв, которое несет существенную угрозу их плодородию. Процессы вторичного подкисления почв также происходят под влиянием несбалансированного применения минеральных удобрений, что негативно влияет даже на нейтральные по своей природе черноземы типичные.

Важная роль в формировании кислотно-основного режима принадлежит буферным свойствам почв, с учетом их значительной роли в противостоянии кислотной деградации.

Результаты мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации за 2018 г. свидетельствуют о том, что процесс подкисления почв в стране нарастает и площади почв пашни, требующих известкования, увеличиваются. Из обследованных 100,3 млн га пашни кислые почвы, требующие первоочередного известкования, занимают 35,0%, или 35,1 млн га; из них 2,7% — сильно- и очень сильнокислые. Почвы с наиболее благоприятным уровнем реакции среды, близким к нейтральному (pH 5,6–6,0), распространены на площади 19,0 млн га, что составляет 18,9% общей обследованной площади пашни. Почвы, характеризующиеся нейтральной реакцией (pH 6,1–7,5), занимают 30,1%, или 30,2 млн га. Почвы с pH выше 7,5 определены на площади 16,0 млн га, или 16,0%. Очень сильнокислые (pH < 4) и сильнокислые (pH 4,4–4,5) почвы характерны в первую очередь для Центрального, Северо-Западного, Приволжского и Дальневосточного федеральных округов (Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения, 2020).

2.2.9. Переуплотнение почв

Интенсивное ведение сельскохозяйственного производства приводит к значительному усилению негативного воздействия ходовых систем мощных тракторов, тяжелых сельскохозяйственных машин и транспортных средств, которые широко используются в современных условиях.

Диагностические признаки физической деградации — упрощение морфологии структуры и порового пространства, устойчивое повышение равновесной плотности, снижение меж- и внутриагрегатной пористости, формирование нехарактерных для природных почв преференциальных потоков воды. Основной причиной физической деградации является превышение уровнем механической нагрузки способности почв к восстановлению модальных параметров структуры, свойств и режимов.

В результате переуплотнения, уменьшения количества агрономически ценных агрегатов, образования плужной подошвы (Медведев, 2013; Медведев та ін., 2016) снижается уровень плодородия почв, что приводит к снижению урожайности более чем на 30% и возникновению повышенного риска развития эрозионных процессов (Проектирование противоэрозионных комплексов..., 2005).

Применение энергонасыщенной техники, имеющей большую эксплуатационную массу и

высокое удельное давление на почву, приводит к ее уплотнению за вегетационный период на площади до 60–80% — до уборки, до 98% — после уборки урожая. Уплотняющее действие от колес и гусениц распространяется до 1 м в глубину и до 0,8 м в поперечном направлении и может сохраняться до следующего вегетационного периода. Качество работы при выполнении технологических операций на уплотненных участках по следам сельхозмашин не соответствует агротехническим требованиям. На поверхности поля остаются следы глубиной до 0,12 м, по которым плотность почвы существенно превышает оптимальные значения, не выдерживается заданная глубина обработки культиваторами, до 48% семян зерновых не заделываются на заданную глубину, увеличивается тяговое сопротивление рабочих органов, работающих на уплотненных участках, ухудшается качество уборочных работ.

В последние годы наблюдается негативная тенденция к утяжелению техники для сбора урожая, что приводит к тому, что более 80% энергии в земледелии может быть затрачено на то, чтобы с помощью одних машин возместить ущерб, причиненный другими машинами.

Для решения проблемы уплотнения почвы необходимо снизить среднее удельное давление колес на почву до 0,15 кг/см², что практически невозможно сделать без использования шин большого размера. Однако радикально сократить площади следов от машин до 14% от площади обрабатываемого поля позволяет технология управляемого движения по полям (Controlled Traffic Farming), которая сокращает уплотнение почвы до минимума благодаря постоянной технологической колее и позволяет повысить экономическую эффективность использования сельскохозяйственных машин.

Наиболее распространенными видами физической деградации пахотных почв Украины являются обесструктурирование (уменьшение количества агрономически ценной структуры, ее водостойкости и механической прочности, проявление глыбистости, появление корки и трещин в поверхностном слое), а также переуплотнение в подсеменном слое весной, в плужной подошве и даже за пределами пахотного слоя. Ежегодные денежные потери урожая только от переуплотнения могут достигать 0,5 млрд долларов (Медведев, 2012).

2.2.10. Неурегулированный водный режим

Естественный водный режим редко бывает оптимальным для выращивания сельскохозяйственных культур. При неурегулированном водном режиме существенно снижается продуктивность сельскохозяйственных земель (до 90%), возраста-

ет риск развития эрозии, поэтому в корнеобитаемом слое почв в течение вегетационного периода (особенно в критические фазы развития растений) необходимо поддерживать достаточное количество продуктивной влаги (Наукові основи охорони, 2009). Приемы и способы регулирования водного режима в сельском хозяйстве должны быть комплексными и зависеть от климата и погоды, состояния почвы, возделываемых растений, применяемых агротехнологий и гидрогеологических условий.

Традиционно для наиболее эффективного регулирования водного режима почв в регионах неустойчивого и дефицитного увлажнения применяют орошение. Орошение ликвидирует дефицит почвенной влаги, регулирует водный режим почвы в необходимом диапазоне, уменьшает негативное влияние воздушной засухи на сельскохозяйственные растения. При орошении происходит существенное увеличение поступления влаги в почву и создается специфический, отличный от естественного, антропогенно обусловленный водный режим, часто с чередованием промывного и непромывного/выпотного водных режимов (Роде, 1963).

Неудовлетворительное состояние оросительных сетей, чрезмерная протяженность каналов, незапланированное использование и перепотребление воды наряду с применением нерациональных посевных технологий и другие факторы способствуют существенной потере оросительных вод и поднятию уровня грунтовых вод. Так, в степной зоне Российской Федерации зарегулированность речного стока достигла 40–55%, а его суммарные потери достигли 1/3 от исходного объема.

Изменение водного баланса при орошении в сторону увеличения приходных статей может также сопровождаться существенным изменением поверхностного и внутрипочвенного стока, фильтрацией воды из каналов и других коммуникаций оросительной сети, заиливанием рек и других природных водоемов и др. Антропогенное воздействие усиливается действием природных факторов, в частности бессточностью и слабой дренированностью территорий, значительным (на 200–250 мм) увеличением количества осадков в отдельные годы и т.п. Именно поэтому к самым распространенным антропогенно спровоцированным явлениям деградационного характера в орошаемых почвах принадлежит поднятие уровня грунтовых вод различного химизма и связанное с этим развитие процессов подтопления и вторичного (ирригационного) гидроморфизма, следствием которого является развитие процессов глееобразования, слитизации, вторичного засоления (Наукові основи охорони, 2009; Меліорація ґрунтів, 2015).

Для предотвращения развития комплекса деградационных процессов в зоне орошения необходимо (Комплекс протидеградаційних заходів, 2015):

- применение водосберегающих и почвозащитных режимов орошения, новых способов орошения, которые исключают или сводят к минимуму потери поливной воды на инфильтрацию, выполняют почвозащитную функцию и обеспечивают соблюдение сбалансированности природных процессов в агроценозах;
- обустройство дренажных систем на орошаемых массивах в зависимости от естественных особенностей территорий (условий водного питания, уровней засоления, рельефа и других факторов), которые должны обеспечивать (совместно с другими агро- и гидротехническими мероприятиями) благоприятные для выращивания культур водный и солевой режимы почвы;
- при создании оросительной сети и модернизации существующей обязательно применять меры для предотвращения или сведения к минимуму фильтрации из оросительных каналов, выбирать участки под орошение с достаточной степенью природной дренированности.

Гидрогеологические условия территории, в частности особенности распространения и состава грунтовых вод, существенно влияют на формирование и функционирование почв. Поэтому значительное изменение глубины залегания уровня грунтовых вод (УГВ) трансформирует естественный водный режим почв, направленность почвообразовательных процессов, что может привести при определенных условиях к появлению деградации почв.

В Украине подтопление (естественное и антропогенно обусловленное) охватывает около 70 тыс. км², или 12% территории страны. Подтопление испытывает 541 населенный пункт, из них 223 в зонах влияния орошаемого земледелия и больших водохранилищ. Площадь подтопленных земель сельскохозяйственного назначения составляет около 118 тыс. га (Державна Програма запобігання..., 2004). Для 1–15% орошаемых земель Украины характерны гидроморфные и полугидроморфные условия с УГВ менее 2–3 м. Среди орошаемых земель Украины в разные годы насчитывается от 50–100 до 200 тыс. га вторично засоленных почв (Меліорація ґрунтів, 2015).

В пределах сельскохозяйственных земель Украины одним из наиболее масштабных трансформационных воздействий на водный баланс грунтовых вод и, соответственно, на положение их уровня оказывают гидротехнические мелиорации, в частности орошение и осушение, учитываемые ныне площади проведения которых

составляют соответственно 2178,3 тыс. га и 3307,0 тыс. га.

Опыт эксплуатации оросительных систем в степной зоне Украины и анализ изменения гидрогеологических условий на орошаемых массивах свидетельствуют, что в их пределах вследствие увеличения приходных статей водного баланса грунтовых вод (строительство водохранилищ, фильтрация воды из необлицованных оросительных и сбросных каналов, инфильтрация на орошаемых полях) происходил, как правило, подъем УГВ. Так, в Одесской и Николаевской областях (междуречье Дунай — Днестр — Ингулец) в пределах лессовых водораздельных плато площади земель с УГВ менее 3,0 м за время орошения увеличились с 30,0 тыс. га до 96,0 тыс. га, а в Крыму за первые 20 лет ирригации — с 170,0 тыс. га до 510,0 тыс. га (орошаемые и прилегающие к ним земли).

В связи с подъемом УГВ близко к поверхности земли в районах орошения наблюдалось развитие процессов подтопления, вторичного (ирригационного) гидроморфизма автоморфных и субавтоморфных почв (оглеение, слитизация), а также вторичного засоления. Для предотвращения или минимизации развития этих негативных процессов путем регулирования водно-солевого режима почво-грунтов на орошаемых массивах был построен инженерный дренаж (горизонтальный, вертикальный и комбинированный) на площади около 600 тыс. га.

В последние два десятилетия в связи с уменьшением фактических площадей полива (до 530 тыс. га — в 2018–2019 гг.), снижением норм полива, расширением использования систем капельного орошения, а также под влиянием климатических условий наблюдается снижение глубин залегания грунтовых вод в районах расположения оросительных систем в разных регионах страны.

Как свидетельствуют результаты мониторинга эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель, осуществляемого водохозяйственными организациями Госводагентства Украины на большей части площадей орошаемых земель (1340,4 тыс. га, или 79% от общей площади 1698,2 тыс. га контролируемых поливных угодий — без Автономной Республики Крым (АРК)), почти во всех областях грунтовые воды залегают на глубинах свыше 5 м, формируя автоморфные и субавтоморфные условия функционирования почв. При этом доля площадей с глубоким залеганием УГВ в региональном плане в последние 25 лет колеблется от 50–60% (АРК, Николаевская область) до 85–93% (Донецкая, Полтавская области). В пределах Кировоградской, Сумской и Черниговской областей практически на всех орошаемых землях глубина залегания УГВ превышает

5 м, что связано, в первую очередь, с прекращением или минимизацией проведения поливов. На площади 263 тыс. га, или 15,5% всех контролируемых орошаемых земель (без АРК), УГВ залегает на глубинах от 3 до 5 м (автоморфно-гидроморфные условия). Поливные земли с такими УГВ занимают от 8–10% (Донецкая, Одесская и Полтавская области) до 20–30% (Запорожская и Николаевская области, АРК) общей их площади в пределах областей. Гидроморфные и субгидроморфные условия (УГВ меньше 2–3 м) являются характерными для 94,9 тыс. га (160,5 тыс. га с учетом АРК) орошаемых земель, а доля таких площадей в разрезе отдельных областей составляет от 1–6% (Полтавская, Запорожская, Донецкая и Харьковская области) до 15–30% (Николаевская область, АРК). При этом общая площадь орошаемых земель с близким залеганием УГВ (до 2 м) составляет 24,4 тыс. га (45,8 тыс. га с АРК — 2013 г.) при максимальной их доле (свыше 5%) в Одесской области и АРК.

Следует особо отметить влияние на изменение уровня режима грунтовых вод существенной трансформации климатических условий практически во всех природных зонах и регионах Украины, связанной с глобальными изменениями климата, в частности потеплением и увеличением засушливости. В первую очередь это обусловлено уменьшением инфильтрационного питания грунтовых вод из-за повышения среднемесячной температуры воздуха и, соответственно, потенциального испарения. Кроме того, из-за повышения температуры воздуха и длительных бездождевых периодов в теплое время года увеличивается испарение с поверхности грунтовых вод и соответственно ее снижение до отметок, при которых процесс испарения существенно замедляется. Вследствие этого наблюдается частичная аридизация условий территории Лесостепи и Полесья, что проявляется как в зональном снижении уровня грунтовых вод, так и в трансформации их химического состава и увеличении минерализации. Одним из подтверждений этого является зафиксированное в последние 6–8 лет заметное снижение УГВ, что проявилось, в частности, начиная с 2015 г. в периодическом пересыхании шахтных колодезей во многих населенных пунктах зоны Украинского Полесья, существенном переосушении мелиорированных земель, особенно торфяников. Такие изменения уровней характеристик водоносных горизонтов грунтовых вод ухудшают экологические условия функционирования зональных почв, особенно органогенных, повышая риск их деградации вследствие развития процессов обезвоживания.

Способствовать решению вопроса оптимизации регулирования уровня режима грунто-

вых вод, водно-солевого и воздушного режимов почв на гидромелиоративных системах может реализация Стратегии орошения и дренажа в Украине на период до 2030 года, принятой распоряжением Кабинета Министров Украины от 14 августа 2019 г. №688-р., которая предусматривает развитие оросительных и дренажных систем путем их модернизации или нового строительства на современном техническом уровне с учетом климатических и экологических факторов устойчивого функционирования мелиорируемых почв.

При использовании для орошения качественных вод и создании благоприятного водного режима формируются высокопродуктивные агроценозы (Наукові основи охорони..., 2009). Производительность орошаемых земель выше, чем неорошаемых, от 2 до 8 раз, в зависимости от выращиваемых культур.

При использовании для орошения вод низкого качества развиваются деградационные процессы — засоление, осолонцевание, уплотнение, обесструктурирование и слитизация, коркообразование, загрязнение. Также негативными последствиями орошения могут стать: поднятие уровней грунтовых вод, развитие процессов подтопления и переувлажнения земель.

В современных условиях выделяют четыре группы ситуаций существования переувлажнения в зоне орошения:

- природные гидроморфные и полугидроморфные ландшафты, где распространены почвы гидроморфного ряда;
- подтопление и заболачивание неорошаемых почв вследствие влияния крупных водохранилищ;
- подтопление и заболачивание почв на орошаемых массивах;
- переувлажнение почв изначально автоморфных на склонах водоразделов вследствие водорегулирующих воздействий (Меліорація ґрунтів, 2015).

Для предотвращения переувлажнения на орошаемых и прилегающих к ним землях необходимо обязательное соблюдение ряда требований к созданию и модернизации оросительной сети, обустройству дренажных систем, способам и режимам орошения.

Однако современное состояние мелиоративных систем в некоторых странах не всегда позволяет их использовать эффективно для урегулирования водного режима почв. Так, в Украине в 2017 г. фактически поливалось менее 500 тыс. га, а двустороннее водорегулирование осуществлялось на площади немногим более 250 тыс. га, что составляет менее 20% имеющихся площадей орошения и менее 10% имеющихся площадей дренажа (Стратегія зрошення та дренажів України на період до 2030 року, 2019).

Достаточно эффективны и косвенные методы регулирования водного режима почвы путем накопления, сохранения, рационального расходования почвенной влаги (Комплекс протидеградаційних заходів, 2012):

- научно обоснованные севообороты. Подбор высокоурожайных засухоустойчивых культур и сортов, введение в севооборот чистых паров;
- агротехнические мероприятия. Своевременное внесение минеральных и органических удобрений, проведение обработок для придания обрабатываемому слою почвы оптимального строения и сложения, сохранение стерни, посев кулис, мульчирование, уничтожение сорных растений;
- лесоразведение. Лесополосы уменьшают скорость ветра и, как следствие, непродуктивное испарение, повышают относительную влажность на прилегающих территориях, способствуют снегозадержанию на полях и сокращают поверхностный сток талых вод.

Другой важнейшей проблемой неурегулированного водного режима является деградация почв осушенных болот. В настоящее время теоретические и практические усилия в области рационального и экологически безопасного использования осушенных торфяно-болотных земель направлены на внедрение технологий сокращения поступления парниковых газов в атмосферу. Применение повторного увлажнения торфяников и торфяных почв путем поднятия грунтовых вод существенно снижает выбросы парниковых газов, предотвращает окисление торфа и уменьшает риск возникновения пожаров.

Повышение среднегодового уровня воды на осушенных почвах и уменьшение амплитуды колебаний уровня воды достигается изменением действия осушительных систем (каналов, шлюзов, водохранилищ) в направлении аккумуляции и рационального расхода водных ресурсов.

Неурегулированный водный режим на осушенных землях возникает из-за неудовлетворительного состояния мелиоративных сооружений и неоправданного затягивания их реконструкции с целью преобразования в эффективно действующие осушительно-увлажнительные системы. Это приводит к отсутствию качественной регуляции водно-воздушного режима, увеличению площадей вторично заболоченных почв, интенсивному развитию глеевых процессов, срабатыванию осушенных торфяных почв и зарастанию угодий низкокачественным травянистым покровом и кустарниками. Вторичное заболачивание в 2005–2014 гг. в зоне Полесья явилось следствием контрастных климатических колебаний, когда засушливые периоды сменялись длительными и интенсивными осадками. Неконтролируемый водный режим возникает вследствие поднятия

уровня грунтовых вод на прилегающих к осушительным системам территориях (каналах, запрудах, водохранилищах).

Климатические изменения в сторону повышения среднегодовых температур и уменьшения количества осадков интенсифицировали процессы аридизации, что отобразилось в устойчивом снижении уровня залегания грунтовых вод. Многолетние наблюдения среднемесячного количества осадков в Черниговской области в период с апреля по сентябрь до 2015 г. составляли 57,7 мм, а уже в 2015 г. этот показатель равнялся только 42,7 мм, т. е. на 26% меньше. Например, пересыхание магистрального канала на осушительно-увлажнительной системе «Смолянка» Черниговской области в 2015–2019 гг. привело к значительному снижению уровня грунтовых вод не только рядом с ним, но и на значительных расстояниях от него.

2.2.11. Опустынивание и физическая деградация почв

Опустынивание — это комплекс деградационных процессов в аридных экосистемах, происходящих под действием естественных факторов и нерациональной деятельности человека, который приводит к аридизации почвенного и растительного покрова, снижению биологической продуктивности, вплоть до полного ее уничтожения и превращения территории в пустыню (Зонн, 1996). Основными причинами опустынивания являются критические погодные условия (засухи) и негативные последствия человеческой деятельности, проявляющиеся в чрезмерной обработке пахотных земель, перевыпасе скота, обезлесении и неустойчивой ирригации. На территориях, подверженных опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, угнетается растительность, засоляются грунтовые воды, резко падает биологическая продуктивность, а следовательно, снижается способность экосистем к восстановлению. Проблемы, связанные с опустыниванием, сопровождаются перестройкой теплового баланса региона и снижением биологической продуктивности земель.

Главным очагом опустынивания в Евразийском регионе является Приаралье. Деградация гидроморфных почв Приаралья характеризуется сильной степенью опустынивания, охватывающей более 50% площади, потерей биологического разнообразия, практически необратимыми нарушениями морфологической структуры ландшафтов. При этом провоцируется эоловый перенос солей, воздействующий на почвенный покров в радиусе нескольких километров (Духовный, 2017).

В Азербайджане процессы нарушения структуры почвы, разрушения водоустойчивых агре-

готов, уплотнения пахотного слоя и потери гумусового слоя охватывают 0,4–0,6 млн га территории страны.

В Армении уже в 2002 г. около 24 353 км², или 81,9% территории страны (без акватории озера Севан и водохранилищ), были подвергнуты различной степени опустынивания (Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в Армении, 2002). При этом территории, подвергнутые резкому воздействию, составляли 26,8% общей территории Армении, сильному — 26,4%, в средней степени опустынено 19,8% и в слабой — 8,8%. Наиболее неблагоприятное состояние отмечается в Сюникской области, где огромные территории занимают эродированные и оползневые, селеносные зоны, загрязненные, нарушенные и деградированные земли.

В Казахстане, по разным оценкам, с 2010 по 2014 г. было выявлено от 190,7 млн до 207,6 млн га опустыненных земель. При этом исследователи отмечают, что в пустынных районах Казахстана наблюдается восстановление растительности ранее деградированных экосистем вследствие резкого сокращения поголовья скота и сокращения количества сельских населенных пунктов в 1990-х гг. Приводимые в официальных документах площади опустыненных земель являются результатом не вполне корректной подмены понятий «пустыня» и «опустынивание». Подсчет реальных площадей деградированных земель в последние годы, после восстановления растительного покрова, не проводился (Заключительный отчет Казахстана по Программе определения целевых показателей LDN, 2018).

В Узбекистане, по данным на 2020 г., более 16 млн га пастбищ (77%) подвержено деградации. Причем среди причин деградации пустынных зон

и пастбищ преобладают перевыпас скота (44%), уничтожение растительности на топливо (25%), сокращение водоисточников (15%) и наступление подвижных песков (10%) (Национальный доклад Республики Узбекистан о состоянии окружающей среды, 2020).

В Российской Федерации опустыниванием в той или иной мере охвачено 27 субъектов, площадь более 100 млн га, из них 6,3 млн га занимают незакрепленные пески. Особенно высоки темпы опустынивания «Черных земель» и Кизлярских пастбищ в Калмыкии, где образовалась и продолжает увеличиваться первая в Европе антропогенная пустыня (Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации, 2017).

По данным Государственного агентства водных ресурсов Украины, последние пять лет были маловодными, в связи с чем возникла вероятность возникновения водного дефицита в бассейнах некоторых рек, имеющих значительную антропогенную нагрузку. В Житомирской и Киевской областях в последние годы наблюдаются пыльные бури. С засухой связаны многочисленные лесные пожары, уничтожающие в том числе и Чернобыльскую зону. В Волынской области катастрофически высыхают Шацкие озера.

Рациональное и экологически безопасное использование осушенных торфяно-болотных земель в Украине является общегосударственным приоритетом, с целью улучшения качества жизни населения, проживающего на территориях их распространения. Современные вызовы из-за ускорения изменений климата в направлении аридизации угрожают обезвоживанием и опустыниванием, что вынуждает ученых искать реальные пути улучшения этой опасной ситуации.

Глава 3

ВОЗДЕЙСТВИЕ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ НА ОБЩЕСТВО

Анисимова О.В., Балюк С.А., Воротынцева Л.И., Дрозд Е.Н., Красильников П.В.,
Кучер А.В., Найденова О.Е., Цветнов Е.В.



© Юрий Залавский

3.1. Общие представления о воздействии деградации почв на экономическую, социальную и экологическую сферы жизни человека

Деградация окружающей среды — это явление, которое сопровождало человечество на протяжении всей его истории (Апарин, 2006). Уже на заре становления человеческой цивилизации в окружающей среде возникает новый вид перемен, в целом не характерный для нативных систем. Этот тип перемен можно назвать последовательным или кумулятивным (в отличие от циклического, свойственного природе), когда окружающая среда, реагируя на вмешательства со стороны человека, не успевает адаптироваться к последним.

Подобные изменения породили широкий спектр кризисных явлений, поначалу локального масштаба, но уже к концу XIX в. слившихся в глобальный экологический кризис, основными признаками которого являются глобальное изменение климатической системы, загрязнение окружающей среды, истощение и деградация природных ресурсов.

Говоря об отмеченном типе перемен применительно к почвенно-земельным ресурсам, можно, следуя проф. Д. Монтгомери, констатировать: *«Почвы планеты деградируют и эродировать гораздо быстрее, чем формируются, и это наша вина»* (Монтгомери, 2015).

Важно подчеркнуть, что процесс влияния на окружающую среду со стороны человека не яв-

ляется однонаправленным, природа активно отвечает человеческому сообществу, порождая различные кризисные явления социально-экономического характера. В частности, «почвенная эрозия могла стать одной из важнейших причин упадка и разрушения древних сообществ» (Монтгомери, 2015).

Проблема деградации земель и в современном мире является одной из важнейших. Более половины сельскохозяйственных земель в настоящее время оказываются в той или иной степени деградированными (Nkonya, Mirzabaev, Braun, 2016). Свыше 1,5 млрд человек проживают на деградированных территориях, среди которых большая доля беднейшего сельского на-

селения (Barbier, 2016). Деградация земель в той или иной степени касается широкого спектра негативных явлений, среди которых: потеря почвенного плодородия и дестабилизация ситуации с продовольственной безопасностью, проблемы бедности и миграции, влияние на качественный и количественный состав сопряженных с почвой экосистем, изменение климата и др. (рис. 3.1-1) (Hamdy, 2014).

Сохранение почвенно-земельных ресурсов представляет собой приоритетную задачу в контексте как решения обозначенных проблем, так и устойчивого развития в целом. Так, в системе Целей устойчивого развития ООН выделяется отдельная цель №15: «Защита и восстановление



Рисунок 3.1-1. Воздействие деградации почв и земель на общество

экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биологического разнообразия» (Организация Объединенных Наций, 2018).

Деградация земель включается в сложную систему прямых и обратных связей между тремя важнейшими сферами жизни человека: социальной, экономической и экологической, в значительной степени видоизменяя как обозначенные связи, так и сами сферы. Зачастую сама деградация является следствием синергии между природными силами и деятельностью человека, разделить которые крайне сложно (Научные основы предотвращения деградации почв..., 2013). То есть причины деградации связаны как с природно-климатическими, так и социально-экономическими и политическими факторами, среди которых на первое место выходят такие факторы, как характер землепользования, доход на душу населения, институциональная поддержка определенных форм ведения бизнеса на земле, политическая стабильность (WMO, 2006). Для осуществления успешной программы управления земельными ресурсами необходимо по возможности учитывать сложность вновь образованной системы, а также как можно более широкий спектр взаимных влияний внутри этой системы.

3.2. Деградация почв и проблема учета экосистемных услуг

С точки зрения экономики деградация земель — это в первую очередь потеря продуктивности, например потеря урожая сельскохозяйственных земель. Очевидно, что продуктивность является интегральной характеристикой, отражающей как экологические характеристики ландшафта, так и во многих случаях усилия человека, приложенные к возделываемой территории. В связи с этим весьма показательно определение Конвенции по борьбе с опустыниванием Организации Объединенных Наций (КБО ООН), данное в 1994 г.: «Деградация земель означает снижение или потерю биологической и экономической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов и лесистых участков в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и структурами расселения...» (КБО ООН, 1994).

Глобальный учет деградации земель показывает, что потери общества от этого негативного явления колоссальны. Одна из первых оценок, сделанных Дренъ и Чоу в 1992 г. на основе учета потери продуктивности, показала, что ежегодные потери составили 42 млрд долларов в год (Dregne, 1992). Оценка 1992 г., сделанная ФАО в рамках проекта «Оценка деградации земель в засушливых районах» (Land degradation assessment in drylands — LADA), зафиксировала похожие ежегодные глобальные издержки деградации земель в размере 40 млрд долларов (Gupta, 2019).

В настоящее время представления о достаточности такого подхода меняются. На первый план выходит сохранение целостности экосистемы, ее экологических функций и ассоциированных с ними экосистемных услуг, среди которых регулирование глобального углеродного цикла, очистка воды, регулирование климата и т.д.

Необходимость учета экосистемных услуг показана в многочисленных публикациях (Бобылев, Захаров, 2009; Касимов, 2015; Albon *et al.*, 2014; Costanza, 2014; Jacobs *et al.*, 2014; Daily, 1997), в том числе и посвященных почвенным сервисам (Васенев *и др.*, 2018; Цветнов *и др.*, 2016; Breure *et al.*, 2012; Dominati *et al.*, 2014; Greiner *et al.*, 2017).

Экосистемные услуги — это совокупность выгод, которыми природа наделяет общество (FAO), товары и услуги, производимые или связанные с природным капиталом, которые прямо или косвенно приносят пользу человечеству (FAO, 2015b; Costanza *et al.*, 1997; Robinson *et al.*, 2012).

Почва является основой наземных экосистем, и большая часть экосистемных услуг, необходимых для удовлетворения социальных потребностей, обеспечивается почвой (Kibblewhite *et al.*, 2008). Среди почвенных экосистемных услуг выделяют:

- снабжающие (получение урожаев (продовольствие и биомасса), воды, волокон, лекарственных растений, древесины и топлива);
- поддерживающие (необходимые для предоставления других экосистемных услуг, например, среда обитания биологических видов, обеспечение видового разнообразия и поддержание генетического разнообразия);
- регулирующие (выгоды, получаемые от регулирования экосистемных процессов, например, секвестрация и хранение углерода, очищение сточных вод и атмосферного воздуха, регулирование водных потоков, предотвращение эрозии и поддержание плодородия почв, контроль популяции потенциальных вредителей и переносчиков болезней, модерация экстремальных явлений (наводнений, штормов, цунами, лавин, оползней и засух));
- культурные (нематериальные выгоды, получаемые человеком для эстетического вдохно-

вения, культурной самобытности и духовного благополучия, например, туризм, отдых и т.д.) (ФАО, 20156).

Деградация почв по своей природе снижает потенциал функций почв и их способность реализовывать экосистемные услуги, необходимые для социального благополучия.

Реакцию экосистем на длительность и степень воздействия факторов деградации почв (стресс), а соответственно и качество предоставляемых экосистемных услуг Принс предлагает рассматривать как «кривую реагирования» (рис. 3.2-1) (Prince, 2018). Экосистемная услуга быстро, почти линейно реагирует на конкретный стресс (от точки 1 до точки 2), пока он не уменьшится. Дальнейшее предоставление услуги часто достигает плато. В этом случае дополнительное снижение стресса больше не оказывает никакого эффекта (точка 3) на степень предоставления экосистемной услуги. Незначительные колебания стресса обуславливают колебания степени предоставления экосистемной услуги в диапазоне устойчивости (точка 2). Но (точка 4) до тех пор, пока не достигается пороговое значение (точка 5). В этом случае реакция экосистемных услуг на стресс является нелинейной. Степень их предоставления резко снижается. Экосистема переходит в новое состояние, при котором уровень предоставления услуг не может

вернуться к высокому, независимо от степени ослабления стресса (точка 6).

Чрезмерная эксплуатация природных ресурсов, в частности за счет неустойчивых и неприемлемых методов ведения сельского хозяйства, землепользования и неправильного управления водными ресурсами, усугубляемого изменением климата, экстремальными засухами и другими вызовами, обуславливает ухудшение агрофизических, физико-химических, химических свойств почв, что уменьшает степень реализации ими регулирующих и поддерживающих экосистемных услуг, а это, в свою очередь, приводит к уменьшению степени предоставления снабжающей услуги. В частности, наблюдается снижение способности почвы действовать как буфер и фильтр для загрязнителей и токсичных солей, происходят нарушения гидрологического цикла.

Ненарушенная почва со сложной иерархической структурой агрегатов имеет более высокую инфильтрационную и влагоудерживающую способность по сравнению с физически нарушенной (Kemper *et al.*, 2011), благодаря чему уменьшается количество поверхностного стока, происходит осаждение загрязнителей и почва реализует экосистемную услугу очистки воды. Переуплотнение почвы в результате многолетней обработки с использованием тяжелой техники, деградация поверхностного слоя препятствуют инфильтрации

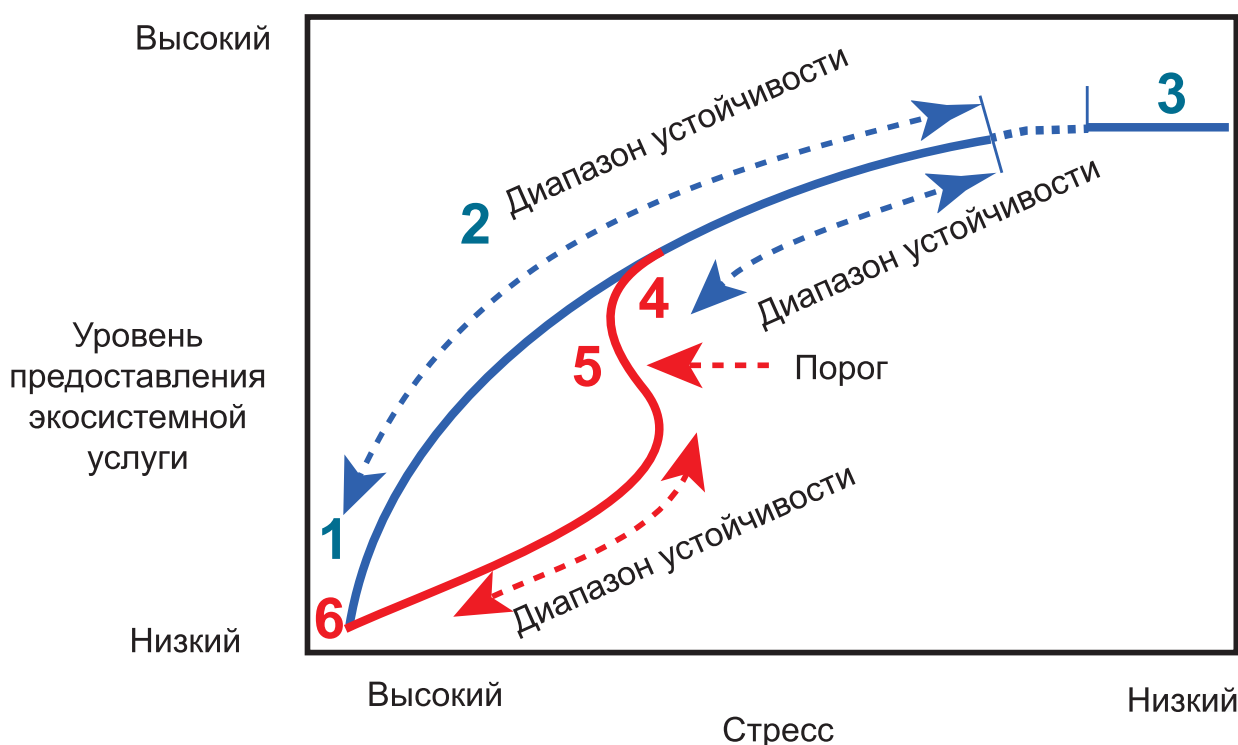


Рисунок 3.2-1. Два типа реакции экосистемных услуг на стресс (рисунок адаптирован согласно Prince, 2018)

поверхностного стока, что сокращает период очищения его от загрязняющих веществ и способствует увеличению объемов поверхностного стока, загрязненного биогенными веществами, остатками удобрений и средств защиты растений.

При близком уровне залегания грунтовых вод нарушенные почвы, в частности засоленные, в значительной степени хуже способны впитывать поверхностные осадки, что вызывает значительные риски наводнений и подтопления территорий. Уменьшение аэрации провоцирует нарушения в азотном цикле, создавая опасность накопления в почве продуктов восстановительных реакций, имеющих токсичные свойства. Потеря почвенного органического углерода приводит к снижению плодородия почв и ухудшению биологической активности почв. Резко изменяется среда существования биологических видов, развиваются процессы биологической деградации разной степени, что проявляется в снижении численности основных групп микроорганизмов, усилении минерализационных процессов, накоплении в почве фитотоксичных веществ (ФАО, 2017b).

Интенсификация сельскохозяйственного производства и чрезмерная эксплуатация почв способствуют увеличению темпов эрозии почв, потере органического вещества и питательных элементов. При эрозии непропорционально выносится легкая и растворимая фракция органического углерода (C) из наземных экосистем (Lal, 2003; Quine, van Oost, 2007). Растворенный органический углерод переносится из почвы в водные экосистемы, где преобразовывается в углекислый газ (Dungait *et al.*, 2012), что является дополнительным источником его поступления в атмосферу. Многолетние наблюдения показали, что эрозия почвы в среднем снижает урожайность бобовых культур на 15%, пшеницы — на 32%, картофеля — на 45%, а многолетних трав — на 25% (ФАО, 2015a).

Для поддержания практически всех экосистемных услуг почв большое значение имеет биологическое разнообразие. Поэтому на данном вопросе необходимо остановиться отдельно.

Биоразнообразие — разнообразие организмов на генетическом, видовом и экосистемном уровнях.

За последние несколько десятилетий важность биоразнообразия почв для предоставления экосистемных услуг стала важным направлением исследований в области почвоведения. Почва представляет собой один из крупнейших резервуаров биоразнообразия на Земле (Bardgett and van der Putten, 2014; FAO and ITPS, 2015; Bach *et al.*, 2020). Биоразнообразие влияет практически на все экосистемные услуги (Barrios, 2007; Wall *et al.*, 2012). Биоразнообразие не рассматривается в качестве отдельной экосистемной услуги, а является не-

обходимым условием, поддерживающим каждую из них.

В 2010 г. стороны Конвенции о биологическом разнообразии приняли Стратегический план в области сохранения и устойчивого использования биоразнообразия на 2011–2020 гг., который в числе стратегических целей включает увеличение объема выгод для всех людей, обеспечиваемых биоразнообразием и экосистемными услугами.

Почвенные организмы обеспечивают широкий спектр важных экосистемных услуг (Barrios, 2007; Haines-Yong, Potschin 2009; Turbe *et al.*, 2010; Foudi, 2012; FAO and ITPS, 2015; Orgiazzi *et al.*, 2016; FAO, 2019b; ФАО, 2020), необходимых для обеспечения устойчивого функционирования экосистем.

Вклад биоразнообразия почвы в различные экосистемные услуги, важные для агроэкосистем, многосторонний: в обеспечивающие (снабжающие) услуги (производство растительной продукции) вносят вклад, например, почвенные микроорганизмы, которые являются трофическими посредниками между почвой и растениями, обеспечивая их питание, повышая количества и эффективность поглощения питательных веществ растительностью посредством симбиотических ассоциаций, а также регулируя численность возбудителей болезней и вредителей; многие микроорганизмы используются в целях биотехнологии, на их основе создан ряд биопрепаратов для растениеводства; регулирующие услуги почвенной биоты включают очистку вод, секвестрацию углерода, борьбу с изменением климата. Почвенные микроорганизмы также регулируют выброс в атмосферу парниковых газов (диоксид углерода (CO₂), метан (CH₄), закись азота (N₂O)). Кроме того, почвообитающие микроорганизмы обеспечивают циклы питательных веществ (Wall *et al.*, 2012): процессы аммонификации, нитрификации, денитрификации, фиксации атмосферного азота, мобилизацию фосфора, цикл углерода, разложение отходов, устранение загрязнений; регулируют численность патогенов — возбудителей болезней растений и вредителей. Вклад в поддерживающие услуги состоит в сохранении и поддержании параметров почвы как среды обитания, что, в свою очередь, обеспечивает сохранение биоразнообразия, в участии в процессах почвообразования, круговороте питательных веществ.

Различные экосистемные услуги, обеспечиваемые почвенными организмами, взаимосвязаны, взаимозависимы и тесно переплетаются (Bennett *et al.*, 2009; Mulder *et al.*, 2011; Mace *et al.*, 2012), (рис. 3.2-2). Одни и те же почвенные организмы могут оказывать несколько разных услуг (Bennett *et al.*, 2009; ТЕЕВ, 2010).

Таким образом, основные важнейшие экосистемные услуги, предоставляемые почвенной

биотой, включают: регулирование круговорота питательных веществ; управление динамикой почвенного органического вещества — его деградацией и синтезом; поддержку депонирования углерода в почве; регулирование выбросов парниковых газов; поддержание физической структуры почвы и водного режима почвы; повышение объема и эффективности поглощения питательных веществ растениями посредством симбиотических ассоциаций и фиксации азота бактериями; разложение отходов и обезвреживание загрязнения окружающей среды; ограничение патогенных микроорганизмов — возбудителей болезней и вредителей — их естественными антагонистами, хищниками и паразитами; смягчение последствий изменения климата (Wall *et al.*, 2012; Orgiazzi *et al.*, 2016; FAO, 2019b). То есть почвенные организмы создают экосистемные услуги, которые в итоге влияют на производительность. Все эти услуги необходимы для функционирования почв как природных, так и агроэкосистем и должны обязательно учитываться

при осуществлении устойчивого управления почвенными ресурсами, которое должно предусматривать меры по обеспечению баланса между различными экосистемными услугами.

Снижение или утрата биоразнообразия могут привести к сокращению предоставляемых почвой экосистемных услуг. Угрозы биоразнообразию почв агроэкосистем представляют деградационные процессы почв, ведущие к ухудшению состояния среды обитания живых организмов (засоление, уплотнение и др.), неэффективное управление земельными и водными ресурсами, загрязнение почв, в том числе пестицидами, изменение климата (MEA, 2005; IPBES, 2018; Turbe *et al.*, 2010; Bach *et al.*, 2020; Foudi, 2012; Griffiths *et al.*, 2016; Tsiafouli, 2015; Balvanera *et al.*, 2016; Wagg *et al.*, 2016; FAO, 2019a).

Глобальные изменения климата пагубно сказываются на биоразнообразии почв, являясь движущей силой, вызывающей утрату биоразнообразия. Это, в свою очередь, будет оказывать воздействие на такие жизненно важные экосистемные услуги,

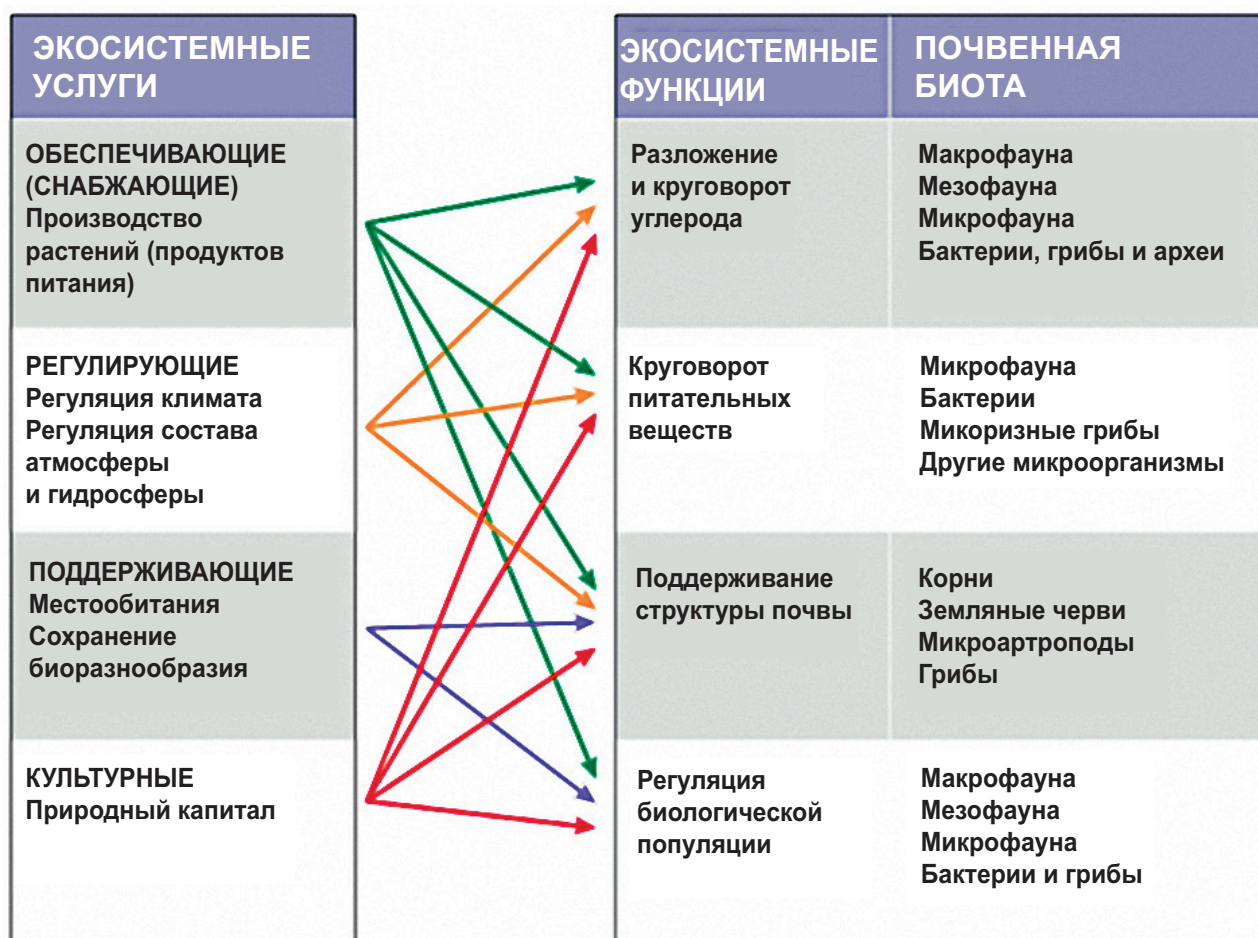


Рисунок 3.2-2. Почвенные экосистемные услуги, функции экосистем и поддерживающие их почвенные организмы (Brussaard, 2012), цит. по Global Soil Biodiversity Atlas (Orgiazzi *et al.*, 2016)

как очистка воздуха и воды, опыление и производство продуктов питания, разложение растительных остатков, круговорот питательных веществ (Wagg *et al.*, 2014), улавливание углерода.

Интенсивное использование удобрений и пестицидов помогает достичь высокого уровня урожая (продовольственного обеспечения) как снабжающей экосистемной услуги, однако при этом нежелательным последствием может стать нанесение ущерба биоразнообразию, создающее угрозу другим услугам, например опылению, осуществлению круговорота питательных веществ.

В результате страдают приоритеты сельскохозяйственного производства и другие базовые экосистемные услуги, прежде всего те, которые связаны со сложными экосистемами или высоким уровнем биоразнообразия. Таким образом, поддержание уровня сельскохозяйственного производства за счет интенсивного применения химических средств защиты растений приведет к тому, что почвенные организмы будут предоставлять все более ограниченный диапазон экосистемных услуг. Устойчивое управление почвенными ресурсами должно предусматривать меры по обеспечению баланса между различными экосистемными услугами.

Таким образом, современные методы ведения сельскохозяйственного производства, направленные на увеличение производства продуктов питания и рост продовольственной обеспеченности, наносят существенный ущерб биоразнообразию вследствие как изменения структуры землепользования, так и интенсификации систем земледелия (Tsiafouli *et al.*, 2015), чрезмерного использования агрохимикатов и воды, загрязнения окружающей среды. Сельское хозяйство является крупнейшей причиной утраты среды обитания и сокращения биоразнообразия во всем мире (IPBES, 2018). Почвы агроэкосистем отличаются меньшим биоразнообразием, чем естественных экосистем (Хазиев, 2019). Поэтому необходимо учитывать и оберегать всесторонний вклад биоразнообразия в достижение устойчивости сельского хозяйства. Решение вопроса сокращения биологического разнообразия почвы является ключевым шагом в формировании здоровых почв. Сохранение и увеличение биоразнообразия в почвах агроэкосистем являются основой устойчивого управления почвенными ресурсами.

Как предполагает концепция экосистемных услуг, учет обращающихся в экономике природных потоков является фактором, который способствует предотвращению разрушения экосистем и потери биоразнообразия. Крайне важно определить и оценить влияние деградации почв на биоразнообразие и агроэкосистемы, в том числе и экономически, чтобы управлять соответствующими рисками и угрозами и приблизить-

ся к устойчивому управлению почвенными ресурсами.

Рассмотрев концепцию почвенных экосистемных услуг, а также риски утраты последних, необходимо вернуться к вопросу их экономического учета.

В рамках инициативы экономики деградации земель (Economics of land degradation initiative — ELD) было выработано чрезвычайно эффективное понимание самой проблемы деградации: «Деградация земель представляет собой снижение экономической ценности экосистемных услуг и благ, производимых землей, в результате деятельности человека или естественных биофизических причин» (The rewards of investing in sustainable land management, 2013). Данное определение в полной мере согласуется с определением деградации земель проекта LADA: «Деградация — это снижение способности земель предоставлять экосистемные блага и сервисы в течение определенного периода времени для своих бенефициаров» (LADA, 2013).

Под экономической ценностью здесь понимается так называемая общая экономическая ценность (total economic value — TEV), являющаяся результирующей оценки стоимости использования (use value), в которую входят денежные интерпретации экосистемных услуг, включая те, что связаны с продуктивностью биосистем, а также стоимости неиспользования (non-use value), т.е. природы самой по себе (Бобылев, 2014; Бобылев *и др.*, 2009; Costanza *et al.*, 1997; Perman *et al.*, 2011). Снижение TEV во времени или в результате смены землепользования фиксирует наличие деградации на оцениваемой территории.

Учет сокращения экосистемных, в том числе почвенных, услуг в оценке деградации земель привел к значительному возрастанию стоимости потерь от деградации. Среди экономических интерпретаций можно выделить (в порядке возрастания) оценку инициативы экономики деградации земель — 231 млрд долларов в год, оценку ФАО — 1 трлн долларов в год (Gupta, 2016), а также оценку Констанца с соавт. (Costanza *et al.*, 2014), где ежегодные потери экосистемных услуг, вызванные изменениями в землепользовании, фиксируются от 4,3 трлн до 20,2 трлн долларов в год¹.

То есть можно констатировать, что лишь незначительная часть отрицательных эффектов деградации земель приходится на прямые потери землепользователей, большая же часть — это потери общества в связи с потерей экосистемных услуг. Наиболее ярко это видно на примере услуг

¹ Различные оценки могут быть объяснены различиями в методологии, а также разницей в количестве оцениваемых компонентов экосистемы (Aw-Hassan *et al.*, 2016).

Компоненты продовольственной безопасности

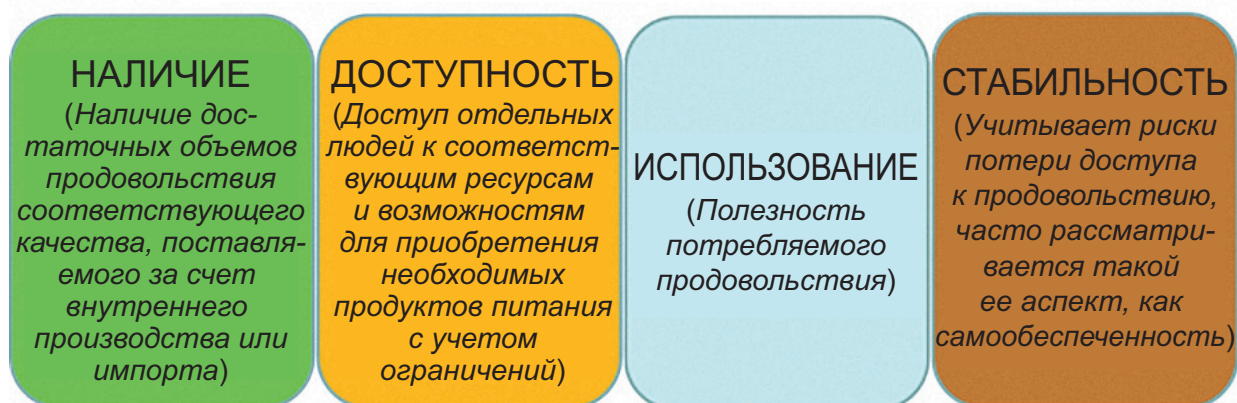


Рисунок 3.3-1. Основные компоненты продовольственной безопасности

почв, связанных с регуляцией парниковых газов и ассоциированных с проблемой изменения климатической системы.

В почвах хранится порядка 1500 гт органического углерода, что примерно в 1,8 раза больше, чем в атмосфере (IPCC, 2019). Деградация земель, как было уже отмечено, влияющая на способность почвы запасать углерод, а также на эмиссию CO₂ и иных парниковых газов в атмосферу из почвы, способна в значительной степени повлиять на изменение глобального климата. Как и в случае с большинством иных рассматриваемых процессов, изменение климата и деградация земель — проблемы взаимосопряженные. Рост тепловой нагрузки и изменение частоты и интенсивности осадков напрямую влияют на развитие комплекса процессов опустынивания в одних регионах, переувлажнения, эрозии в других регионах. Вследствие этих же факторов происходят изменения в растительном покрове, что само по себе изменяет показатели устойчивости биогеоценозов к развитию деградации. Климатически обусловленное повышение уровня моря вызывает береговую эрозию. Также можно говорить о широком спектре косвенных влияний изменений климата на различные деградационные процессы (IPCC, 2019).

3.3. Связь деградации почв и продовольственной безопасности

Деградация земель и изменение климата выступают в качестве мультипликаторов угроз жизни для населения наиболее бедных регионов планеты, провоцируя развитие социально-экономической нестабильности (IPCC, 2019).

Чрезвычайно плотно к проблеме потери эко-

системных услуг, в первую очередь услуг прямого обеспечения ресурсами, связанной с деградацией почв и земель, примыкает проблема ослабления продовольственной безопасности (ПБ).

Как известно, продовольственная безопасность существует тогда, когда все люди в любое время имеют физический и экономический доступ к достаточному количеству безопасной и питательной пищи, позволяющей удовлетворять их пищевые потребности и предпочтения для ведения активного и здорового образа жизни (Шагайда, Узун, 2015). Продовольственная безопасность — явление многоплановое и может быть определено через четыре основных компонента — «наличие», «доступность», «использование» и «пригодность» (ФАО, МФСР, ЮНИСЕФ, ВПП и ВОЗ., 2019) (рис. 3.3-1).

Связь деградации почв и земель можно проследить со всеми обозначенными компонентами ПБ.

Деградация почв снижает почвенно-продукционный потенциал, что негативно влияет на производство сельскохозяйственной продукции в стране, а это автоматически приводит к тому, что показатели «наличия» ухудшаются. В силу этих же причин снижаются показатели «стабильности», так как из-за деградации усиливаются риски неполучения урожая в будущем. Сопряженной проблемой здесь является и недополучение дохода от продажи агропродукции населением, проживающим на деградированной территории. Данное обстоятельство приводит к тому, что снижается способность населения покупать продукты питания в достаточном количестве, а следовательно, экономическая «доступность» продовольствия оказывается под угрозой.

Сложной проблемой является и то, что каче-

ство продуктов питания на деградированных территориях зачастую оказывается невысоким, особенно ярко это обстоятельство проявляет себя на землях, загрязненных химическими или радиоактивными веществами (загрязнение земель является самостоятельным типом деградации), когда определенная доля последних может перейти в конечную продукцию. В итоге характеристики «использования» также оказываются сниженными.

Перед продовольственной безопасностью сегодня стоит множество вызовов, которые невозможно реализовать без решения проблемы деградации земель. Во-первых, это необходимость искоренить собственно голод. До 2015 г. количество голодающих неуклонно снижалось, однако после 2015 г. эта положительная тенденция сменилась на обратную. По оценкам ФАО на 2018 г., в мире насчитывается 820 млн голодающих (Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире, 2019), в будущем это число может возрасти. Совокупные последствия изменения климата, деградации земель, потери пахотных земель и нехватки воды могут привести к нехватке продовольствия в пределах 5–25% к 2050 г. (Gupta, 2019).

Также необходимо накормить растущее население Земли. Так, по данным ООН (DESA UN, 2019) с 1990 г., к 2017 г. население Земного шара увеличилось примерно на 42% — с 5,3 млрд до 7,5 млрд человек, а к 2050 г. оно может составить порядка 9,8 млрд человек. Учитывая, что наибольшими темпами будет расти население Африки и к 2050 г. практически удвоится, на этот континент необходимо обратить особенно пристальное внимание (помимо прочего здесь, как отмечается в докладе ФАО за 2019 г., наблюдается наибольший процент голодающих по отношению к общей чис-

ленности населения — 20% (ФАО, МФСР, ЮНИСЕФ, ВПП и ВОЗ, 2019).

Уже сегодня возникает сомнение в достаточности производства продовольствия для обеспечения населения планеты и искоренения голода в будущем. Для пояснения этого тезиса обратимся к некоторым примерам, связанным с мировым производством зерновых (рис. 3.3-2) и смешанной диет.

С одной стороны, наблюдаемая динамика говорит о том, что производство в процентном отношении вполне успевает за ростом численности людей, — за отмеченный выше 27-летний период с 1990 по 2017 г. прирост производства зерновых составил 75% на фоне 42% роста населения Земли. Однако эта тенденция выглядит несколько противоречиво, учитывая уже отмеченный выше возобновившийся после 2015 г. рост голодающих в мире.

При этом само увеличение производства зерновых, вполне вероятно, достигает потолка современных технических возможностей, так как во многом оно было обеспечено расширением пахотных земель, значительным усилением использования удобрений (по сравнению с 1990 г. внесение удобрений по миру увеличилось в 9 раз) и пестицидов (их применение за тот же период увеличилось в 32 раза) (Gupta, 2019), дальнейшее развитие этих тенденций сложно уже с физической точки зрения (к примеру, возможности вовлечения новых земель в сельскохозяйственный оборот взамен деградированных строго ограничены), а также не перспективно с точки зрения общей устойчивости.

С учетом того, что «более 90% продуктов питания современное человечество получает в результате использования плодородия почв в земледелии и животноводстве» (Добровольский, 2014), для

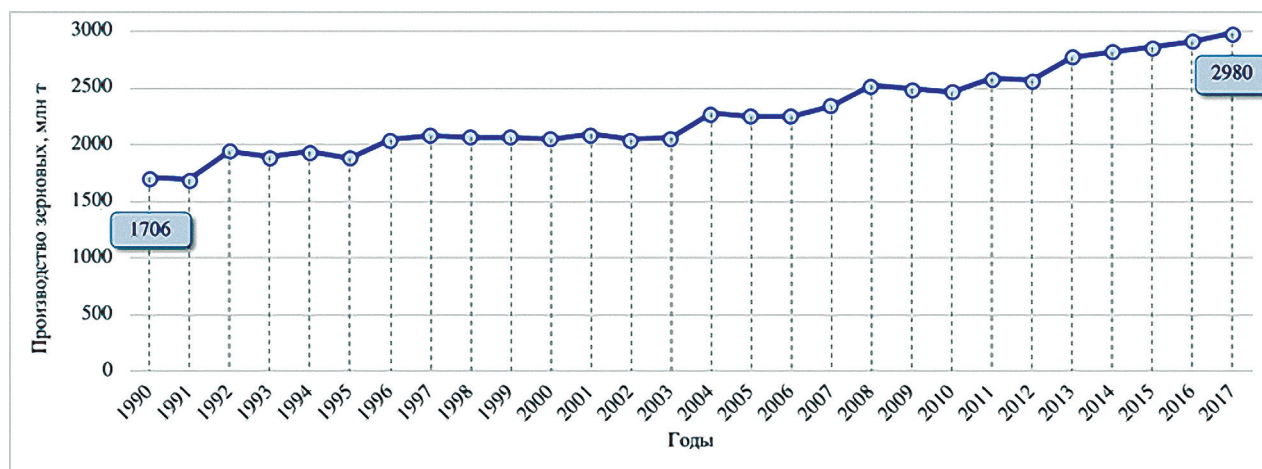


Рис. 3.3-2. Мировое производство зерновых, млн т (1990–2017 гг.). (Сформировано по данным World Bank Open Data, 2020)

борьбы с голодом и обеспечения продовольствием растущего населения Земли необходимо не только опираться на развитие химической промышленности и рост производства минеральных удобрений (в конечном итоге ни технический прогресс, ни «зеленая революция» не смогли покончить с голодом (Монтгомери, 2015)), но и сохранять почвенное плодородие и возвращать в сельскохозяйственное использование уже деградированные земли.

Крайне сложной выглядит также тенденция глобальной смены рационов, которая может быть ассоциирована с нехваткой зерна в будущем. Так, в рацион современного человека все больше входит мясо (мясопродукты). Исторически считавшееся роскошью во многих культурах, сегодня оно становится нормой практически ежедневного рациона. С 1960-х гг. годовое потребление мяса и мясопродуктов на душу населения в среднем по миру увеличилось на 21 кг и составило сегодня порядка 43 кг в год. С ростом дохода на душу населения показатели потребления имеют тенденцию к росту (Насырова, 2019).

При этом интенсификация производства мяса, обусловленная повышающимся спросом, требует привлечения значительного количества ресурсов, в первую очередь кормов, воды и земельных ресурсов. В целом порядка трети мирового производства зерновых и около 40% пахотных земель мира используется в секторе животноводства (Mottet *et al.*, 2017). Если говорить о водных ресурсах, то здесь ситуация такова, что животноводство использует примерно 30% от всего запаса пресной воды, которая идет на нужды сельского хозяйства (сама по себе эта отрасль экономики использует до 70% всех имеющихся запасов пресной воды планеты), причем одна треть этой воды используется для производства говядины (FAO, 2018с). Если говорить об абсолютных цифрах, то производство последней задействует порядка 15 тыс. литров воды на 1 кг мяса (Gupta, 2019).

Интенсификация животноводства, в частности прямой выпас скота, приводит к развитию значительной деградации земельных ресурсов, в первую очередь таких типов деградации почвы, как эрозия и переуплотнение, а также обезлесиванию и сопряженной с последним потере биоразнообразия.

В свою очередь, деградация земель, как уже отмечалось выше, приводит к тому, что продуктивность земель, используемых для производства кормов, снижается, а значит, снижается и потенциал для наращивания производства мяса в будущем, что является прямой угрозой для удовлетворения растущих потребностей человечества в продукции животноводства.

3.4. Деградация почв и бедность

В заключение рассмотрим сопряжение вопроса деградации почв и земель с такой значимой социальной проблемой, как бедность.

Как известно, проблемы деградации касаются не только бедных стран, но и стран развитых. Однако именно в бедных регионах мира проблема деградации стоит наиболее остро, так как их жители в большой степени зависят от продукта, выращенного на земле. Если состояние земельных ресурсов здесь неудовлетворительно, если земли находятся в той или иной степени деградации, то сама возможность получения данного продукта находится под угрозой.

Как уже было сказано выше, большая доля бедного сельского населения сосредоточена на деградированных территориях (42%, по данным на 2007 г. (Gerber, 2014)), что может говорить, как о социально обусловленном низком качестве землепользования (бедность, а также связанная с ней неграмотность порождает специфический характер землепользования, зачастую это натуральное сельское хозяйство, которое является одним из ведущих факторов деградации (IPCC, 2006)), так и о том, что сама деградация земель в определенной степени обуславливает бедность (Barbier, 2017). Данный тезис можно проиллюстрировать схемой «порочного круга» деградации земель (рис. 3.4-1).

Известно, что количество детей на одну женщину репродуктивного возраста в стране напрямую зависит от дохода на душу населения: с ростом дохода количество детей снижается, и наоборот, чем ниже доход, тем больше суммарный коэффициент рождаемости (рис. 3.4-2).

Несмотря на то что высокий коэффициент рождаемости зачастую компенсируется высоким коэффициентом смертности в бедных странах, однако в современных реалиях именно последние имеют наибольший потенциал роста общей численности населения. Ввиду этого вполне очевидным является то, что здесь происходит сокращение земельных ресурсов на душу населения, в особенности наиболее подходящих для ведения сельского хозяйства.

Необходимость обеспечения растущего населения новыми наделами земли приводит к тому, что в хозяйственный оборот вовлекаются территории, непригодные для экономического использования. Устойчивость управления земельными ресурсами здесь не может быть обеспечена (как во многом и на хозяйственно-пригодных землях, ввиду недостаточности финансовых ресурсов), что провоцирует развитие деградационных процессов. Прямым следствием этого является снижение продуктивности и потеря иных экосистемных услуг, что приводит к тому, что население,

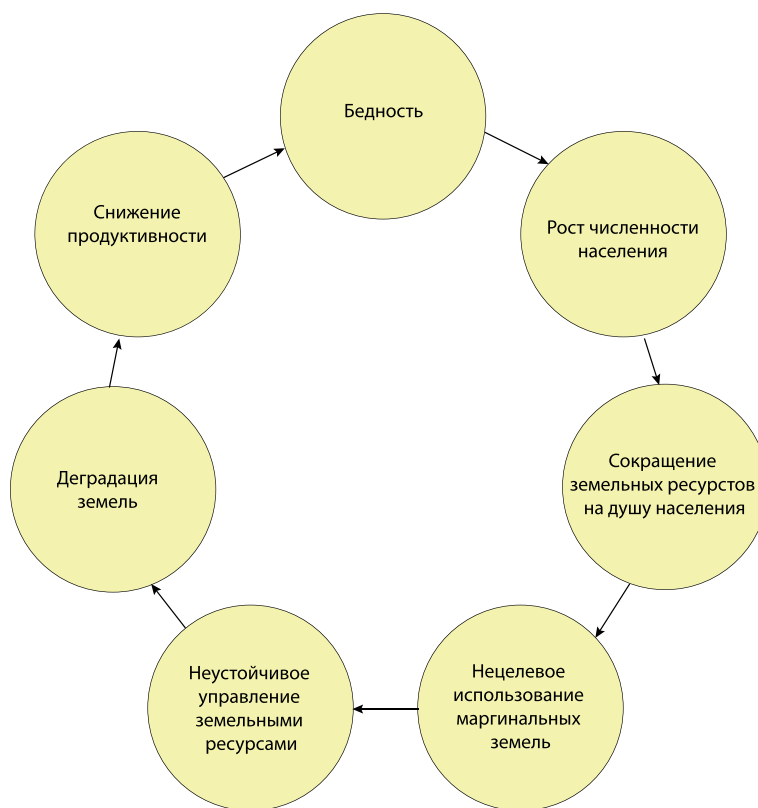


Рисунок 3.4-1. «Порочный круг» деградации земель

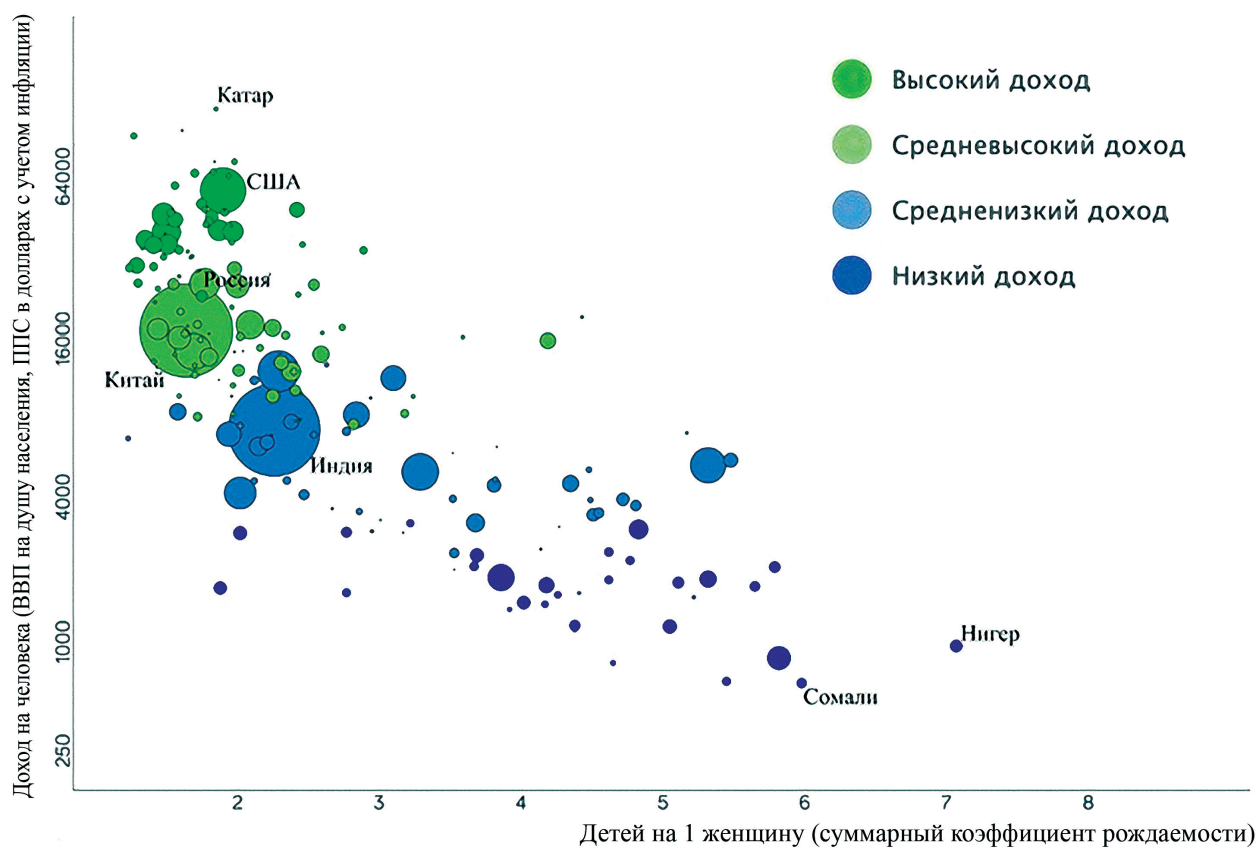


Рисунок 3.4-2. Зависимость суммарного коэффициента рождаемости от дохода на душу населения в странах мира на 2019 г. Размер пузыря соответствует численности населения в каждой данной стране. (Сформировано по данным Gapminder Data..., 2020)

находящееся в значительной экономической зависимости от земельных ресурсов, еще больше беднеет, что в долгосрочном периоде запускает новый цикл порочного круга деградации земель (Hamdy, 2014).

В этой связи стоит также отметить, что деградация земель отрицательно сказывается и на гендерном вопросе, так как снижение продуктивности земельных ресурсов и усугубление проблемы бедности заставляет мужское население мигрировать в поисках заработка, что одновременно увеличивает социальную уязвимость женского населения и их семей.

Искореняя бедность, повышая экономическую мотивированность населения, его грамотность можно в значительной степени смягчить последствия деградации.

3.5. Экономика деградации земель в регионе

Как было показано выше, деградация почв почти всегда имеет негативный экономический эффект. Ранее экономические расчеты по деградации почв делались на основании понятия ущерба, который мог рассчитываться по потерям урожайности либо по стоимости рекультивации деградированных земель (Яковлев и др., 2015). В последние же годы активно продвигается подход, основанный на сравнении экономического эффекта при реализации разных сценариев землепользования, при этом в расчет берется не только прямая экономическая выгода, но и стоимость экосистемных услуг. Методология была разработана IFPRI и Боннским университетом при поддержке КБО ООН (von Braun *et al.*, 2013; Nkonya *et al.*, 2014); она основана на сравнительной оценке стоимости действия, т.е. внедрения практик УУЗР, и стоимости бездействия, т.е. сценария «бизнес как обычно». Затраты, связанные с деградацией земель из-за изменения землепользования и почвенного покрова (LUCC), оцениваются следующим образом (Nkonya *et al.*, 2014):

$$C_{LUCC} = \sum (\Delta a_1 * p_1 - \Delta a_2 * p_2), \quad (3.1)$$

где C_{LUCC} — стоимость деградации земель из-за LUCC; a_1 — площадь биома 1, заменяемого биомом 2; p_1 и p_2 — общая экономическая ценность (TEV) биомов 1 и 2 соответственно. По определению деградации земель, $p_1 > p_2$. В тех случаях, когда $p_1 < p_2$, LUCC рассматривается не как деградация земель, а как улучшение состояния земель (Nkonya *et al.*, 2014). Стоимость принятия мер по борьбе с деградацией земель из-за LUCC определяется следующим образом:

$$CTA_i = A_i \frac{1}{p^t} \left\{ z_i + \sum_{t=1}^T (x_i + p_j x_j) \right\}, \quad (3.2)$$

где CTA_i — стоимость восстановления; высокая стоимость биома i ; p^t — коэффициент дисконтирования земельных площадей пользователя; A_i — площадь большей ценности биома i , что был заменен на низкое значение биома j ; z_i — расходы на создание высокой ценности биома z ; x_i — расходы на техническое обслуживание высокой стоимости биома i , пока он не достигнет зрелости; x_j — производительность низкое значение биомов j на га; p_j — цена; низкое значение биомов j на единицу измерения (например, тонна); t — время в годах и T — горизонт планирования в принятии мер по борьбе с деградацией земель. Значение $p_j x_j$ представляет собой потенциальную стоимость предшествующего производства заменяемого биома j с низкой стоимостью.

Стоимость бездействия составит сумму ежегодных потерь из-за деградации:

$$CI_i = \sum_{t=1}^T C_{LUCC}, \quad (3.3)$$

где CI_i — стоимость непринятия мер против деградации биома i . Учитывая, что польза от восстановления деградированных земель выходит за рамки периода зрелости биома i , мы должны использовать горизонт планирования землепользователя. Бедные фермеры, как правило, имеют более короткий, в то время как более обеспеченные фермеры — более длинный горизонт планирования (Pannell *et al.*, 2014). Горизонт планирования также зависит от типа инвестиций. Например, посадка деревьев требует более длительного горизонта планирования, чем ежегодное управление пахотными землями. При расчетах обычно исходят из 30-летнего горизонта планирования программы облесения и шестилетнего горизонта планирования для пастбищ и пахотных земель. Отмечается, что землепользователи будут принимать меры против деградации земель, если $CTA_i < CI_i$ (Nkonya *et al.*, 2013).

Общая оценка экономических последствий деградации земель по указанной выше методике была проведена для всего региона Центральной Азии (Aw-Hassan *et al.*, 2015). Авторы считают, что распространение практики устойчивого управления земельными ресурсами и улучшение доступа к услугам по распространению знаний, рынкам и кредитам являются решающими факторами для решения проблемы деградации земель в регионе. Ежегодные издержки деградации земель из-за изменений в землепользовании составляют около 5,85 млрд долларов США, большая часть которых вызвана деградацией пастбищных угодий, опустыниванием, обезлесением и оставле-

нием пахотных земель. Затраты на действия по борьбе с деградацией земель существенно ниже, чем затраты на бездействие. Фактически каждый доллар, вложенный в восстановление земель, может принести около 5 долларов чистой приведенной стоимости в течение 30-летнего периода. Также в Центральной Азии при содействии ГЭФ была развернута региональная программа «Экономика деградации земель».

В рамках данной программы проведено пилотное исследование по экономической оценке потенциальных экосистемных услуг в орошаемом земледелии на территории Узбекистана (Nazarkulov, Rustamova, 2016). В качестве базового сценария рассматривалась монокультура хлопчатника, которая традиционно занимает большие площади орошаемых земель в республике. В качестве альтернативы в рамках региональной программы предлагалось введение в севооборот хлопчатника с такими культурами, как люцерна, что способствует увеличению естественного содержания азота в почве. Это не только позволило бы сократить закупку минеральных удобрений, но и увеличить накопление углерода в сочетании с азотом в почве. Введение в севооборот многолетних трав позволит фермерам получить высокую экономическую отдачу за счет увеличения производства животноводческой продукции. Тем самым снижается нагрузка на сельскохозяйственные угодья, а внесение полученного в животноводстве навоза в почву создаст благоприятные условия для сохранения биоразнообразия. Дополнительно предлагается расширить древесные насаждения как в качестве ветрозащитных полос, так и в виде сплошных посадок. Выращивание тополя полезно с точки зрения очистки воздуха, ветрозащиты, рекреации и эстетического восприятия агроландшафтов. Посадка деревьев вдоль берега Сырдарьи создаст благоприятные условия для расширения экосистемных услуг, менее зависимых от традиционных форм ведения сельского хозяйства. Также позитивное значение имеет использование ствола в качестве строительного материала. В результате происходит связывание углерода, так как древесина останется в здании и только часть древесины используется в качестве топлива.

В Таджикистане исследования по экономике деградации земель проводились на примере Файзабадского района республики (Шукуров и др., 2016). Расчеты показали, что экономическая стоимость природных ресурсов района в существующих границах составляет как минимум 26,02 млн долларов (203,5 млн сомони)² в год, а

уже потерянная выгода от нерационального использования существующих экосистемных услуг составляет порядка 0,42–0,46 млн долларов (3,3–3,6 млн сомони). Экосистемные услуги, предоставляемые территорией в настоящее время, являются важными на местном уровне. Основные оцениваемые услуги включают обеспечение продуктами питания, кормом для скота, водой и топливом. На выбранном участке по базовому сценарию прибыль в настоящее время составляет 3,5 млн сомони, а затраты — 0,7 млн сомони. Такая ситуация останется неизменной и в течение последующих 10 лет по прогнозу. Авторы отчета (Шукуров и др., 2016) предложили два альтернативных подхода с использованием подходов УУЗР. По первой альтернативе, которая предполагает внедрение ресурсо- и энергосберегающей технологии нулевой вспашки и создание суперинтенсивных плодовых садов, расчетная выгода увеличивается с 0,2 млн долларов (1,5 млн сомони) в первом году до 0,88 млн долларов (6,9 млн сомони) к десятому году применения альтернативного землепользования и в сумме за 10 лет составляет 38,6 млн сомони. При этом колебание затрат в первом году составляет 73,1 млн сомони, а на десятый год всего лишь 7,5 млн сомони. Всего за 10 лет затраты составляют 14,0 млн сомони. Увеличение затрат в первый год происходит из-за больших вложений при закладке суперинтенсивного сада. По второй предложенной альтернативе — подсев многолетних трав и улучшение травостоя и производительности пастбищ, предотвращение смыва почвы и стихийных бедствий — в первом году получаем отрицательное значение –0,385 млн долларов (–3,0 млн сомони), которое получается за счет затрат на проведение рекультивации пастбищ, а к десятому году полученная выгода будет на уровне 2,4 млн сомони. Всего выгода за 10 лет составляет 16,2 млн сомони, а затраты — 9,3 млн сомони. Общая прибыль за 10 лет по двум альтернативным системам землепользования составляет 40,2 млн сомони при затратах 14,9 млн сомони. В отчете руководителям органов власти местного уровня рекомендуется более эффективно использовать имеющиеся ресурсы с целью получения максимальной выгоды от использования экосистем и их сохранения от деградации. Сходные исследования проводились и в других странах Центральной Азии и Южного Кавказа.

В Российской Федерации указанная выше методология тестировалась в 2014–2016 гг. в рамках проекта «Контроль деградации земель в Евразийском регионе», поддержанного Российским научным фондом. Данный проект был направлен на решение актуальной задачи экономической оценки деградации земель (Krasilnikov *et al.*,

² Здесь и далее валюты переведены в соответствии со средневзвешенным годовым курсом национальных валют по данным ЦБ РФ на год публикации данных, с учетом начала финансового года с 1 января.

2016). В рамках проекта проводились работы в трех разных масштабах. Работы в национальном и наднациональном (евразийском) масштабе были основаны на анализе имеющихся данных по обследованию земель в разных регионах и странах, обработке данных дистанционного зондирования, анализе политической, экономической и социальной ситуации в странах и регионах (Sorokin *et al.*, 2015). На региональном уровне (уровне отдельных областей, республик, округов и т.д.) использовалось моделирование на основе статистических данных, картографических материалов, а также данных дистанционного зондирования. На уровне отдельных хозяйств проводились работы как на основании имеющихся статистических и картографических материалов, так и на базе полевых обследований хозяйств и опросов региональных специалистов. В ходе реализации проекта были оценены социальные, экономические и экологические издержки деградации земель: практически во всех исследованных хозяйствах и районах было отмечено негативное влияние деградации земель на хозяйственную деятельность и/или состояние окружающей среды (Строков *и др.*, 2017). Даже в тех случаях, когда за счет дополнительных капиталовложений удавалось повысить объемы сельскохозяйственного производства, стоимость экосистемных услуг резко снижалась. В соответствии с оценками, полученными в проекте, годовые потери от деградации земель в Российской Федерации только за счет изменения землепользования составляют 23,6 млрд долларов, или 1,9% от ВВП (Krasilnikov *et al.*, 2017). В ходе реализации проекта было показано, что устойчивое управление земельными ресурсами оказывается экономически выгоднее, чем использование земель без учета угрозы деградации земель. Тем не менее для каждого объекта могут быть рекомендованы разные сценарии и разные подходы к рационализации землепользования. В некоторых хозяйствах текущее землепользование является оптимальным, и требуется лишь усилить почвоохранные мероприятия. В других хозяйствах рекомендуется сохранить текущую специализацию, однако коренным образом модернизировать систему землепользования, например за счет внедрения системы ландшафтно-адаптивного земледелия. Наконец, существуют хозяйства, в которых рекомендуется сменить текущую специализацию, поскольку землепользование не учитывает деградацию земель, которая приводит как к постоянному снижению урожайности, так и к потерям других экосистемных услуг.

В Украине оценка стоимости деградации земель производилась более традиционным способом, с учетом только прямого экономического

эффекта. Современное состояние почвенного покрова Украины вызывает серьезную обеспокоенность вследствие широкого распространения деградационных процессов. По расчетам различных учреждений, площади деградированных и малопродуктивных земель в составе пахотных земель колеблются от 5–6 до 10–12 млн га (Медведев, 2002). В современной литературе имеются фрагментарные оценки убытков от деградации земель и/или почв в Украине. Например, деградация земельных ресурсов в сельском хозяйстве привела к снижению их нормативной денежной оценки в 2,3 раза, ежегодному дефициту местных бюджетов на 1834,8 млн рублей, 57,84 млн долларов (464,5 млн гривен), снижению рыночной стоимости пашни Украины на 219,2 млрд рублей, 6,91 млрд долларов (55,5 млрд гривен) (Chumachenko, 2009). Экономическая оценка убытков от снижения содержания гумуса в почве на 0,01% составляет 70,4 долл/га (575 грн/га), среднегодовая сумма убытков от снижения содержания гумуса в почве пахотных земель в Украине составляет 5,65 млрд долларов (46 млрд гривен) (Ророва, 2013). Общая сумма потерь от недовнесенных в почву питательных веществ в Украине постоянно растет и составляла в 2012 г. — 13,5 млрд гривен, 2013 г. — 10,4 млрд гривен, 2014 г. — 19,9 млрд гривен и в 2015 г. — 22,8 млрд гривен (National report on the state of the environment in Ukraine, 2015). Годовые потери аграрной продукции от переуплотнения почв в Украине (риск которого характерен для почти 22 млн га пашни) могут достигать 150–600 млн долларов США (Балюк, Медведев, 2012). По оценкам, более 500 млн т почвы ежегодно вымывается из пахотных земель в Украине, что приводит к потере плодородия почвы на 32,5 млн га, это оценивается примерно 5 млрд долларов США в эквиваленте питательных веществ. Стоимость эродированной почвы ежегодно составляет около одной трети валового внутреннего продукта сельского хозяйства. Это означает, что на каждый доллар созданной добавленной стоимости в сельском хозяйстве одна треть теряется в результате эрозии; или 10 т почвы теряются в расчете на каждую тонну произведенного зерна (Bernoux *et al.*, 2014).

Убытки от деградации почвы могут быть как прямыми, так и косвенными. Методический подход к экспертной оценке экономического ущерба от деградации почв основан на том, что основным критерием убытка является упущенная выгода, получение которой является основной задачей предприятий в условиях рынка (Kucher and Kucher, 2015). Основным компонентом экономических убытков является потеря доходов аграрных предприятий, вызванная сокращением объема производства из-за снижения урожай-

Таблица 3.5-1. Расчет экономического ущерба от недобора урожая из-за распространения деградации почв в Украине (Кучер, 2017)

Показатели	Степень деградации почв			Всего
	слабая	средняя	сильная	
Ориентировочная площадь распространения деградации почв, млн га	2,8	7,0	0,2	10,0
Потери дохода (выручки) от реализации основных видов сельскохозяйственной продукции из-за снижения урожайности, гривен/га				
Зерновые и зернобобовые	1707	3414	8535	3038
Сахарная свекла	4192	8384	20 960	7462
Подсолнечник	2001	4003	10 006	3562
Рапс	2352	4705	11 761	4187
Соя	2081	4163	10 407	3705
Картофель	5582	11 164	27 910	9936
Овощи	15 018	30 036	75 090	26 732
Плоды и ягоды	4251	8503	21 256	7567
Средневзвешенный экономический убыток (потери дохода от реализации) из-за недобора урожая, долл./га / грн/га	72/1915	144/3830	360/9576	128,2/3409
Общий экономический убыток (потери дохода (выручки) от реализации) из-за недобора урожая, млн долл./млн грн				1261,8/33 563
Общий объем упущенной прибыли из-за недобора урожая (при условии фактического уровня рентабельности в 2016 г.), млн долл. /млн грн				251,5/6691
Доля упущенной прибыли в общей прибыли от реализации продукции растениеводства аграрными предприятиями в 2016 г., %				7,5

Источник: авторские расчеты на основе официальных данных Государственной службы статистики Украины.

ности по причине деградации почв. Распространение деградации почв в Украине вызывает, по разным оценкам, снижение урожайности основных сельскохозяйственных культур от 10–12 до 40–60%. На основе разработанной методики (Kucher and Kucher, 2015) мы рассчитали экономические убытки от деградации почвы в Украине (табл. 3.5-1).

Экспертная оценка экономического ущерба (по данным за 2016 г.) от распространения деградации почв в Украине ориентировочно на площади 10 млн га показала, что общий экономический ущерб, т.е. потери дохода (выручки) от реализации, из-за недобора урожая составлял 1,32 млрд долларов (33,6 млрд гривен), общий объем упущенной прибыли из-за недобора урожая (при условии фактического уровня рентабельности в 2016 г.) был равен 0,26 млрд долларов (6,7 млрд гривен), или 7,5% прибыли от реализации продукции растениеводства аграрными предприятиями в 2016 г. (Кучер, 2017).

Однако следует учитывать, что экономический ущерб — это лишь один из элементов общего эколого-экономического ущерба, который вызыва-

ет деградация почвы. Согласно расчетам, общая сумма среднегодового ущерба от потери экосистемных услуг почв в Украине за последние 50 лет составляла 2,85 млрд долларов (73,4 млрд гривен), в том числе за последние 25 лет — 0,96 млрд долларов (24,8 млрд гривен) (Kucher, 2019).

Причин деградации почв много, но одна из главных — неустойчивое управление земельными ресурсами, особенно в сфере охраны почв, рационального их использования, следствием чего является отсутствие полноценной информационной системы о состоянии почв Украины и, соответственно, недостаточный уровень государственного контроля за динамикой его изменения. Решение проблемы деградации земель должно осуществляться на основе внедрения целостной концепции устойчивого менеджмента почв, что предусматривает работу по следующим основным направлениям: совершенствование законодательного обеспечения; нормативно-методическое обеспечение; информационное обеспечение; технологическое обеспечение; научное и кадровое обеспечение; финансовое обеспечение; использование международного опыта устойчиво-

го управления почвами. На национальном уровне все эти направления могут быть интегрированно внедрены в рамках Национальной программы охраны почв Украины и Концепции достижения нейтрального уровня деградации земель (почв) Украины. Проекты этих документов были разработаны и переданы в соответствующие органы государственного управления, но пока они не утверждены на законодательном уровне и, соответственно, не внедрены на практике.

По предварительным расчетам, прогнозный ежегодный общий экономический эффект от повышения урожайности сельхозкультур на 40–50%, который может быть достигнут при условии внедрения предполагаемых мероприятий по устойчивому менеджменту почвенных ресурсов в аграрных предприятиях Украины, в 2021–2025 гг. может составлять ежегодно 0,9 млрд долларов

(25 млрд гривен) дополнительной прибыли, в течение 2026–2030 гг. — ежегодно 1,2 млрд долларов (31 млрд гривен). Однако важным является эколого-экономический эффект, заключающийся в приостановлении основных видов почвенной деградации и достижении простого воспроизводства плодородия почв, предупреждении (минимизации) эколого-экономического ущерба ежегодно на сумму около 0,9 млрд долларов (25 млрд гривен) (Kucher, 2017). Таким образом, устойчивое управление землепользованием может принести не только экологические, но и экономические выгоды. Закономерно, что это требует соответственного финансового обеспечения. Общая прогнозная потребность в финансовых ресурсах и источники финансирования практик устойчивого управления почвами в Украине обоснованы в монографии (Kucher, 2017).

Глава 4

ОТВЕТЫ ОБЩЕСТВА

Богаенко В.А., Васенев И.И., Захарова М.А., Ибрагимов Р.И., Контобойцева А.А., Кучер А.В., Лазебная М.Е., Левин А.Я., Матяш Т.В., Мирошниченко Н.Н., Мукимов Т., Плиско И.В., Прокопьева К.О., Ромащенко М.И., Самарханов Т.Г., Сорокин А.С., Тараторкин В.М., Усатая Л.Г., Хамзина Т.И., Хасанханова Г.М., Эрдоган Х.Э.



4.1. Государственная политика и информационное обеспечение внедрения устойчивого управления почвенными ресурсами

4.1.1. Правовая база и государственные меры обеспечения устойчивого управления почвенными ресурсами в странах Евразийского региона

Членами Евразийского почвенного партнерства и представителями международных организаций, таких как ИКАРДА, ICVA, CIMMYT, GIZ, признано, что устойчивое управление почвенными ресурсами является предпосылкой для достижения Целей устойчивого развития до 2030 г. Среди этих Целей УУПР особенно тесно связано с решением вопросов продовольственной безопасности, устойчивого развития сельского хозяйства, борьбой с изменениями климата и адаптацией к их последствиям, обращением вспять процесса

деградации земель, прекращением процесса утраты биоразнообразия, предоставлением экосистемных услуг (ЕАПП, ЕЦПБ, 2017).

Отсутствие УУПР приводит к деградации почв в Евразийском регионе, что негативно сказывается на развитии сельских территорий и региона в целом. Самыми распространенными проявлениями деградации земельных ресурсов в регионе являются потеря плодородия почв, эрозия, засоление, заболачивание, снижение биоразнообразия почв и их переуплотнение.

Ключевыми причинами деградации почв являются нерациональные методы использования земельных ресурсов и управления ими вследствие недостатка знаний и информированности среди сельхозпроизводителей о практиках устойчивого землепользования, водо- и почвосберегающих приемах земледелия, трудности доступа к рынкам сбыта сельскохозяйственной продукции и к услугам финансирования, недостаточное применение почвообогащающих севооборотов, отсутствие га-

рантий по долгосрочному землепользованию среди фермерских хозяйств и др. (ИСЦАУЗР, 2016).

Деградация почв связана с целым рядом политических и институциональных факторов. К политическим факторам, влияющим на деградацию почв, относятся жесткий административный контроль структуры посевных площадей, недостаточная защищенность сельхозтоваропроизводителей от диспаритета цен, низкие закупочные цены на сельхозпродукцию,купаемую для государственных нужд. Причины институционального характера кроются в неразработанности вопросов земельных отношений (ИСЦАУЗР, 2008).

Управление почвами требует международно-го и национального сотрудничества между заинтересованными сторонами для реализации последовательной политики, которая способствует УУПР. К заинтересованным сторонам относятся производители сельскохозяйственной продукции, другие участники агропромышленного комплекса, местные общины, население страны в целом, отдельно городское и сельское население, государство, местные и региональные органы власти, различные ассоциации и некоммерческие организации, научное сообщество, представители других отраслей экономики, в том числе использующие земельные ресурсы международные организации.

Международное сотрудничество необходимо для привлечения инвестиций в земельные и водные ресурсы и управления ими. Отсутствие межстранового сотрудничества в целях социально-экономического развития региона ведет к фрагментированной национальной и региональной политике с риском усиления конкуренции за природные ресурсы и усугубления их деградации. Региональная экономическая интеграция оказывает все большее влияние на эффективность и устойчивость сельскохозяйственного производства в условиях глобализации и кризисных явлений. В то же время наращивание экспорта продукции АПК невозможно без воспроизводства и повышения эффективности использования земельных ресурсов (Бордачев и др., 2019).

Анализ правовых механизмов и тенденций развития законодательства в сфере использования и охраны земель в разных странах и их регионах необходим для определения направлений, которые требуют более активных действий и возможностей внедрения подходов устойчивого управления почвами. Например, в Российской Федерации интенсивность изменения законодательства в сфере использования и охраны земель в последние годы обусловлена проблемами в правоприменительной практике. Качественный уровень законодательства в области государственного обеспечения плодородия почв сельско-

хозяйственных земель свидетельствует о потенциале того или иного региона к внедрению практик в ближайшей перспективе.

Долгое время почвенные эксперты лоббируют принятие в странах региона государственных законов об охране почв, которые должны включать в себя различные вопросы загрязнения почв, штрафы за деградацию и необходимые меры по восстановлению и рекультивации почв. Однако на законодательном уровне все еще нет четкого определения, что такое «почва» (территория или ландшафт) и «земля» (плодородный субстрат). Однако на местном уровне, например в Московской области, существуют региональные нормативные акты, которые различают почву как объект права.

В некоторых странах, как, например, в Кыргызстане, существует уникальный документ, который регулирует вопросы, связанные с почвой в стране, в данном случае — Положение о мониторинге земель сельскохозяйственного назначения Кыргызской Республики от 1 марта 1999 г. №115. Ответственным органом по мониторингу является Государственная экологическая инспекция и Министерство по чрезвычайным ситуациям при Правительстве Кыргызской Республики.

В других странах действуют многочисленные нормативные акты, в том числе специальные нормативные акты для очаговых территорий, такие как Закон Украины «О правовом режиме территории, радиоактивно загрязненной в результате Чернобыльской катастрофы» от 27 февраля 1991 г. №791а-ГП. Оценка риска радиационного загрязнения осуществляется Министерством здравоохранения.

Реализуемая многими странами региона земельная политика в первую очередь обусловлена закреплением на конституционном уровне отношений собственности на землю в целом и земельные участки в частности, а также гарантий прав собственников (Чаплин, 2019). В то же время положения об использовании и охране природных ресурсов как основе жизни и деятельности народов, о правах граждан на благоприятную окружающую среду и обязанностях ее сохранения, содержащиеся в конституциях стран региона, не реализуются в отношении почв в связи с фактическим отсутствием национальных законов о почвах, сохранении и восстановлении их плодородия, национальных программ и стратегий охраны почв и действенных механизмов защиты экологических прав (подзаконных актов).

Так, в Российской Федерации существует ряд федеральных законов, которые касаются охраны почв и земельных ресурсов, таких как «Об охране окружающей среды», «Об экологической экспертизе», «Об особо охраняемых природных территориях», «Об отходах производства и потребления»,

«Об охране атмосферного воздуха». Земельный кодекс РФ регулирует земельные отношения. Другие законодательные акты в системе земельного законодательства, регулирующие отношения в области охраны почв и земель: «О государственном земельном кадастре», «О землеустройстве», «О мелиорации земель», «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения», «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения». Однако современное земельное и экологическое законодательство во многом носит декларативный характер и содержит противоречивые и неоднозначные положения. Почвы, их характеристики и плодородие не входят в число обязательных критериев эффективности осуществления всех мероприятий по землеустройству. Для реализации правовых норм и их совершенствования с учетом ЦУР необходимо законодательное закрепление точного научно обоснованного определения почвы и ее плодородия как фундаментального уникального свойства (Хомяков, Гогмачадзе, 2019).

Подобная ситуация в сфере правового регулирования в области охраны почв отмечается и в других странах региона (Лаевская, 2016).

Особую роль в обеспечении УУПР в Евразийском регионе играет правовое регулирование земельных отношений. УУПР будет применяться там, где землепользователи имеют гарантированные права владения и пользования земельными ресурсами. Однако надо учитывать, что мелкая контурность и раздробленность сельскохозяйственных угодий затрудняют эффективное управление почвенными ресурсами.

В частности, в соответствии с п. 5 ст. 12 Конституции Кыргызской Республики от 27 июня 2010 г. земля, ее недра, воздушное пространство, воды, леса, растительный и животный мир, другие природные ресурсы являются исключительной собственностью Кыргызстана, используются в целях сохранения единой экологической системы как основы жизни и деятельности народа Кыргызстана и находятся под особой охраной государства. Пункт 1 ст. 12 Конституции гласит, что в Кыргызстане признается разнообразие форм собственности и гарантируется равная правовая защита частной, государственной, муниципальной и иных форм собственности.

На основании ст. 13 Конституции Республики Беларусь от 15 марта 1994 г. недра, воды, леса составляют исключительную собственность государства. Рациональное использование предоставленных для сельскохозяйственных нужд земель — общее требование для всех сельскохозяйственных землепользователей. В соответствии со ст. 49 Кодекса о земле нерациональное использование выражается для сельскохозяйственных

земель в уровне урожайности ниже нормативного (по кадастровой оценке).

В Казахстане признаются и равным образом защищаются государственная и частная собственность (п. 1 ст. 6 Конституции Республики Казахстан от 30 августа 1995 г.). Земля и ее недра, воды, растительный и животный мир, другие природные ресурсы находятся в государственной собственности. Земля может находиться также в частной собственности на основаниях, условиях и в пределах, установленных законом.

В Конституции Республики Армения от 5 июля 1995 г. установлены ограничения права собственности на землю (правом собственности на землю не пользуются иностранные граждане и лица, не имеющие гражданства, за исключением случаев, установленных законом), а также провозглашено право собственности на землю общины.

Статья 13 Конституции Таджикистана от 6 ноября 1994 г. устанавливает, что земля и природные ресурсы являются исключительной собственностью государства и государство гарантирует эффективное их использование в интересах народа.

В Узбекистане до недавнего времени земли находились только в государственной собственности. Согласно ст. 16 Земельного кодекса Республики Узбекистан от 30 апреля 1998 г., «земля является государственной собственностью, общественным богатством, подлежит рациональному использованию, охраняется государством и не подлежит купле-продаже, обмену, дарению, залогу, за исключением случаев, установленных законодательными актами Республики Узбекистан».

В странах региона правовые основы земельных отношений помимо Конституции закреплены в нормативных правовых актах. Так, ст. 1 Кодекса Туркменистана «О земле» гласит, что «земля в Туркменистане является достоянием туркменского народа, находится под охраной государства и подлежит рациональному и эффективному использованию».

Согласно Земельному кодексу Украины от 25 октября 2001 г. №2768-III, «земля является основным национальным богатством, находящимся под особой охраной государства, право собственности на землю гарантируется, а использование собственности на землю не может причинять вред правам и свободам граждан, интересам общества, ухудшать экологическую ситуацию и природные качества земли».

Закон Украины «Об охране земель» от 19 июня 2003 г. №962-IV определяет правовые, экономические и социальные основы охраны земель с целью обеспечения их рационального использования, восстановления и повышения плодородия почв, других полезных свойств земли, сохране-

ния экологических функций почвенного покрова и охраны окружающей среды.

Во всех странах Центральной Азии приняты законы «О земле и землепользовании», «О земельном кадастре». Отдельные страны приняли закон «О земле сельскохозяйственного назначения», которым определен порядок и механизм землевладения и землепользования (ИСЦАУЗР, 2008).

Важным направлением политики в области УУПР является планирование использования земель и контроль рационального использования и охраны земель. В законодательстве и нормативных актах, как правило, предусматриваются требования к землепользователям применять определенные агротехнические приемы, соблюдать севообороты, высевать в обязательном порядке определенные культуры, проводить мелиоративные работы, высаживать лесные насаждения и др. Например, в Туркменистане, как и во многих странах региона, в обязанности собственников земель входит рационально использовать землю в соответствии с целевым назначением, повышать плодородие почвы, осуществлять природоохранные мероприятия, не допускать ухудшения экологической обстановки, истощения природных ресурсов в результате своей хозяйственной деятельности.

Одним из инструментов государственной политики, способствующей УУПР, является разработка стратегий и государственных программ, например программ в области охраны окружающей среды, борьбы с эрозией и деградацией почв, программ в области мелиорации. Такие программы, как правило, носят комплексный характер и предусматривают применение как административных, так и экономических инструментов государственного регулирования. Примерами такого рода программ, действующих в Евразийском регионе, являются Государственная программа развития ирригации Кыргызской Республики на 2017–2026 гг., Программа по улучшению мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных земель Республики Таджикистан на 2019–2023 гг.

Существуют экономические меры воздействия государственной политики. К ним относятся прямое бюджетное финансирование, субсидирование, в том числе субсидирование кредитования, система налогообложения и налоговые льготы, регулирование цен, например с помощью системы закупок, государственные инвестиции и др.

Важным направлением государственного регулирования является развитие образования в области УУПР, включение в различные образовательные программы (среднего и высшего профессионального образования, повышения квалификации) вопросов УУПР. Необходимо также

просвещение сельхозпроизводителей, распространение информации через систему сельскохозяйственного консультирования, через средства массовой информации и интернет-ресурсы. Данная группа мер является одной из самых действенных, кроме того, внедрение любых других мер, стимулирующих УУПР, должно обязательно сопровождаться мерами в области поддержки науки, образования и просвещения, тогда эффективность применения любых других мер возрастет. Особое место занимают меры, которые относятся к государственной поддержке фундаментальных и прикладных научных исследований в области УУПР и внедрению их в практику.

Кроме того, существуют государственные меры, напрямую не направленные на УУПР, но оказывающие влияние на управление земельными ресурсами. Так, например, к ним относятся стимулирование производства определенных видов сельскохозяйственной продукции, развитие органического сельского хозяйства, увеличение доходов сельского населения.

Таким образом, можно заключить, что земельная государственная политика способна коренным образом поменять структуру землевладения и землепользования и оказать существенное влияние на почвенные ресурсы, создать условия для охраны, мелиорации, рационального использования почв и повышения их плодородия. При разработке мер государственной политики, направленных на УУПР необходимо учитывать, каким образом эти меры повлияют на различные заинтересованные стороны. Кроме того, необходимо привлекать к процессу выработки мер государственной политики представителей различных заинтересованных сторон (производителей сельскохозяйственной продукции, представителей местных и региональных властей, представителей общественных организаций, представителей научного сообщества и других).

4.1.2. Национальные и региональные программы и планы действий для достижения нейтрального баланса деградации земель (LDN)

В 1977 г. Конференция Организации Объединенных Наций по опустыниванию приняла план действий по борьбе с опустыниванием. Тем не менее в 1991 г. Программа ООН по окружающей среде (UNEP) пришла к заключению, что проблема деградации земель в засушливых, полусухих и сухих субгумидных районах обострилась, несмотря на «местные примеры успеха».

Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке

(КБО ООН), была принята в Париже в июне 1994 г. в результате Конференции ООН по окружающей среде и развитию (UNCED) в Рио-де-Жанейро и вступила в силу в декабре 1996 г. Ее главной целью являлось объединить усилия стран по улучшению плодородия и восстановлению почв, а также охране и рациональному использованию земель и водных ресурсов.

По решению Генеральной Ассамблеи ООН 2006 год был объявлен Международным годом пустынь и опустынивания (резолюция 58/211 от 23 декабря 2003 г.). Период с января 2010 г. по декабрь 2020 г. объявлен Генеральной Ассамблеей ООН Десятилетием ООН, посвященным пустыням и борьбе с опустыниванием.

В сентябре 2015 г. Генеральная Ассамблея ООН приняла План действий по устойчивому развитию до 2030 г., который содержит 17 целей устойчивого развития (ЦУР) и 169 целевых показателей. ЦУР №15 призывают страны к защите, восстановлению и продвижению устойчивого использования земных экосистем, устойчивому управлению лесами, борьбе с опустыниванием, остановке деградации и восстановлению земельных ресурсов, а также к прекращению потери биоразнообразия. ЦУР №15.3 направлена на «борьбу с опустыниванием и восстановление деградированных земельных ресурсов и почвы, включая земли, пострадавшие от опустынивания, засух и наводнений, а также создание мира, в котором деградация земельных ресурсов будет нейтрализована» к 2030 г. Для измерения результатов при достижении цели ЦУР №15.3 принят индикатор «Отношение площади деградированных земельных ресурсов к общей площади земельных ресурсов».

Двенадцатая сессия Конференции сторон Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием земель, прошедшая в Анкаре (Турция) в октябре 2015 г., поддержала ЦУР №15.3 и концепцию нейтральной деградации земельных ресурсов как серьезного инструмента для реализации Конвенции. Всем странам-участницам КБО ООН было предложено добровольно сформулировать цели для достижения Land Degradation Neutrality (LDN). Органы КБО ООН содействуют странам в «использовании системы индикаторов в процессе мониторинга, оценки и информирования о результатах в ходе достижения национальных целей Land Degradation Neutrality».

К задачам КБО ООН относится предоставление глобальной платформы для поддержки национальных и региональных стратегий, научно-технических знаний, информирования широкой общественности, лоббирования и мобилизации ресурсов. Исполнительными институтами и органами КБО ООН являются Конференция сторон,

Комитет по рассмотрению осуществления Конвенции, Комитет по науке и технологиям, Глобальный механизм, отвечающий за финансы, и Секретариат КБО ООН, отвечающий за организационные вопросы.

В странах Евразийского региона осуществляются различные национальные и региональные программы, стратегии и планы действий в поддержку достижения целей LDN.

Страны Центральной Азии согласовали и приняли Субрегиональную программу действий по борьбе с опустыниванием в контексте КБО ООН в 2003 г., целями которой являлись согласование субрегиональных интересов, обмен информацией и опытом, привлечение доноров, синергизм при осуществлении экологических конвенций в субрегионе, разработка и осуществление совместных программ, улучшение социально-экономических условий.

В соответствии с положениями КБО ООН все пять стран Центральной Азии подготовили национальные планы действий (НПД) по борьбе с опустыниванием, являющиеся центральным элементом стратегии борьбы с опустыниванием и смягчения последствий засухи. Эти программы взаимосвязаны с другими национальными, субрегиональными и региональными программами.

Субрегиональная программа действий по борьбе с опустыниванием стала платформой для запуска Инициативы стран Центральной Азии по управлению земельными ресурсами (ИСЦАУЗР) (<https://carecesco.org>). Рамочная программа ИСЦАУЗР, в которой участвуют много стран, является пилотной инициативой Глобального экологического фонда (ГЭФ), результатом деятельности Стратегического партнерства по оказанию содействия странам Центральной Азии в реализации КБО ООН и нацелена на решение приоритетных задач на национальном и региональном уровнях по снижению уровня деградации земель. Во время первой фазы (2006–2011 гг.) был реализован ряд региональных и национальных проектов в области улучшения пастбищ и сельскохозяйственных земель. Главной целью второй фазы (2018–2022 гг.) является усиление интегрированного управления природными ресурсами на подверженных засухе и засоленным сельскохозяйственных землях в странах Центральной Азии и Турции.

В настоящее время в рамках данной инициативы запущен региональный проект «Улучшение использования и формирования знаний по устойчивому управлению земельными ресурсами в Центральной Азии», целью которого является «собрать все лучшее, что накоплено в Центральной Азии по устойчивому управлению земельными ресурсами».

Примером регионального сотрудничества является аналитический проект «Экономика деградации земель в странах Центральной Азии» (2014–2016 гг.), реализованный с целью обеспечения понимания и усиления осведомленности заинтересованных сторон об экономической ценности производственных земель на основе рыночных и нерыночных ценностей. Проект был осуществлен под эгидой КБО ООН при участии GIZ, ИКАРДА, правительств стран региона и Регионального экологического центра Центральной Азии.

Секретариат КБО ООН работает над Региональной инициативой по разработке стратегий по управлению рисками, связанными с засухой для Центральной Азии. Главными целями Инициативы являются разработка стратегической программы по управлению засухой, усиление политической инициативы по вопросу устойчивости к засухе, определение конкретных потребностей, взаимобмен успешным опытом в регионе и возможность сотрудничества.

В странах Центральной Азии и Кавказа осуществляется ряд региональных инициатив, направленных на управление природными ресурсами и экосистемами и их сохранение, а также комплексное управление при бедствиях на территориях бассейнов рек. Например, инициативы по бассейну Аральского моря, по бассейну Амударьи и Сырдарьи, инициативы по снижению риска от прорыва Сарезского озера, инициативы по бассейнам рек Кура и Арас.

В Евразийском регионе с разной степенью присутствия в странах работает множество международных доноров, таких как Всемирный банк, организации Европейского союза, ГЭФ, GIZ, национальные агентства по развитию, учреждения системы ООН, в частности ФАО, UNEP, UNDP и др.

Национальные программы в странах Центральной Азии

Казахстан

В Казахстане НПД по борьбе с опустыниванием был подготовлен в 1997 г. и обновлен в 2002 г. Главной целью НПД является борьба с опустыниванием как одна из главных предпосылок устойчивого развития страны, повышения благосостояния людей путем предотвращения деградации земли, повышения ее продуктивности, обеспечения продовольственной безопасности и политической стабильности при обязательном условии сохранения биологического разнообразия, воспроизводительной способности. НПД 1997 г. содержит ряд стратегических направлений, однако его слабой стороной было отсутствие связи этих направлений с национальной страте-

гией и долгосрочными целями развития Казахстана.

В январе 2005 г. Правительством была утверждена Программа по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан на 2005–2015 гг. В 2008 г. в связи с оптимизацией числа отраслевых программ Правительства данная Программа была упразднена, и лишь отдельные мероприятия этой Программы были включены в правительственную среднесрочную программу по охране окружающей среды — в Программу «Жасыл даму» на 2010–2014 гг.

Указом Президента Республики Казахстан от 15 ноября 2006 г. разработана Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007–2024 гг.

В 2017 г. был принят Закон «О пастбищах», который предусматривает разработку и утверждение правил рационального использования пастбищ. Приказ Министерства сельского хозяйства «Об утверждении Методики выполнения мероприятий по борьбе с деградацией и опустыниванием пастбищ, в том числе засушливых» от 27 апреля 2017 г. №185 устанавливает методологию восстановления деградированных и пустынных пастбищ в зависимости от земельных площадей и состояния растительности и почв.

В стране реализуется стратегия Президента «Казахстан-2050» для решения, среди прочих вопросов устойчивого развития, экологических проблем. Осуществляются государственная программа «Агробизнес-2020» и Государственная программа развития агропромышленного комплекса на 2017–2021 гг. В Стратегическом плане развития Республики Казахстан до 2025 г. (утвержден Указом Президента Республики Казахстан от 15 февраля 2018 г. №636) отмечается, что «остаются нерешенными проблемы, связанные с состоянием окружающей среды: деградацией земель, дефицитом водных ресурсов, высоким уровнем загрязненности воздуха в городах, утилизацией бытовых отходов».

В рамках проекта ГЭФ-ПРООН «Оказание поддержки в обновлении Национального плана действий, а также в процессе отчетности и обзора результативности деятельности в рамках реализации Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием в Казахстане» был подготовлен документ «Стратегические меры по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан до 2025 года». В частности, в документе приводятся основные сдерживающие факторы и барьеры для УУЗР в рамках выявленных проблем, которые кроются в сфере национальной политики, законодательных и институциональных рамках, экономических стимулах, знаниях и потенциале прямых землепользователей, а также в текущей

ситуации мониторинга и исследовательских программ по управлению земельными ресурсами.

Кыргызстан

Правительством Кыргызской Республики была принята Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в 2000 г. и Национальная рамочная программа по устойчивому управлению земельными ресурсами на 2006–2016 гг.

В стране разработана и утверждена Концепция «зеленой» экономики «Кыргызстан — страна „зеленой“ экономики» (утверждена постановлением Жогорку Кенеша Кыргызской Республики от 28 июня 2018 г. №2532-VI).

В Программе развития страны «Единство. Доверие. Созидание» на период 2018–2022 гг. (утверждена постановлением Жогорку Кенеша Кыргызской Республики от 20 апреля 2018 г. №2377-VI) отражены экологические аспекты развития страны: «В сфере охраны окружающей среды важной особенностью следующей пятилетки должно стать внедрение принципов и требований „зеленой“ экономики на всех этапах планирования, принятия решений, исполнения и мониторинг».

Национальная стратегия развития на 2018–2040 гг. (Указ Президента Кыргызской Республики от 31 октября 2018 г. УП №221) затрагивает проблемы устойчивого управления природными ресурсами: «Деятельность будет направлена на сохранение и восстановление природной среды, ландшафтов, экосистем и биологического разнообразия путем расширения экологической сети... Расширение площади зеленых насаждений является одним из ключевых элементов снижения рисков изменения климата, деградации земель, загрязнения воздуха».

В Национальной стратегии устойчивого развития Кыргызской Республики на 2013–2017 гг. особо подчеркнуто, что «процессы деградации земель в настоящее время представляют значительную угрозу продовольственной безопасности и переходят из разряда экологических в категорию угроз устойчивому развитию страны».

В 2014 г. под эгидой Министерства сельского хозяйства и мелиорации, как координирующего органа по КБО ООН, совместно с заинтересованными органами исполнительной власти был разработан Национальный план действий и рамки деятельности по активизации осуществления КБО ООН в Кыргызской Республике на период 2015–2020 гг., в котором изложены меры по противодействию процессам деградации земель.

В 2016 г. Правительство Кыргызской Республики направило официальный запрос в Секретариат КБО ООН с просьбой оказать стране техни-

ческую помощь в апробации LDN в Кыргызстане. Это послужило основанием для включения республики в число пилотных стран по реализации Программы постановки целей по LDN.

В 2017 г. при поддержке проекта UNDP-ГЭФ «Усиление институционального и правового потенциала для обеспечения улучшения национальной системы управления и мониторинга экологической информации» в Кыргызстане состоялось пятое заседание межведомственной экспертной группы по вопросам реализации Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием. При поддержке UNDP-ГЭФ разработаны национальные добровольные цели в отношении нейтрального баланса деградации земель с использованием методологии расчета индикаторов задачи ЦУР №15.3.

Таджикистан

В Таджикистане в 2001 г. была утверждена Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием и составлен План мероприятий по осуществлению НПД, направленных на борьбу с деградацией окружающей среды и нерациональным землепользованием. Эта программа является основным документом страны по борьбе с опустыниванием. Впоследствии президентом и правительством был принят ряд документов, например указы «О мерах по повышению плодородия почв, сохранению и улучшению природной среды», «О государственном контроле за использованием и охраной земель в Республике Таджикистан», «О реорганизации сельскохозяйственных предприятий и организаций», и запущены государственные программы, такие как Государственная экологическая программа на 1998–2008 гг. и Программа по мелиоративному улучшению орошаемых земель на 1998–2003 гг.

В настоящее время Правительством Республики Таджикистан приняты и реализуются такие важные государственные документы, как Концепция Республики Таджикистан по охране окружающей среды, Стратегия устойчивого развития страны до 2030 г., которые призваны улучшать благосостояние населения и состояние окружающей среды.

Принятые меры свидетельствуют об озабоченности Правительства страны сохранением природных богатств и усилением борьбы с опустыниванием в Республике Таджикистан, однако слабые стороны реализации основных идей Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием заключаются в недостаточном финансировании, слабой координации между государственными органами, занимающимися различными проблемами опустынивания, слабой информированности широких слоев населения об основных иде-

ях КБО ООН, слабой развитости технической базы, несоблюдении традиционных методов борьбы с опустыниванием, недостаточном ведении разъяснительной работы с местным населением и др. (Национальный доклад Республики Таджикистан по осуществлению КБО ООН, 2006).

Одним из примеров трансграничных инициатив правительств Кыргызстана и Таджикистана является проект ГЭФ/ЮНЕП «Устойчивое управление землепользованием в высокогорье Памира и Памиро-Алая», в рамках которого были разработаны Стратегия и План действий по устойчивому управлению землепользованием в высокогорье Памира и Памиро-Алая. Их целью является решение взаимосвязанных проблем деградации земель и бедности внутри Центрально-Азиатского региона, одного из жизненных источников пресной воды и биоразнообразия.

Туркменистан

Туркменистан один из первых в 1996 г. ратифицировал КБО ООН и принял НПД в 1997 г., основные аспекты которой — рациональное использование пастбищ, развитие лесного хозяйства, закрепление и облесение подвижных песков, улучшение состояния орошаемых земель, прикладные исследования. Главными целями НПД являются определение критериев деградации земель, развитие новых современных технологий для реабилитации деградированных земель и устойчивого использования природных ресурсов. Особое внимание должно быть уделено традиционным знаниям и технологиям.

Национальная программа социально-экономического развития Туркменистана на 2011–2030 гг. и Программа Президента Туркменистана по социально-экономическому развитию страны на 2019–2025 гг. нацелены на достижение устойчивого развития и делают последовательное осуществление ЦУР одним из основных приоритетов. Работа по адаптации и интеграции ЦУР в соответствующие национальные стратегические программы и планы в Туркменистане началась в 2016 г. с официального принятия Правительством Туркменистана Повестки дня на период до 2030 г. и проведения национальных консультаций.

В стране функционирует Национальный институт пустынь, растительного и животного мира Госкомитета по охране окружающей среды и земельным ресурсам Туркменистана.

В Туркменистане приняты Национальная лесная программа, Национальная стратегия по изменению климата, был введен Закон о пастбищах, пересмотрен Кодекс о воде, внесены изменений в Кодекс о земле, принята Национальная программа по изменению климата и пересмотрена Национальная программа действий по борьбе

с опустыниванием. Рациональное использование и защита земельных ресурсов является одним из приоритетов в экономической политике государства, что отражено в Стратегии-2030.

В рамках председательства в Межгосударственной комиссии по устойчивому развитию (МКУР) Туркменистан инициировал разработку Региональной программы по охране окружающей среды для устойчивого развития Центральной Азии, которая будет способствовать выполнению странами региона обязательств по экологическим ЦУР и природоохранным конвенциям ООН, реализации Парижского соглашения по климату и внедрению принципов «зеленой» экономики в соответствии с решениями МКУР и Правления Международного фонда спасения Арала (МФСА).

Являясь председателем в МФСА, Туркменистан активно участвует в выработке Программы действий по улучшению экологической и социально-экономической ситуации в бассейне Аральского моря и Специальной программы ООН для Арала.

Узбекистан

В Узбекистане принято постановление Кабинета министров от 20 октября 2018 г. №841 «О мерах по реализации национальных целей и задач в области устойчивого развития на период до 2030 г.», тем самым утверждены национальные цели, задачи и индикаторы устойчивого развития на период до 2030 г., включая ЦУР №15.3 в области Land Degradation Neutrality.

Кроме того, была принята Дорожная карта, предусматривающая: а) разработку концепции развития по каждой ЦУР на период до 2030 г. и годового плана действий по реализации ЦУР; б) разработку системы показателей реализации ЦУР; в) мониторинг и отчетность по реализации национальных ЦУР начиная с 2019 г.

Вопросы борьбы с опустыниванием, деградацией земель и засухой интегрированы в ряд национальных программ, стратегий и проектов Узбекистана, таких как Программа действий Республики Узбекистан по охране окружающей среды на 1999–2005 гг., 2008–2012 гг., 2013–2017 гг.; Государственная программа улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель и рационального использования водных ресурсов на 2008–2012 гг., 2013–2017 гг., 2018–2019 гг.; Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием и засухой (2015 г.); Комплексная программа ликвидации последствий стихийного бедствия, восстановления и социально-экономического развития территории бассейна Аральского моря на 2015–2018 гг.; Государственная программа развития территории бассейна Аральского моря на 2017–2021 гг.; Национальная стратегия и

план действий по сохранению биоразнообразия Республики Узбекистан на 2016–2025 гг. и др.

Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием 1999 г. и Национальная стратегия по устойчивому развитию 1997 г. являются доминирующими стратегиями по борьбе с опустыниванием в стране, обе не пересматривались.

В стране проводится большая работа по смягчению последствий катастрофы на Аральском море.

Для создания эффективной системы мониторинга, реализации задач ЦУР 20 марта 2019 г. Координационным советом по реализации Национальных целей и задач в области устойчивого развития утверждены 206 индикаторов для мониторинга их достижения. Основным инструментом для мониторинга и распространения данных об индикаторах ЦУР в Узбекистане является национальная платформа по представлению отчетности по ЦУР (<http://nsdg.stat.uz>).

В настоящее время в Узбекистане реализуются проекты, направленные на устойчивое землепользование и улучшение качества земель: проект ГЭФ/UNDP/Госкомэкологии «Устойчивое использование природных ресурсов и лесного хозяйства в ключевых горных районах, имеющих важное значение для глобально значимого биоразнообразия», 2017–2021 гг.; проект ГЭФ/ФАО/Госкомлесхоза «Устойчивое управление горным и долинным лесом», 2018–2021 гг.; программа ИСЦАУЗР «Комплексное управление природными ресурсами в засушливо-природных и солевых зонах сельскохозяйственного производства (ИСЦАУЗР-2)», 2018–2021 гг.

Национальные программы в Российской Федерации

В качестве мер по охране и рациональному использованию земельных ресурсов в стране проводятся работы по восстановлению и рекультивации деградированных и нарушенных земель. Меры по охране и рациональному использованию земель проводятся в том числе в рамках национальных стратегий. К основным задачам Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 г. отнесены ликвидация накопленного вреда окружающей среде и предотвращение деградации земель и почв. В Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 г. установлена задача по сохранению и улучшению земельного фонда. В Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 г. установлено, что в целях предупреждения процессов опустынивания и эрозии земель необходимо обеспечить выполнение работ по созданию и выращиванию защитных лесных насаждений (противоэрозионных, полез-

щитных насаждений на аридных пастбищах и песках, по берегам малых рек и вокруг поселков) на юго-востоке европейской части Российской Федерации, Северном Кавказе, Южном Урале, в Поволжье и Западной Сибири.

В рамках осуществления федеральных целевых программ (ФЦП) проводятся мероприятия по мелиорации земель, лесовосстановлению и предотвращению опустынивания, деградации земель и засухи (ОДЭЗ). Примерами таких программ может быть ФЦП «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 гг. и на период до 2020 года» и ФЦП «Мелиорация».

Национальные цели по предотвращению ОДЭЗ в Российской Федерации устанавливаются в рамках общей системы стратегического планирования в соответствии с Федеральным законом от 28 июня 2014 г. №172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации». Долгосрочные цели по предотвращению ОДЭЗ с установлением количественных показателей определены в «Прогнозе долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г.».

Понятие «экологическая безопасность» введено Федеральным законом «Об охране окружающей среды». Весь спектр проблем экологической безопасности страны был декларирован в качестве важной составляющей ее внутренней и внешней политики в Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 г. В ней указано, что в число современных вызовов и угроз для национальной безопасности наряду с изменениями глобального климата входят неблагоприятные изменения природной среды, включая опустынивание, засуху, деградацию земель и почв.

Национальные программы в странах Южного Кавказа

Азербайджан

В настоящее время в стране реализуются государственные программы и комплексные стратегии, которые предусматривают решение проблем, связанных с устойчивым развитием и охраной окружающей среды, тем не менее они напрямую не решают вопросы, связанные с УУПР и ОДЭЗ.

Указ Президента Республики Азербайджан от 30 апреля 2006 г. №1396 «О дополнительных мерах по реализации международных конвенций и соглашений в области охраны окружающей среды» принят в целях обеспечения выполнения международных конвенций и соглашений в области охраны окружающей среды, которые ратифицировала Азербайджанская Республика.

В соответствии с ним должны быть приняты дополнительные меры, такие как создание Рабочей группы и Национальной комиссии, разработка Национальной политики и включение международных конвенций и соглашений в муниципальное законодательство, а также принятие внутренних правил и положений в соответствии с международными конвенциями и соглашениями.

Основные задачи реализации экологической экономики и политики устойчивого развития определяются в Концепции развития «Азербайджан-2020: взгляд в будущее». В соответствии с ней с целью эффективного управления земельными ресурсами будут осуществляться меры по предотвращению процессов опустынивания, реабилитации земель, пришедших в непригодное состояние в результате деятельности крупных промышленных и горно-промысловых объектов, усовершенствованию системы использования пригодных для сельского хозяйства земель, усилению защиты земель от антропогенного загрязнения.

В Азербайджане приняты следующие правовые документы по реализации экологической политики страны: Государственная программа восстановления и расширения лесов в Азербайджане; Программа сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия, Государственная программа развития сельскохозяйственного сотрудничества в Азербайджанской Республике на 2017–2022 гг. и др.

Стратегическая дорожная карта Азербайджана по сельскохозяйственному производству и переработке (2016 г.) определяет общие приоритеты и направления, связанные с восстановлением и реабилитацией деградированных земель в Азербайджане, на краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный периоды. Кроме того, некоторые аспекты развития сельского хозяйства описаны в Национальной стратегии по охране и устойчивому использованию биоразнообразия в Азербайджанской Республике на 2017–2020 гг. и Стратегической дорожной карте для перспектив национальной экономики Азербайджанской Республики. Другие правовые документы, такие как Земельный, Лесной, Водный кодекс и другие соответствующие законы и подзаконные акты, устанавливают органы, ответственные за управление ресурсами, их охрану и устойчивое использование. Министерство экологии и природных ресурсов, Министерство сельского хозяйства и Министерство экономики являются ключевыми организациями, принимающими решения по вопросам, связанным с LDN.

Армения

В 2002 г. Межведомственной координационной комиссией при Министерстве охраны приро-

ды Республики Армения была разработана Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в Армении в целях выполнения страной обязательств, принятых КБО ООН. НПД предполагалось осуществить в рамках годовых и перспективных программ социально-экономического развития республики.

Основной целью стратегии LDN Армении, предложенной на период до 2040 г., является восстановление потерь органического углерода почвы в период с 2000 по 2010 г., а также увеличение количества секвестрации углерода на 2,8%.

В настоящее время в стране реализуются государственные программы и комплексные стратегии, которые предусматривают решение проблем, связанных с устойчивым развитием и охраной окружающей среды. В соответствии с Национальной программой действий по борьбе с опустыниванием, которая была принята в 2015 г., на первые пять лет (2015–2020 гг.) большое внимание уделено совершенствованию законодательной базы.

Восстановление лесов является приоритетным направлением деятельности Армении, в связи с чем была принята Национальная лесная программа Армении, целью которой является охрана лесных экосистем, восстановление деградировавших лесных экосистем, непрерывное и эффективное использование лесных ресурсов и обеспечение стратегии устойчивого лесопользования.

Грузия

Национальными целями Грузии до 2030 г. являются: интеграция принципов LDN в национальную политику, стратегии и документы по планированию, облесение около 1500 га деградированных лесов и восстановление около 7500 га, рациональное управление лесными ресурсами (более 60%), совершенствование ирригационно-дренажной системы, реабилитация деградированных земель.

Вторая Национальная программа действий Грузии по борьбе с опустыниванием на период 2014–2022 гг. была принята постановлением Правительства от 29 декабря 2014 г. НПД предусматривает стратегические цели Правительства по обеспечению продовольственной безопасности и борьбе с бедностью путем предоставления устойчивых средств к существованию, инновационного генерирования доходов в сельской местности посредством устойчивого управления земельными ресурсами и интеллектуального развития сельского хозяйства в сельских общинах засушливых и полусушливых регионов Грузии.

Национальная программа действий по охране окружающей среды Грузии (2012–2016 гг.) за-

вершена в 2016 г. Документ включает в себя долгосрочные цели, такие как сокращение площадей деградированных земель, улучшение качества почв и минимизация загрязнения почв. Принята Национальная программа действий по охране окружающей среды Грузии (2017–2021 гг.) и ряд других документов, где будут отражены принципы LDN. Например, находится на стадии подготовки новый закон о защите почв.

В стране осуществляются инициативы и проекты, которые имеют отношение к процессу реализации LDN. Например, проекты при поддержке ГЭФ «Применение методов ландшафтного дизайна и устойчивого управления земельными ресурсами для смягчения последствий деградации земель и содействия сокращению масштабов нищеты в сельских районах» и «Получение экономических и экологических выгод от устойчивого управления земельными ресурсами в засушливых и полусухих зонах Грузии».

Национальные программы в странах Восточной Европы и Турции

Беларусь

Правительство Беларуси утвердило Стратегию реализации КБО ООН и НПД по предотвращению деградации земель (и почв) на 2016–2020 гг. (постановление от 29 апреля 2015 г. №361). В соответствии со Стратегией и НПД одним из главных приоритетов Беларуси в области предотвращения деградации земель является достижение LDN. Согласно Национальному докладу Республики Беларусь в области LDN (2018 г.), целями реализации Стратегии являются сохранение и эффективное/устойчивое управление, предотвращение их деградации, повышение продуктивности земель (и почв).

Ведущим государственным учреждением по реализации Стратегии и НПД является Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Государственный комитет по имуществу, другие республиканские органы государственного управления, местные исполнительные и распорядительные органы и иные общественные организации принимают участие в качестве органов, ответственных за реализацию мероприятий НПД.

На предотвращение деградации земель (включая почвы) направлена реализация следующих государственных программ, осуществляемых в стране: Государственной программы «Торф» на 2008–2010 гг. и на период до 2020 г., предусматривающей меры по повышению устойчивости агроландшафтов и почв к деградации, разработку и внедрение ресурсосберегающей системы адаптированного сельскохозяйственного исполь-

зования торфяных почв и предотвращения их деградации; Государственной программы мер по смягчению последствий изменения климата на 2013–2020 гг., в которой предусматривается разработка комплекса мер, обеспечивающего смягчение воздействия на климат, а также воздействия экстремальных климатических явлений (засухи, заморозки и др.) на состояние мелиорированных земель; Программы развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 г., предусматривающей совершенствование экономического механизма, стимулирующего внедрение в промышленных организациях технологий, обеспечивающих предотвращение загрязнения почв и деградации сельскохозяйственных земель.

Республика Молдова

Основными документами в стране, относящимися к целям LDN, являются Экологическая стратегия Республики Молдова на 2014–2023 гг., Программа сохранения и повышения плодородия почв на 2011–2020 гг., Программа природоохранного сельского хозяйства на 2014–2020 гг., Национальный план сохранения лесного растительного покрова на 2014–2018 гг.

Добровольная цель в достижении LDN Республики Молдова была установлена следующим образом: «Улучшение охраны земель/почв и экологического восстановления деградированных земель для достижения к 2030 г. отсутствия чистой потери продуктивных земель/почв и повышения засухоустойчивости, адаптационного потенциала и услуг по биоразнообразию сельскохозяйственных экосистем».

Усилия по борьбе с деградацией земель в Молдове пока имели лишь ограниченный успех. Однако в стране осуществляются проекты, имеющие отношение к LDN, такие как программа Министерства сельского хозяйства и пищевой промышленности «Устойчивость к изменению климата посредством ресурсосберегающего сельского хозяйства» (программа «Инклюзивная экономика сельских районов и климатическая устойчивость») на период 2014–2020 гг. Целью данной программы является увеличение доходов и климатической устойчивости бедных сельских районов, повышение адаптационного потенциала сельских фермеров с помощью устойчивых подходов в землепользовании.

В Молдове с 2009 по 2018 г. под руководством государственного агентства лесного хозяйства «Молдсилва» осуществлялся проект «Сообщество лесного хозяйства Молдовы», направленный на восстановление деградированных земель путем лесопосадок, в целях увеличения экономических и экологических выгод для сельских общин.

До 2022 г. «Молдсилва» реализует проект «Сохранение почв Молдовы», целями которого являются восстановление продуктивности деградированных земель, увеличение поставки лесной продукции местным общинам и продвижение экологических методов сокращения парниковых газов на общей площади 20 300 га по всей стране.

Турция

Турция приняла свой Национальный план действий по борьбе с опустыниванием с циркуляром (2005/2), опубликованный 9 марта 2005 г. в «Официальном вестнике».

Главное управление по борьбе с опустыниванием и эрозией Министерства лесного и водного хозяйства в качестве национального координационного центра Конвенции при поддержке ФАО и ГЭФ осуществило согласование Национального плана действий Турции с Десятилетней стратегией КБО ООН.

В документ Национальной стратегии по борьбе с опустыниванием (2015–2023 гг.) были внесены поправки, а Национальный план действий Турции по борьбе с опустыниванием, разработанный в 2005 г., был соответствующим образом обновлен с целью включения в Стратегию действий, направленных на достижение поставленных целей, и продлен до 2014–2018 гг. Также была разработана веб-система мониторинга и отчетности для управления ходом выполнения текущих мероприятий.

24 июля 2015 г. обновленная НПД была введена в действие после ее публикации в «Официальном вестнике» под №29424 и после утверждения Высшим плановым советом. НПД состоит из четырех стратегических и семи функциональных целевых показателей, которые включают национальные целевые показатели Турции. Одна из этих функциональных целей — устойчивое управление земельными ресурсами, а также устойчивое управление окружающей средой и природными ресурсами.

В настоящее время управление почвенными ресурсами и их использование регулируется Законом №5403 «Сохранение почв и землепользование», который был принят в 2005 г. Его целью является определение методов и принципов, которые обеспечат сохранение и развитие почвы, предотвращая утрату ее свойств, природными или искусственными средствами и планируемое использование земли в соответствии с принципом устойчивого развития окружающей среды.

Существующее законодательство, касающееся деградации земель в Турции, включает следующие законы: Закон об охране почв и землепользовании №5403, Закон о сельском хозяйстве

№5488, Национальный закон о мобилизации в целях лесоразведения и борьбы с эрозией №4122, Закон о лесах №6831, Закон о пастбищах №4342, Закон об окружающей среде №2872, Закон об органическом сельском хозяйстве №5262, Сельскохозяйственная реформа в отношении землеустройства ирригационных зон, Закон №3083, Закон о национальных парках №2873, Закон о подземных водах №167, Рамочный закон о воде и др.

Украина

Указ Президента Украины №722/2019 «Об утверждении Целей устойчивого развития Украины на период до 2030 г.» устанавливает ориентиры для разработки проектов прогнозных и программных документов, проектов нормативных правовых актов с целью обеспечения сбалансированности экономических, социальных и экологических составляющих устойчивого развития Украины на период до 2030 г.

Кабинет Министров Украины распоряжением от 22 октября 2014 г. №1024-р утвердил Концепцию борьбы с деградацией земель и опустыниванием. В соответствии с этой Концепцией был разработан Национальный план действий по борьбе с деградацией земель и опустыниванием, который был принят распоряжением Кабинета Министров Украины от 30 марта 2016 г. №271-р. Концепция борьбы с деградацией земель и опустыниванием является общенациональным многоотраслевым программным документом, направленным на решение наиболее серьезных проблем устойчивого развития страны, порождающих значительные экологические и социально-экономические проблемы.

Ведущими специалистами в области почвоведения и агрохимии была подготовлена и опубликована Национальная программа охраны почв Украины (Национальная программа..., 2015), основной целью которой было содействие реализации государственной политики, направленной на сбалансированное использование и охрану почв, создание экологически безопасных условий проживания населения и ведения хозяйственной деятельности, сохранение ландшафтного и биологического разнообразия, защиту почв от истощения, деградации, загрязнения, воспроизводство и сохранение их плодородия, устранение негативных явлений в развитии почвенных процессов, стабилизацию производства сельскохозяйственной продукции и обеспечение продовольственных нужд государства, а также определение оптимальных объемов работ и соответствующих расходов, необходимых для решения этих проблем.

Основная цель Украины в области LDN — стабилизация содержания органического углерода в

почве на сельскохозяйственных угодьях. Планировалось к 2020 г. достичь стабильного уровня содержания органического углерода (гумуса) в почве на сельскохозяйственных землях не ниже базового уровня, к 2030 г. увеличить содержание органического углерода (гумуса) в почве на сельскохозяйственных угодьях не менее чем на 0,1%.

Кабинет Министров Украины распоряжением от 30 декабря 2015 г. №1437 утвердил Концепцию Государственной целевой программы развития аграрного сектора до 2021 г. Согласно Концепции, реализация соответствующей Программы будет в том числе направлена на снижение деградации земель в сельскохозяйственных районах и достижение LDN.

В 2017 г. создан Координационный совет по вопросам борьбы с деградацией земель и опустыниванием.

7 декабря 2016 г. Кабинет Министров Украины постановлением №932-р утвердил Концепцию реализации государственной политики в сфере изменения климата. Концепция предусматривает, в частности, задачу увеличения поглощения парниковых газов путем осуществления соответствующих мероприятий, связанных с землепользованием и лесным хозяйством.

Анализ нормативно-правовых актов свидетельствует, что в Украине сформирована соответствующая законодательная база, позволяющая проводить весь комплекс почвозащитных мероприятий в правовом поле. Однако, к сожалению, большинство норм и положений законов фактически не действуют.

В настоящее время все страны региона присоединились или ратифицировали КБО ООН, выражая свою приверженность ее целям. Многие ЦУР, в частности ЦУР №15, в той или иной степени отражены в документах стратегического развития стран. Но очевидно, что, несмотря на усилия в течение последних лет, в Евразийском регионе достижение LDN целей имеет ограниченный успех ввиду недостаточности обеспечения правовой базы и неэффективности реализации имеющихся законов на практике. Процесс адаптации и внедрения ЦУР в странах продолжается. Существует необходимость в поддержке стран региона для выполнения необходимых процедур по установлению целевых показателей LDN.

4.1.3. Государственный мониторинг земель (кадастр, паспортизация, инвентаризация, сертификация, стоимостная оценка)

Внедрение УУПР и контрольные меры в отношении землепользователей невозможны без постоянного наблюдения за состоянием почвенных ресурсов. В развитых странах системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения

непрерывно функционируют на основе современных геоинформационных технологий, технологий глобального позиционирования и дистанционных методов зондирования и обеспечивают эффективное исполнение контрольных функций — контроль за использованием и охраной земель со стороны административных органов разного уровня. В мировой практике государственный учет и контроль качества земель осуществляется преимущественно с использованием земельных кадастров стран разными способами и с различной степенью детальности, что обусловлено как природными, так и социально-экономическими особенностями этих стран.

Кадастр является совокупностью записей о земле, которые состоят из двух частей: серии карт или планов, показывающих размер и местоположение всех земельных участков, и текстовых записей, которые описывают свойства земли. Функция кадастра состоит в том, чтобы собрать и сделать доступной графическую и текстовую информацию в поддержку регистрации правового титула, оценки недвижимости и рационального использования земельных ресурсов.

Методические основы организации почвенного мониторинга как источника объективной информации для выработки мероприятий, направленных на охрану почв, начали формулироваться советскими учеными еще в 1970-х гг. (Герасимов, 1975, 1982; Добровольский, Орлов, Гришина, 1983; Ковда, Керженцев, 1983; Израэль, 1984). Концептуальные предложения по разворачиванию работ по мониторингу почв были опубликованы в Украине в начале 1990-х гг. (Медведев, 2002, 2012). Однако государственный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения во многих странах Евразийского региона до сих пор функционирует в ограниченной форме.

Мониторинг почв как инструмент для предоставления информации о почве является составной частью мониторинга земель и важным элементом государственной системы мониторинга окружающей среды. Данные мониторинга почв должны быть информативными, отвечать требованиям объективности, достоверности, точности, сопоставимости и оперативности.

Согласно Земельному кодексу Российской Федерации от 25 октября 2001 г. №136-ФЗ государственный мониторинг земель подразделяется на мониторинг использования земель и мониторинг состояния земель. В рамках мониторинга использования земель осуществляется наблюдение за использованием земель и земельных участков в соответствии с их целевым назначением. В рамках мониторинга состояния земель осуществляется наблюдение за изменением количественных и качественных характеристик земель, за состоянием почв, их загрязнением, захламлением, де-

Таблица 4.1-1. Некоторые национальные программы, стратегии и планы действий в странах Евразийского региона, связанные с борьбой с ОДЗЗ и УУПР для достижения LDN и ЦУР, по данным на середину 2020 г.

Страна	Национальный план, программа, стратегия	Кем утверждено, дата принятия	Сроки выполнения
Азербайджан	Национальная стратегия по охране и устойчивому использованию биоразнообразия в Азербайджанской Республике на 2017–2020 гг.	Утв. распоряжением Президента от 3 октября 2016 г.	2017–2020 гг.
	Стратегическая дорожная карта Азербайджана по сельскохозяйственному производству и переработке	Указ Президента Азербайджанской Республики от 6 декабря 2016 г.	2016–2020 гг.; до 2025 г.
Армения	Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в Армении	Министерство охраны природы Армении. Утв. 28 марта 2002 г.	—
	Стратегия и Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в Армении	Принята постановлением Правительства Республики Армения от 27 мая 2015 г. №23	2015–2020 гг.
Беларусь	Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь	Утв. Национальной комиссией по устойчивому развитию Республики Беларусь (протокол №11/15 PR от 6 мая 2004 г.) и Президиумом Совета Министров Республики Беларусь (протокол №25 от 22 июня 2004 г.)	До 2020 г.
	Национальный план действий по предотвращению деградации земель (включая почвы)	Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29 апреля 2015 г. №361	2016–2020 гг.
Грузия	Вторая Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в Грузии	Принята постановлением Правительства Грузии от 29 декабря 2014 г. №742	2014–2022 гг.
	Третья Национальная программа действий по охране окружающей среды	Решение Правительства Грузии от 22 мая 2018 г. №1124	2017–2021 гг.
Казахстан	Национальная программа действий по борьбе с деградацией земель и опустыниванием	Утв. постановлением Правительства Республики Казахстан в 1997 г. и обновлена в 2002 г.	—
	Стратегия и План действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия	Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды	1999–2030 гг.
Кыргызстан	Национальный план действий по борьбе с деградацией земель и опустыниванием	Утв. председателем Координационного совета, министром сельского и водного хозяйства Кыргызской Республики 8 декабря 2000 г.	—
Республика Молдова	Экологическая стратегия и план действий на период 2014–2023 гг.	Решение Правительства Республики Молдова от 24 апреля 2014 г. №301	2014–2023 гг.
	Программа сохранения и повышения плодородия почв на период 2011–2020 гг.	Постановление Правительства Республики Молдова от 20 августа 2011 г. №626	2011–2020 гг.
Российская Федерация	Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 г.	Указ Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. №176	До 2025 г.
	Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 г.	Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2015 г. №151-р.	До 2030 г.
	Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 г.	Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2018 г. №1989-р	До 2020 г.
Таджикистан	Национальная программа действий Республики Таджикистан по борьбе с опустыниванием	Принята постановлением Правительства от 30 декабря 2001 г. №598	—
	Концепция перехода Республики Таджикистан к устойчивому развитию	Утв. постановлением Правительства Республики Таджикистан от 1 ноября 2007 г. №500	—
Туркменистан	Национальная программа действий Республики Туркменистан по борьбе с опустыниванием	Принята в 1997 г.	—
	Национальная стратегия Туркменистана по изменению климата	Утв. 15 июня 2012 г. Обновлена в 2019 г.	До 2030 г.
Турция	Национальная программа действий Турции по борьбе с опустыниванием	Циркулярное уведомление министров о Национальной программе действий по борьбе с опустыниванием №2005/2	—
	Национальный доклад о нейтральной деградации земель	Доклад Министерства лесного и водного хозяйства Турции, 2016 г.	2016–2030 гг.
	Национальная стратегия и план действий Турции по адаптации к изменению климата	Министерство окружающей среды и урбанизации Турции, ноябрь 2011 г.	До 2020 г.
	Национальная лесная программа Турции	От 21 октября 2004 г. №63	2004–2023 гг.
Узбекистан	Национальная стратегия по борьбе с опустыниванием	Разработана в 1999 г.	—
	Национальная стратегия по устойчивому развитию	Разработана в 1997 г.	—
Украина	Национальный план действий по борьбе с деградацией земель и опустыниванием	Постановление Кабинета Министров Украины от 30 апреля 2016 г.	2016–2020 гг.
	Национальный доклад «Цели Устойчивого Развития: Украина»	Доклад Министерства экономического развития и торговли Украины	2015–2030 гг.

градацией, нарушением земель, оценка и прогнозирование изменений состояния земель.

Мониторинг почв в Украине осуществляется в соответствии с постановлениями Кабинета Министров Украины «Об утверждении Положения о мониторинге земель» от 20 августа 1993 г. №661, «Об утверждении Положения о государственной системе мониторинга окружающей среды» от 30 марта 1998 г. №391 и является важной составляющей государственного земельного кадастра. При активном участии Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» разработан проект постановления Кабинета Министров Украины «О нормативах качественного состояния почв», в котором установлены показатели качественного состояния почв и предельные уровни их отклонений, при которых почвы сохраняют способность выполнять свои производственные и экологические функции.

Одним из наиболее эффективных методов реализации задачи государственного земельного контроля является применение средств паспортизации и сертификации почв.

Согласно ст. 29 Закона Украины «Об охране земель» требования к сбору, учету, обработке, хранению, анализу информации о качестве земель, прогнозированию изменений плодородия почв подлежат стандартизации.

Согласно Закону Украины «О стандартизации» функции по формированию и разработке национальной нормативной базы выполняют национальные технические комитеты по стандартизации. В сфере качества и охраны почв таким комитетом является технический комитет стандартизации ТК 142 «Качество почвы». В структуре ТК 142 создан подкомитет, который отвечает за формирование и разработку национальных нормативных документов по вопросам мониторинга, сертификации и паспортизации почв.

Паспорт почв создается с целью определения и контроля загрязненности и деградации почв, установления мероприятий по охране почв и повышения плодородия и рационального использования. Разделы паспорта почв могут включать информацию о географическом положении, физико-географических условиях местности, хозяйственном использовании, характеристику источников загрязнения и деградации почв, собственно характеристику почвы и почвенных горизонтов и описание ее санитарного состояния.

Согласно Федеральному закону «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ, «сертификация — форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров». В странах региона действуют

различные группы стандартов и различные системы сертификации. Для соответствия национальных подходов международным действуют гармонизированные стандарты.

Условно выделяются агрономическое, экологическое, санитарно-эпидемиологическое и технологическое качество почв и земель. Так, например, когда оценивается экологическое качество почв (комплекс почвенных свойств, определяющий их способность обеспечивать устойчивое функционирование экосистем), применяется экологическая сертификация почв, проведение которой регламентируется Федеральным законом от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Стоимостная оценка земель в системе Государственного земельного кадастра является основой рационального и высокоэффективного использования земельных ресурсов, повышения почвенного плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. Неизмеримо возрастает роль стоимостной оценки почвы на современном этапе развития рыночных отношений в аграрном секторе экономики.

Большинство подходов к определению стоимости почвенных ресурсов (земель) основаны на экономических показателях (рентный доход, рыночная стоимость, экономические издержки, общественная значимость и др.), приобретаемых от размещения тех или иных хозяйственных или природных объектов (жилищных, производственных, лесных, водных и др.). Другая функция — плодородие — учтена только при расчете стоимости сельскохозяйственных угодий. Согласно большинству существующих методических подходов, стоимость земель определяется на основе интегрального показателя плодородия почвы (разновидности или группы почв) — относительной величины совокупного влияния признаков и свойств почвы на продуктивность (урожайность) сельскохозяйственных угодий с данным почвенным покровом, измеряемой в баллах бонитета (в диапазоне от 0 до 100). Бонитетный уровень является важнейшим показателем для дифференцированного подхода к решению целого ряда вопросов рентабельного ведения сельского хозяйства, более полно и правильно определяет ресурсный потенциал сельскохозяйственного производства, служит основой для денежной оценки, рентных платежей и т. д.

Учет других биосферных и потребительских качеств почв является пока лишь предметом теоретических исследований и играет роль при решении отдельных частных вопросов. В широкой практике учета земель потребительская стоимость других компонентов, функций и свойств почв не принимается во внимание. Вместе с тем в последние годы экономистами совместно с

почвоведом предложены ряд подходов, носящих скорее рекомендательный, чем нормативный, характер, в которых делаются попытки отобразить при стоимостной оценке иные ресурсные качества почв. Заслуживают определенного внимания методы оценки отдельно взятых земельных участков и земель крупных массивов сельскохозяйственного назначения по доходности на единицу почвенно-экологического индекса (Шишов и др., 1991), под которым понимают балл бонитета, отражающий уровень плодородия почв с учетом климатических показателей и природных условий окружающего ландшафта, а также методика оценки стоимости земли с учетом ее экологического состояния, подразумевающая под последним загрязнение почв промышленными и радиоактивными отходами.

Стоимостная оценка включает определение расчетного рентного дохода и кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий. Стоимостные показатели объектов оценки рассчитываются на основании интегральных показателей по плодородию, технологическим свойствам, местоположению земель, базовых оценочных нормативов продуктивности и затрат на использование сельскохозяйственных угодий.

В ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского» разработан методический подход, позволяющий определить базовую (на основе учета индексов ценности «подвижного» гумуса, подвижных форм питательных элементов в пахотном слое и биопродуктивности почв) и текущую стоимость (на основе учета цены 1 балла бонитета, срока капитализации, стоимости 1 ц зерна и общего бонитета земельного участка) пахотных почв Украины (Медведев и др., 2006; Плisko та ін., 2015). Базовая стоимость отражает потенциальные возможности почвы для производства продукции, позволяет оценить ее экологическое значение, не зависит от социально-экономических условий развития страны и может использоваться для решения долгосрочных целей планирования, прогнозирования рационального использования и защиты земельных ресурсов. Текущая стоимость отражает динамику рыночных отношений, соотношение спроса и предложения и позволяет определить рыночную стоимость в пределах отдельного взятого земельного участка.

4.1.4. Базы данных почвенных и земельных ресурсов (включая online системы землепользования и управления удобрениями)

В целях осуществления оперативного и эффективного мониторинга почвенно-земельных ресурсов, использования полученной информации

для целей управления, хранения и обработки большого объема взаимосвязанной информации, инвентаризации почв необходимо создание автоматизированных информационных систем.

Примерами разработанных национальных почвенных информационных систем могут выступать Национальная база данных почв Канады (NSDB), База данных почв Швеции (MarkInfo), База данных почв США (WEB Soil SURVEY), информационная система почвенного покрова Австрии (BORIS), Австралийская информационная система почвенных ресурсов (ASRIS), а международных — SOTER, ISRIC, EUSIS, GLOSIS. Примером европейской почвенной базы данных по полевым экспериментам является немецкая BonaRes («Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie»).

В Российской Федерации «Почвенно-географическая база данных России» (ИС ПГБД) поддерживается и развивается на базе Почвенного дата-центра МГУ. Почвенный дата-центр ведет работу с международными организациями для координации усилий по разработке точной глобальной информационной системы о почвах с высокой разрешающей способностью и обеспечению ее интеграции с другими глобальными системами зондирования земли.

Евразийским центром по продовольственной безопасности МГУ, факультетом почвоведения МГУ при поддержке ГПП в 2017–2018 гг. была организована серия рабочих семинаров по созданию региональных почвенных дата-центров в странах Евразийского региона.

В сентябре 2017 г. в Москве прошло рабочее совещание по созданию Международной сети почвенных информационных учреждений, в нем приняли участие ученые из Азербайджана, Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Молдавии и Таджикистана. В апреле 2018 г. был организован научно-практический семинар по созданию и функционированию национальных (региональных) почвенных центров обработки данных для партнеров в странах СНГ (Молдавия, Узбекистан).

В июне 2018 г. на базе Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина для представителей научных, научно-производственных, учебных и общественных организаций Кыргызстана прошел семинар-тренинг «Практические вопросы создания и развития Евразийской почвенной информационной системы».

По итогам обсуждений, по инициативе ЕАПП в следующих странах региона работают или были запущены почвенные информационные системы:

1) в Беларуси с октября 2017 г. на базе Республиканского унитарного предприятия (РУП) «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси;

2) в Молдове с октября 2017 г. на базе Института почвоведения, агрохимии и защиты почв (ИПАЗП) имени Н. А. Димо, с октября 2019 г. — дата-центр (создана почвенно-информационная система), с сентября 2020 г. — расширение функционала системы (как следствие проведенного семинара);

3) В Кыргызстане с сентября 2020 г. произошел тестовый запуск прототипа национального дата-центра — хостинг от МГУ имени М. В. Ломоносова по материалам Общества почвоведов Кыргызстана и Института почвоведения;

4) В Азербайджане — совместный проект по стандартизации почвенных описаний — База данных на четырех языках, включая азербайджанский, в рамках совместного проекта с НАН Азербайджана — с ноября 2018 г.;

5) В Узбекистане инициирован запуск тестового дата-центра в ООО УзГИП (UZGIP) в мае 2019 г.

Также в странах региона разрабатываются прототипы (макеты) баз данных, например, Почвенная информационная система Беларуси (ПИСБ), в Украине — База данных (БД) «Свойства почв Украины». В Молдове утверждена концепция информационной системы «Регистр почв Республики Молдова» в рамках «Программы сохранения и повышения плодородия почв на 2011–2020 гг.».

Всемирная база данных по технологиям, подходам и практикам устойчивого землепользования создана в системе WOCAT (the World Overview of Conservation Approaches and Technologies).

По данным официального сайта, WOCAT была основана в 1992 г. как глобальная сеть специалистов по УУЗР и в настоящее время насчитывает более 2000 зарегистрированных пользователей, более 60 участвующих учреждений и около 30 национальных и региональных инициатив. На начало августа 2020 г. в WOCAT было зарегистрировано 2078 практик УУЗР, опубликованных 419 пользователями из 133 стран, среди которых: 1158 технологий УУЗР, 471 подход по УУЗР и 443 практики PRAIS КБО ООН (передовая практика по УУЗР, ранее опубликованная в системе PRAIS КБО ООН при подготовке отчетности КБО ООН). Следует отметить, что под технологиями и подходами УУЗР в WOCAT понимается совокупность практических действий на местах по управлению и контролю за деградацией земель, повышающих их продуктивность и/или способность оказывать экосистемные услуги.

В 2014 г. WOCAT была официально признана КБО ООН в качестве основной рекомендуемой базы данных для распространения наилучших практик в области технологий УУЗР. По сути, WOCAT получила мандат на оказание поддержки по улучшению местного управления земельны-

ми ресурсами в 194 странах, подписавших КБО ООН.

Целевой группой WOCAT являются землепользователи, которые могут внедрять наилучшие практики в области технологий УУЗР, предотвращая/снижая деградацию земли и улучшая местное землепользование, принося тем самым пользу всему населению мира. Продвижение технологий УУЗР к целевой группе обеспечивается специалистами по УУЗР на местах, включая сельскохозяйственных консультантов и исполнителей проектов; специалистами по УУЗР национального уровня, включая исследователей и лиц, принимающих решения; специалистами по УУЗР регионального и глобального уровней, включая разработчиков международных программ и доноров.

Практической задачей WOCAT является документирование и оценка практик устойчивого землепользования, публикация и распространение знаний в области землепользования, поддержка принятия решений на основе подтвержденных фактов, продвижение передовых, наиболее эффективных практик и, тем самым, содействие предотвращению и снижению деградации земель и восстановлению нарушенных земель.

Участие стран ЕАПП в формировании/пополнении БД WOCAT отражают данные, представленные в таблице 4.1-2.

Таблица 4.1-2. Количество технологий устойчивого землепользования, зарегистрированных странами ЕАПП в БД WOCAT (по состоянию на 01.08.2020 г.)

Страна ЕАПП	Количество технологий УУЗР, зарегистрированных в БД WOCAT
Азербайджан	0
Армения	2
Беларусь	0
Грузия	5
Казахстан	10
Кыргызстан	9
Российская Федерация	8
Таджикистан	121
Турция	5
Узбекистан	16
Украина	1
Всего	176

Существует большое количество баз данных и прикладных программ, администрируемых FAO, которые могут иметь отношение к УУПР, такие

как TECA (Technologies and Practices for Small Agricultural Producers), ProSoil — ProblemSoil, AGRIS, SoILeX, FertiStat, GAEZ (Global Agro-Ecological Zoning), SoilSTAT, HWSO (Harmonized World Soil Database), LADA (The Land Degradation Assessment in drylands project), SOTER (Global Soil and Terrain Database) и др.

4.1.5. Консультативная поддержка и службы распространения сельскохозяйственных знаний для расширения устойчивого управления почвенными ресурсами

Сельские консультационные службы способствуют более продуктивному, прибыльному и устойчивому развитию сельского хозяйства и продовольственной безопасности. Самую масштабную работу в этом отношении на глобальном уровне проводит ФАО уже более 70 лет (ФАО, 1990; Blum, Cofini, Sulaiman, 2020; ФАО, 2015в). В рамках программ ФАО по всему миру для фермеров проводятся курсы, семинары, публикуются информационные материалы об устойчивой интенсификации сельскохозяйственного производства, в том числе о практиках УУЗ и УУПР.

В начале 2000-х гг. ФАО разработала концептуальный подход развития совместного землепользования (PLUD, Participatory Land Use Development). Семь ключевых факторов, необходимых для реализации подхода (ФАО, 2004): 1) четкая формулировка целей и проблем, которые необходимо решить, 2) признание всех заинтересованных сторон и их различных целей, 3) адекватная благоприятная среда и регуляторная политика, 4) эффективные институты, 5) платформа для переговоров, 6) доступная и эффективная база знаний и 7) набор процедур планирования. Процесс PLUD инициируется внешними или внутренними участниками, которые могут являться отдельными лицами, проектами, правительственными учреждениями или группами гражданского общества. В Руководстве (ФАО, 2004) объясняется, как эти принципы применялись в пилотных муниципалитетах Боснии и Герцеговины и были переведены в масштабную методологию.

В рамках проекта ФАО «Укрепление потенциала служб распространения сельскохозяйственных консультационных услуг в Центральной Азии в области устойчивой интенсификации растениеводства» в 2018–2019 гг. вышел ряд методических руководств и отчетов (ФАО, 2020 b), в которых значительная роль отводится почвозащитному и ресурсосберегающему земледелию (ПРЗ).

Этот проект был связан с предыдущими, текущими и планируемыми проектами и мероприятиями ФАО в регионе, касающимися ПРЗ, диверсификации сельскохозяйственных культур,

комплексной борьбы с вредителями, укрепления семенной безопасности мелких фермеров, органического сельского хозяйства и производственно-сбытовых цепочек, а также расширения прав и возможностей женщин в сельском хозяйстве.

Была оказана значительная техническая поддержка в укреплении потенциала национальных служб распространения сельскохозяйственной информации и консультирования сельских районов в области внедрения и поощрения устойчивой интенсификации растениеводства. В каждой стране были проведены пятидневные учебные мероприятия по отдельным темам для специалистов по сельскому хозяйству и распространению знаний из государственных и неправительственных организаций. По итогам семинаров в этих странах были закуплены агрегаты no-till для создания демонстрационных участков и обучения бенефициаров в ЦА.

Одной из новых программ ГПП ФАО в области распространения знаний и поддержки внедрения успешных практик УУПР является Глобальная программа почвенных врачей (Global Soil Doctors Programme)³. «Почвенные врачи» — это фермеры, лидирующие в успешном применении практик УУПР, которые помогают другим фермерам в их сообществе. Программа представляет платформу для обучения и обмена опытом «от фермера к фермеру», а также предоставляет информацию о почве как жизненно важном ресурсе для широкого круга заинтересованных лиц: специалистов в области территориального планирования и развития, специалистов по распространению сельскохозяйственных знаний, НКО, частного сектора и любых других практиков.

Крупным партнером ФАО в области консультирования является Глобальный форум сельских консультационных услуг (GFRAS, <https://www.g-fras.org/en/>). В 2019–2020 гг. ФАО и GFRAS совместно разработали методологию и руководящий документ для проведения оценки потенциала услуг по распространению сельскохозяйственных знаний и консультативных услуг по продвижению сельского хозяйства с учетом требований питания (ФАО/GFRAS, 2020).

В 2018 г. был создан Форум сельских консультационных услуг (RAS) для Центральной Азии и Кавказа (CAC-FRAS). Первый пусковой семинар состоялся 28–29 августа 2018 г. в Иссык-Кульской области в Кыргызстане. В стартовом мероприятии приняли участие 35 участников из 11 стран (Бангладеш, Бутан, Кыргызстан, Российская Федерация, Таджикистан, Тринидад и Тобаго, Турция, Узбекистан, Филиппины, Швейцария, Южная Корея). Участники представляли либо сельские или сель-

³ Подробная информация о программе доступна по ссылке <http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/2-awareness-raising/soil-doctor/en>

скохозяйственные консультативные организации, либо проекты и организации, работающие через местные консультативные организации или совместно с ними.

Дискуссии и презентации показали, что услуги по распространению знаний имеют решающее значение для достижения прогресса в сельскохозяйственном секторе, а в регионе Центральной Азии и Кавказа многое предстоит сделать для создания эффективных и действенных систем распространения знаний. Было полезно узнать об успешных системах из других стран — не западных стран, а стран, находящихся на том же уровне, что и страны региона. Участники также были проинформированы о южнокорейской системе распространения информации.

CAC-FRAS служит платформой для объединения всех заинтересованных групп (научные исследования, образование, фермеры, политики и т. д.), координации деятельности и обмена знаниями между ними, усиления роли RAS в разработке и внедрении инновационных сельскохозяйственных систем, укрепления институционального развития и модернизации правовой базы (относящейся к расширению и сельским консультационным услугам и сельскохозяйственным инновациям) на региональном и национальном уровнях.

В результате регионального семинара по усилению распространения сельскохозяйственных знаний и консультационных услуг в Центральной Азии и на Кавказе, который состоялся 22–26 июля 2019 г. в Анкаре (Турция), были выработаны Декларация и Резолюция. Дорожная карта и план находятся в стадии разработки и будут основаны на ключевых стратегических аспектах CAC-FRAS.

Технологический трансфер многих элементов сельскохозяйственных систем от частных западных и мировых компаний (средства защиты растений, техника для обработки почв, система удобрений, семенной и посадочный материал и др.) требует тщательной апробации в конкретных почвенно-климатических и социально-экономических условиях Евразийского региона. В этой связи особую важность приобретают национальные и локальные центры консультирования и адаптации технологий, в том числе на базах местных аграрных университетов, государственных агрохимических станций.

Успешным примером подобного учреждения стала Хорезмская сельскохозяйственная консультативная служба (KRASS, <https://krass.uz/index.html>), основанная на добровольном членстве практиков, исследователей и других специалистов, разделяющих общие идеи и интересы, основной задачей которой является способствовать внедрению рационального земле- и

водопользования для устойчивого развития и борьбы с проблемами окружающей среды в регионе путем распространения инновационных, усовершенствованных методов ведения сельского хозяйства и технологии орошения.

KRASS имеет многолетний опыт сотрудничества с международными фондами, исследовательскими институтами и НКО, такими как ZEF/ UNESCO Khorezm Project, ZEF, GTZ, ИКАРДА, CIMMYT и др. В 2020 г. организация участвует в крупном международном проекте с Азиатским банком развития «Расширение участия гражданского общества в целях повышения эффективности развития».

В Российской Федерации первые центры сельскохозяйственного консультирования были созданы при поддержке международных проектов на этапе становления фермерского движения. Эти центры, как правило, создавались в виде автономных некоммерческих организаций при Ассоциации крестьянских (фермерских) хозяйств, кооперативов и других малых производителей сельхозпродукции (АККОР) или образовательных учреждениях. Более системно на государственном уровне ИКЦ начали создаваться благодаря реализации проекта поддержки аграрной реформы ARIS (Agriculture Reform Implementation Support), осуществляемого за счет кредита Международного банка реконструкции и развития (Демишкевич, 2009).

В настоящее время государственной структурой, занимающейся распространением знаний об инновационных ресурсо-, влаго-, почвосберегающих технологиях и практической консультационной деятельностью в условиях реального сельскохозяйственного производства, является Федеральный центр сельскохозяйственного консультирования Российской академии кадрового обеспечения агропромышленного комплекса (ФЦСК РАКО АПК). Основным направлением деятельности Центра является внедрение в производство технологий ПРЗ и органического растениеводства в различных природно-климатических условиях.

В качестве примера работы Центра можно привести ввод в сельскохозяйственный оборот 32 тыс. га залежных земель в Калининградской области. В ходе реализации консультационного проекта по внедрению беспахотной системы земледелия в течение трех лет на введенных в оборот залежных землях возделывался ряд сельскохозяйственных культур, производственная рентабельность при этом составила от 131% при возделывании подсолнечника до 432% для озимой пшеницы.

Трансфером знаний о почвозащитных агротехнологиях в 63 регионах РФ заняты около 3000 экспертов-консультантов, из которых профессиональ-

ными сельскохозяйственными консультантами являются более половины. Информационно-консультационные услуги сельскохозяйственным товаропроизводителям и сельскому населению оказывают 93 региональные и 162 районные организации. Региональный уровень представлен специализированными консультационными организациями (государственными, коммерческими и некоммерческими) и образовательными учреждениями высшего и дополнительного профессионального образования, подведомственными Минсельхозу Российской Федерации.

Основную нагрузку по оказанию консультационной помощи во внедрении технологий ПРЗ несут сельскохозяйственные консультанты на низовом уровне — на уровне сельских районных и межрайонных муниципальных образований. Районный уровень представлен более чем 160 организациями, из которых более половины являются структурными подразделениями региональных сельскохозяйственных консультационных центров.

Переподготовка руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств предполагает выезды в поле для показа примеров реализации технологии и обмен передовым опытом с практикующими ее специалистами. По окончании курсовой подготовки слушатели выполняют выпускную квалификационную работу, основой которой является проект внедрения ресурсосберегающей технологии.

В 2020 г. пандемия COVID-19 внесла существенные изменения в работу сельскохозяйственных консультантов по трансферу инноваций в сельское хозяйство. В настоящее время основная работа консультантов сводится к проведению консультационных мероприятий удаленно.

В Евразийском регионе преимущественно действуют негосударственные объединения, занимающиеся продвижением ПРЗ. В Российской Федерации это Национальное движение сберегающего земледелия (НДСЗ), запустившее в 2019 г. цифровую платформу знаний по ресурсосберегающему земледелию «АгроЭкоМиссия» (<https://agriecomission.com/>), Ассоциация сторонников прямого посева (АСПП, Ростовская область) и др. Ежегодно в рамках Дней поля и в качестве самостоятельных мероприятий НДСЗ в сотрудничестве с Министерством сельского хозяйства и ведущими научными институтами и вузами проводит конференции и выездные мероприятия для обмена опытом между фермерами.

В Украине перспективными направлениями консультативной поддержки внедрения практик УУПР являются следующие:

1) предоставление бесплатных консультаций во время курсов повышения квалификации и/или

тренингов заинтересованным субъектам по эффективному применению практик устойчивого менеджмента почв;

2) предоставление комплекса платных консультаций и услуг заинтересованным субъектам по эффективному применению практик устойчивого менеджмента почв, в частности с использованием механизмов государственной финансовой поддержки развития консультационных услуг в аграрном секторе Украины;

3) государственное стимулирование землевладельцев и землепользователей к повышению уровня компетентности, восприимчивости инновационных практик устойчивого управления почвами и ответственности за использование земель.

Обучающие курсы и тренинги для фермеров по общим вопросам применения УПП, конкретным технологиям и отдельным приемам проводятся в Украине как на постоянной основе, так и периодически — в рамках конкретных проектов ФАО или других международных организаций.

Обучение фермеров на постоянной основе и их индивидуальное консультирование, в том числе по вопросам УПП, проводят организации, входящие в систему так называемой Сельскохозяйственной службы консультирования. Деятельность этой службы регулируется специальным Законом Украины «О сельскохозяйственной консультативной деятельности», принятым в 2004 г. По состоянию на июль 2020 г. в соответствующих государственных реестрах было официально зарегистрировано 28 центров сельскохозяйственного консультирования и более чем 550 зарегистрированных консультантов и экспертов-консультантов. Важно, что из них около 110 являются специалистами по агрономическим вопросам и менее 10 консультантов (что явно недостаточно) могут профессионально проконсультировать фермеров по вопросам почвоведения.

Примерами разовых обучающих курсов/тренингов по тематике УПП могут служить учебная программа ФАО для фермеров «Почвоохранные технологии земледелия», реализованная в 2019 г. в рамках проекта ФАО/ГЭФ «Интегрированное управление природными ресурсами в деградированных ландшафтах в лесостепной и степной зонах Украины», а также научно-практический семинар «День поля. Потенциал и методы сельскохозяйственной практики без сжигания» для почти 100 фермеров Харьковской области, проведенный 5 марта 2019 г. в ННЦ «ИПА имени А.Н. Соколовского» по инициативе и при поддержке Международной криосферной инициативы (ICCI — International Cryosphere Climate Initiative).

4.2. Научное обеспечение устойчивого управления почвенными ресурсами

4.2.1. Актуальные задачи информационно-методического обеспечения устойчивого управления почвенными ресурсами

Характерное для Евразийского региона поступательное повышение среднегодовой температуры воздуха постепенно изменяет агроклиматический потенциал сельского хозяйства. Общий тренд повышения среднемесячных температур теплого периода (см. раздел 2.2) определяет постепенный рост суммы активных температур вегетационного периода (Di Paola *et al.*, 2018), создавая потенциально благоприятные условия для развития растениеводства в условиях полугидроморфных форм ландшафта или орошаемого земледелия.

Менее однозначные и часто негативные изменения многолетней и сезонной динамики осадков (Shukla *et al.*, 2019) сопровождаются дальнейшим усилением неоднородности и непредсказуемости сезонной динамики запасов продуктивной влаги в почве (Васенев *и др.*, 2019). На Северном и Южном Кавказе участились ливни и наводнения, приводящие не только к активизированной эрозии и потерям урожая в долинах с повышенной концентрацией стока, но и значительному снижению запасов потенциально продуктивной влаги на основной площади сельскохозяйственных земель.

Практически двукратное сокращение за последнее столетие объема горных ледников Кавказа нарушает ранее сложившийся гидрологический режим территории и традиционные для этого региона закономерности формирования сезонных воздушных потоков. Аналогично в результате изменения активности континентальных антициклонов в засушливых регионах Российской Федерации и странах Центральной Азии увеличилась длительность сильных затяжных засух и суховеев (Шоба *и др.*, 2019; Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения, 2020).

Участившиеся периоды крайне неблагоприятных погодных условий резко усиливают экологические и экономические риски интенсивного сельскохозяйственного производства, что определяет востребованность ускоренного развития, адаптации и внедрения эффективных технологий агроэкологического мониторинга почв, количественного прогнозирования наиболее проблемных агроэкологических ситуаций, гибкого планирования землепользования с вариативным применением наилучших доступных агротехнологий, адаптированных к почвенно-агроэкологическим условиям конкретного регио-

на, хозяйства, рабочего участка и вегетационного периода.

Приоритетные задачи ускоренного внедрения в сельское хозяйство стран Центральной Азии и Южного Кавказа хорошо проявивших себя в условиях других регионов, потенциально эффективных (наилучших) и доступных агротехнологий существенно усложнены высоким разнообразием земель и широким распространением агрогенно активизированных процессов деградации почв — на фоне традиционного дефицита качественных почвенных и водных ресурсов (Трифенова, 2016; Сафарова, Хасанханова, 2016).

Активное развитие водной, воздушной, ирригационной и плужной эрозии (Мавлянова, Кулов, Жоошов, 2016) существенно ухудшает качество не только почв, но и лежащих ниже по склону водных экосистем. В случае исходно небогатых гумусом большинства почв Центральной Азии и Южного Кавказа агрогенная эрозия сопровождается резким снижением содержания и запасов гумуса верхних почвенных горизонтов, их обесструктурированием и переуплотнением.

В результате сезонной агрогенной цементации (Козловский, 2003) на поверхности смытых почв часто формируется плотная корка, что приводит к дополнительным потерям влаги ливневых осадков и значительной части поливных вод, тем самым существенно снижая продуктивный влагозапас почв и, как правило, определяемую им агроклиматически обеспеченную урожайность большинства сельскохозяйственных культур.

В условиях растущего дефицита влаги, ускоренной агрогенной эрозии и дегумификации почв неизбежно обостряются характерные для стран Центральной Азии и Южного Кавказа проблемы локального засоления, осолонцевания, деградации почвенной структуры и поглощающего комплекса, истощения доступных для растений запасов макро- и микроэлементов питания (Демидов, Ахмадов, 2016; Сафарова, Хасанханова, 2016; Нуреков, Мирзабаев, 2017).

Связанное с глобальными изменениями климата и широким распространением нерациональных систем землепользования существенное сокращение площади устойчиво высокопродуктивных и пригодных для интенсивного использования сельскохозяйственных земель, значительное снижение агроэкологического качества и экологических функций доминирующих почв серьезно ограничивает потенциал дальнейшего социально-экономического развития стран региона (Якубович, Кирбашева, 2017).

Правительства всех государств Центральной Азии и Южного Кавказа признают существующую проблему активизации агрогенной деградации почв на фоне глобальных изменений климата и

традиционного для региона дефицита устойчиво высокопродуктивных богарных земель (Сафарова, Хасанханова, 2016; Нуреков, Мирзабаев, 2017). Они работают над программами повышения плодородия и охраны почв (Якубович, Еникеева, 2016), предпринимают усилия по внедрению ресурсосберегающих инновационных агротехнологий, но испытывают серьезный дефицит актуальной информации о доказанной эффективности региональной локализации потенциально доступных для их сельхозтоваропроизводителей наилучших доступных технологий земледелия — в условиях повышенной неоднородности и динамики почвенно-агроэкологических и социально-экономических условий.

Основными направлениями развития информационно-методического обеспечения устойчивого управления почвенными ресурсами крупных сельскохозяйственных районов Евразийского региона и отдельных ответственных сельхозтоваропроизводителей являются:

- 1) регионально адаптированные рамочные автоматизированные системы агроэкологической оценки почв и земель;
- 2) настраиваемые на агроэкологические требования конкретной культуры и сорта, региональные особенности агроклимата и почв агроэкологические динамические модели продукционного процесса;
- 3) ориентированные на оперативное выявление и анализ наиболее распространенных и значимых для конкретного региона проблемных агроэкологических ситуаций сельскохозяйственного землепользования смарт-системы агроэкологического мониторинга с оперативным анализом разномасштабных данных дистанционного зондирования, функционально интерпретируемых с использованием IoT-датчиков суточной и сезонной динамики агроэкологического состояния почв и посевов;
- 4) самообучающиеся интеллектуальные системы поддержки принятия решений (СППР) по агроэкологически рациональному выбору культуры, сорта, рабочего участка, локализации/оперативной корректировке гибких элементов применяемых агротехнологий — с учетом агроэкологических особенностей почв конкретного участка, фиксируемых в рамках агроэкологического мониторинга и/или прогнозируемых погодных условий вегетационного периода, дифференцированных по основным фенологическим стадиям агроэкологических требований выращиваемых культур (сортов) и вариативно прогнозируемой для этих условий агроэкологической и экономической эффективности проведения гибких технологических операций;
- 5) региональные агроэкологические геоинформационные системы с легкодоступным в

«облаке» Интернета функциональным дружественным интерфейсом интерактивного обмена почвенно-агроэкологической информацией с зарегистрированными пользователями, получающими возможность использования на практике результатов работы связанных с ГИС модулей агроэкологической оценки посевов, почв и земель, агроэкологического мониторинга, моделирования и прогнозирования продукционного процесса, выбора/корректировки наилучшей доступной для них агротехнологии.

4.2.2. Автоматизированные системы агроэкологической оценки почв и земель

Характерные для последних десятилетий периодическая смена землепользователей, высокая динамика рыночного спроса и ускоренное обновление основного ассортимента материально-технического обеспечения систем земледелия повышают актуальность мультипликативной оценки агроэкологического качества почв (земель), поливариантного проектирования их использования в быстро меняющихся экономических и экологических условиях. Для минимизации экологических и экономических рисков сельскохозяйственного землепользования создаются комплексные системы оценки агроэкологического состояния почв (земель), позволяющие учитывать местные особенности почвенного покрова и агроландшафта.

Эффективность работы в значительной мере определяется качеством разработки основных элементов информационно-методического обеспечения такой оценки (Агроэкологическая оценка земель, 2005):

- целевого определения набора анализируемых агроэкологических функций почв и земель, ограниченного рамками поставленной задачи, особенностями региона и объекта оценки;
- использования необходимого и минимально достаточного набора реально доступных основных диагностических показателей (ОДП) почв и земель для характеристики каждой из анализируемых функций;
- выбора рациональных (достаточно, но не избыточно информативных) шкал квантификации-ранжирования используемых ОДП;
- разработки эффективного алгоритма анализа модели с установлением обоснованных зависимостей анализируемых функций почвы от отдельных почвенных характеристик, оптимального метода интегрирования и интерпретации получаемых частных и общих результатов;
- принятия во внимание известных закономерностей провинциально-генетического разнообразия почв, пространственного варьирова-

ния почвенных характеристик и местных особенностей структуры почвенного покрова, соответствующих масштабу и объектам анализа.

Сводный алгоритм комплексной оценки агроэкологического качества агрогенно измененных почв и земель включает в себя базовые алгоритмы трех основных этапов оценки:

- алгоритмы частной оценки функционального качества и экологического состояния почв и земель по их отдельным фазовым переменным;
- алгоритмы функциональной (факторной) оценки качества почв и земель по их функционально-диагностическим группам параметров, результатам моделирования или анализа педотрансферных функций;
- алгоритмы интегральной оценки агроэкологического качества почв и земель — на уровне элементарного почвенного ареала и элементарного ареала агроландшафта, включающего ограниченный набор различных видов почв (земель).

Частные оценки агроэкологического качества почв (земель) на уровне ОДП определяются по районированным логистическим уравнениям (4.1), аппроксимированным для интервалов «критических — оптимальных» значений параметров (рис. 4.2-1).

$$q_i = \frac{(p_{t,i} - p_{k,i})}{\left((p_{t,i} - p_{k,i}) + (p_{o,i} - p_{t,i}) * e^{-\frac{p_i}{a_i}} \right)} \quad (4.1)$$

где $p_i = \frac{(p_{t,i} - p_{k,i})}{(p_{o,i} - p_{t,i})}$, a_i — индекс влияния параметра i , $p_{t,i}$, $p_{k,i}$, $p_{o,i}$ — его фактическое (измеренное), критическое и оптимальное значения.

Разработанный алгоритм частной оценки (см. рис. 4.2-1) отражает известную неравномерность (нелинейность) поведения основных агроэкологических функций почв и земель на отрезке изменения их основных диагностических параметров от оптимальных до критических значений. Как правило, ускоренные изменения качества почв наблюдаются при удалении их ОДП от своих оптимальных значений, замедленные — в области функции, близкой к оптимальным значениям ОДП (см. рис. 4.2-1). На этом «спокойном» этапе агроэкологического функционирования почвы отличаются повышенной устойчивостью и сравнительно легко сопротивляются внешним нарушениям, компенсируя незначительные отклонения своих базовых характеристик от их равновесных оптимальных значений.

При существенных нарушениях нормального (устойчивого) состояния почв их способность со-

противляться внешним «возмущениям» резко ослабляется, что приводит к изменению режима функционирования. При переходе значений агроэкологических ОДП через их регионально и типологически обусловленные пороговые значения почвы (земли) попадают в неустойчивое (кризисное) состояние. В этих условиях даже небольшие негативные изменения ОДП сопровождаются значительным ухудшением качества их функционирования, и почвы ускоренно приближаются к критическому состоянию неспособности выполнения агроэкологических функций. Используемый в уравнении (4.1) индекс влияния параметра a_i характеризует диапазон изменений качества данной почвы (вида земель), в пределах которого сохраняется сравнительно замедленный характер изменения ее агроэкологического состояния (качества).

Формирование и модификации-детализации матрицы эталонов оценки проводятся с использованием методических руководств и ведомственных инструкций, зональных и региональных моделей плодородия почв и земель, областных и типовых систем земледелия и защиты растений, статистических сборников, научных публикаций, полевых опытов и экспериментов.

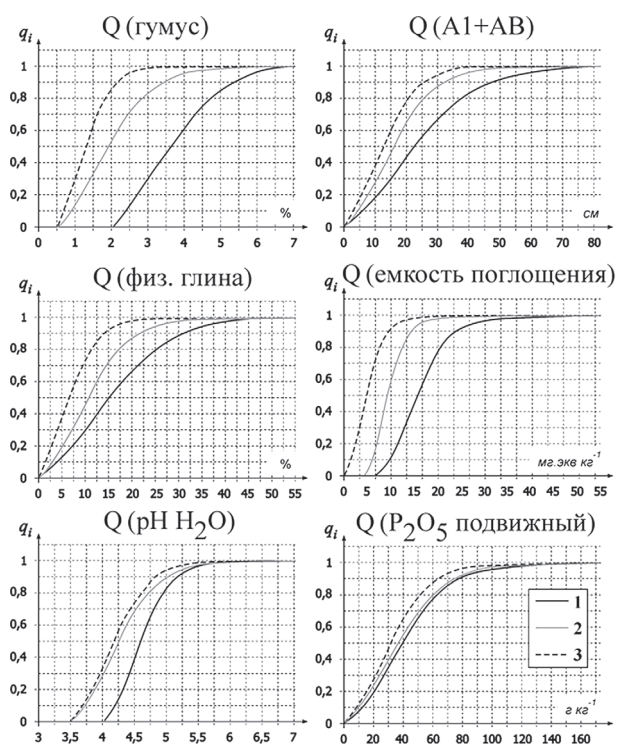


Рисунок 4.2-1. Графики частной оценки агроэкологического качества почв для выщелоченных черноземов (1), серых лесных суглинистых (2) и супесчаных (3) почв в Центрально-Черноземном районе

Комплексная оценка агроэкологического качества почв (земель) состоит из двух этапов: функциональной (факторной) и интегральной оценки. В них используются мультипликативные формулы расчета среднегармонических и среднегеометрических значений, а также регионально-типологические педотрансферные функции, построенные на основе адаптированных к местным условиям механических или функциональных моделей почвенно-гидрофизических, геохимических процессов и продукционного процесса.

Использование методов динамического моделирования и анализа педотрансферных функций пока ограничено, в основном, сравнительно небольшим набором гидрофизических (агрофизических) функций земель, модели которых верифицированы для условий определенного типа почв и земель. Возможности дальнейшего расширения области их применения ограничены имеющейся на сегодняшний день информационной базой анализа (адаптированные к условиям конкретных типов почв и земель версии педотрансферных/агроэкологических функций с верификацией регионально-типологических коэффициентов базовых уравнений моделирования).

Как правило, анализ агроэкологического качества почв и земель производится сразу по нескольким их основным функциям (факторам оценки). К наиболее популярным (часто анализируемым) агроэкологическим факторам оценки почв и земель относятся:

- а) агрохимические функции эффективного обеспечения сельхозкультур доступными формами элементов питания;
- б) агрофизические функции обеспечения растений влагой и поддержания благоприятных условий для работы сельхозмашин;
- в) геоэкологические функции зависимости обработки и использования сельскохозяйственных земель от их пространственной неоднородности;
- г) агро-морфогенетические функции устойчивого (потенциального) плодородия почв в зависимости от их базовых (устойчивых) характеристик;
- д) геохимические функции буферной устойчивости почв к загрязнению;
- е) санитарно-экологические функции зависимости использования земель от уровня их загрязнения, засорения и заражения;
- ж) агроклиматические функции обеспечения светом, теплом и влагой;
- з) гидрофизические функции обеспечения растений доступной влагой (часто рассматриваются отдельно от агрофизических функций).

При решении конкретных оценочно-аналитических или прогнозно-конструктивных задач набор анализируемых агроэкологических функ-

ций (факторов оценки) настраивается в соответствии с задаваемыми условиями. Автоматизированные системы агроэкологической оценки земель допускают значительные модификации набора используемых при анализе параметров и групповых факторов оценки, действуя в качестве рамочных (framework) моделей. Примером такой системы является РАСКАЗ (2005) — Региональная автоматизированная система комплексной агроэкологической оценки земель.

Используемый в РАСКАЗ базовый алгоритм функциональной оценки качества почв и земель использует формулу среднегармонических значений (4.2), поскольку она позволяет максимально учитывать лимитирующее влияние параметров, находящихся в первом-втором минимуме, которые обычно и определяют текущее агроэкологическое состояние земель.

$$Q = \frac{m \prod (q_i^n)}{\sum \left(\frac{\prod (q_i^n)}{q_i^n} \right)}, \quad (4.2)$$

где m — число проанализированных параметров; n — индекс их устойчивости.

Для прикладного ранжирования, визуализации и прикладного использования результатов функциональной оценки агроэкологического качества почв и земель разрабатываются интерпретационные таблицы, один из вариантов которых представлен на рисунке 4.2-2. Цветная окраска ее клеток по методу светофора (от зеленого к красному) способствует быстрому визуальному восприятию качественного ранга полученной оценки.

Индекс устойчивости n призван отразить реальное разнообразие потенциальной устойчивости-изменчивости различных характеристик земель в пределах интервала их допустимого варьирования.

Для интегральной оценки агроэкологического качества почв и земель в случае однородного почвенного покрова и земельного участка используется формула среднегеометрических значений (4.3).

$$Q = \sqrt[8]{A * B * C * D * E * F * G * H}, \quad (4.3)$$

где 8 — число проанализированных групп параметров (варьирует от 2 до 8); $A...H$ — факторные оценки (могут иметь индексы значимости аналогично частным оценкам).

Для интегральной агроэкологической оценки поля с неоднородным ареалом агроландшафта ΣQ используется величина средневзвешенной интегральной оценки его отдельных контуров, с по-

правкой на относительное значение коэффициента неоднородности земель КН (4.4–4.8).

$$Q = \frac{KH * \sum_{j=1}^k (Q_j * S_j)}{\sum_{j=1}^k S_j} \quad (4.4)$$

$$KH = \frac{(KH_K - K_T)}{(KH_K - K_O)} \quad (4.5)$$

$$KH_T = KP_N * KH_T \quad (4.6)$$

$$KP_T = \frac{d * \sum_{j=1}^k L_j}{\sum_{j=1}^k S_j}, \quad (4.7)$$

$$KK_T = \frac{1}{3 * y} \sum (|Q_{2i} - Q_{1i}| + |Q_{2i} - Q_{3i}| + |Q_{1i} - Q_{3i}|), \quad (4.8)$$

где S_j — площадь контуров почв j -го вида (рода, типа) в км^2 ; k — число видов (родов, типов), учитываемых на обследуемой территории; KH_K, KH_O, KH_T — критическое, оптимальное, текущее абсолютные значения коэффициента неоднородности почвенного покрова (ПП); KP_T — коэффициент расчлененности ПП; KH_K — коэффициент контрастности ПП; $d = 1 \text{ км}$ — коэффициент пересчета единиц измерения; L_j — длина границ почвенных контуров j -го вида в км ; y — число проанализированных групп параметров с групповыми оценками Q_j .

Проведенная данным образом комплексная агроэкологическая оценка почв и земель отражает их провинциально-генетические особенности, что позволяет:

- более объективно судить об агроэкологическом качестве земель — даже в условиях неоднородного по составу почв участка земель;

Фактор	Агроэкологические градации фактора по значениям оценки					
	1—0,96	0,95—0,76	0,75—0,51	0,50—0,26	0,25—0,01	0,0
A.	ЗЕМЛИ высокой	ЗЕМЛИ повышенной	ЗЕМЛИ средней	ЗЕМЛИ низкой	ЗЕМЛИ очень низкой	ЗЕМЛИ непродуктивные
продуктивности						
B.	с очень хоро- шими	с хорошими	со сравнительно хорошими	с плохими	с очень плохими	с крайне плохими
условиями обработки						
C.	однородные	слабо-	средне-	сильно-	непригодные для использования	
D.	не требующие	неоднородные			под пашню	в хозяйстве
		требующие незначительного	требующие значительного	требующие очень значительного		
мелиоративного улучшения					требующие капитальной мелиорации	
E.	высокой	повышенной	средней	низкой	очень низкой	лишенные
устойчивости к загрязнению						
F.		условно-	не-	мало-	условно-	не-
	благополучного санитарно-экологического состояния			пригодные для сельскохозяйственного использования		
G.	с очень	с довольно			с очень	с крайне
	благоприятными			неблагоприятными		
агроклиматическими условиями						
H.	с очень хорошим	с хорошим	с довольно хорошим	с плохим	с очень плохим	с крайне плохим
режимом продуктивного влагозапаса						
ΣQ	оптимального	хорошего	удовлетворительного	неудовлетвори- тельного	очень плохого	критического
агроэкологического состояния						

Рисунок 4.2-2. Интерпретационная шкала оценки функционального качества и экологического состояния почв и земель

- выявлять приоритетные проблемы землепользования с количественной оценкой лимитирующих факторов агроэкологического качества земель;
- проводить поисковое и нормативное прогнозирование дальнейшего развития и разрешения проблемных ситуаций;
- повысить эффективность принимаемых управленческих и технологических решений за счет предварительного моделирования их последствий.

Региональная автоматизированная система агроэкологической оценки земель РАСКАЗ позволяет проводить редакцию вводимой информации и распечатку форм исходных данных и результатов. Предусматривает работу квалифицированного пользователя в режиме консультаций (с возможностью корректировки базы эталонов, редактирования набора анализируемых параметров и изменения их групп в рамках одной модели оценки). Это упрощает адаптацию системы РАСКАЗ к решению новых оценочных и прогнозно-аналитических задач. Хорошая совместимость программы со стандартными электронными базами данных облегчает ее использование для расчетов больших массивов региональной информации (рис. 4.2-3), с трансформацией первичной информации в относительные агроэкологические оценки разнородных характеристик, что позволяет проводить их системный сравнительно-географический и функционально-экологический анализ.

По мере детализации оцениваемых агроэкологических функций почв все большее значение приобретает анализ их провинциально-генетического разнообразия и особенностей агроландшафта. Агроэкологическая оценка количественных критериев физического и экономического соответствия земель различным вариантам и технологиям их использования обычно строится на основе «рамочных рекомендаций» ФАО.

4.2.3. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений

Ключевой задачей устойчивого управления почвенными ресурсами Евразийского региона остается агроэкологически обоснованная организация устойчиво рентабельного растениеводства на основе рационального выбора наилучших доступных сортов и технологий, использования качественных семян, соблюдения оптимальных сроков посева, качественного и своевременного проведения всех обязательных и факультативных технологических операций, оперативно корректируемых по данным агроэкологического мониторинга, с использованием специализированных систем поддержки принятия решений.

Характерный для большинства стран Евразийского региона массовый переход в 1990-е гг. к преобладающей форме относительно небольших по площади и объемам производства крестьянских хозяйств сопровождался значительными изменениями локальной и региональной структуры землепользования, специализации производства, применяемых систем и технологий земледелия. Неизбежное на первых этапах этого перехода и в условия серьезной деформации межотраслевых и межрегиональных связей значительное снижение рентабельности растениеводства, как правило, сопровождалось значительным упрощением применяемых в небольших хозяйствах систем севооборотов, обработки почв, орошения, удобрений, защиты растений, агрохимической и лесомелиорации, природоохранной организации территории.

Постепенное встраивание в рыночные отношения способствовало значительной территориальной дифференциации производства по основным направлениям специализации, концентрации земель, уровню применяемых технологий, рентабельности и инвестиционной привлекательности сельского хозяйства. Предпринимаемые правительствами стран Центральной Азии и Южного Кавказа активные усилия по развитию сельскохозяйственной кооперации, к сожалению, пока еще не привели к серьезному изменению преобладающих на практике систем агроэкологически несбалансированного и экономически нерационального земле- и водопользования (Трифонов, 2016; Сафарова, Хасанханова, 2016).

Остается актуальной проблема чересчур высокого доминирования очень ограниченного набора наиболее рентабельных культур при резком сокращении среднего числа звеньев в полевых севооборотах большинства хозяйств, что неизбежно ведет к повышенному почвоутомлению, ухудшению фитосанитарной обстановки, истощению пахотного горизонта и возрастанию уровня пестицидной и агрохимической нагрузки на почвенную биоту.

Количество хозяйств, использующих почвозащитные севообороты, промежуточные культуры или занятой пар, безотвальную обработку почв или no-till, как правило, относительно невелико, что также не способствует сохранению почвенной структуры, гумуса и устойчивого воспроизводства почвенного плодородия в целом. Преимущественно невысокие средние дозы применяемых органических и минеральных удобрений в значительной мере связаны с преобладанием узкой локализации первых (в условиях более высокой рентабельности наиболее крупных животноводческих ферм) и неустойчивой окупаемостью вторых — в условиях повышенной пе-

Региональная автоматизированная система комплексной агроэкологической оценки земель (РАСКАЗ)

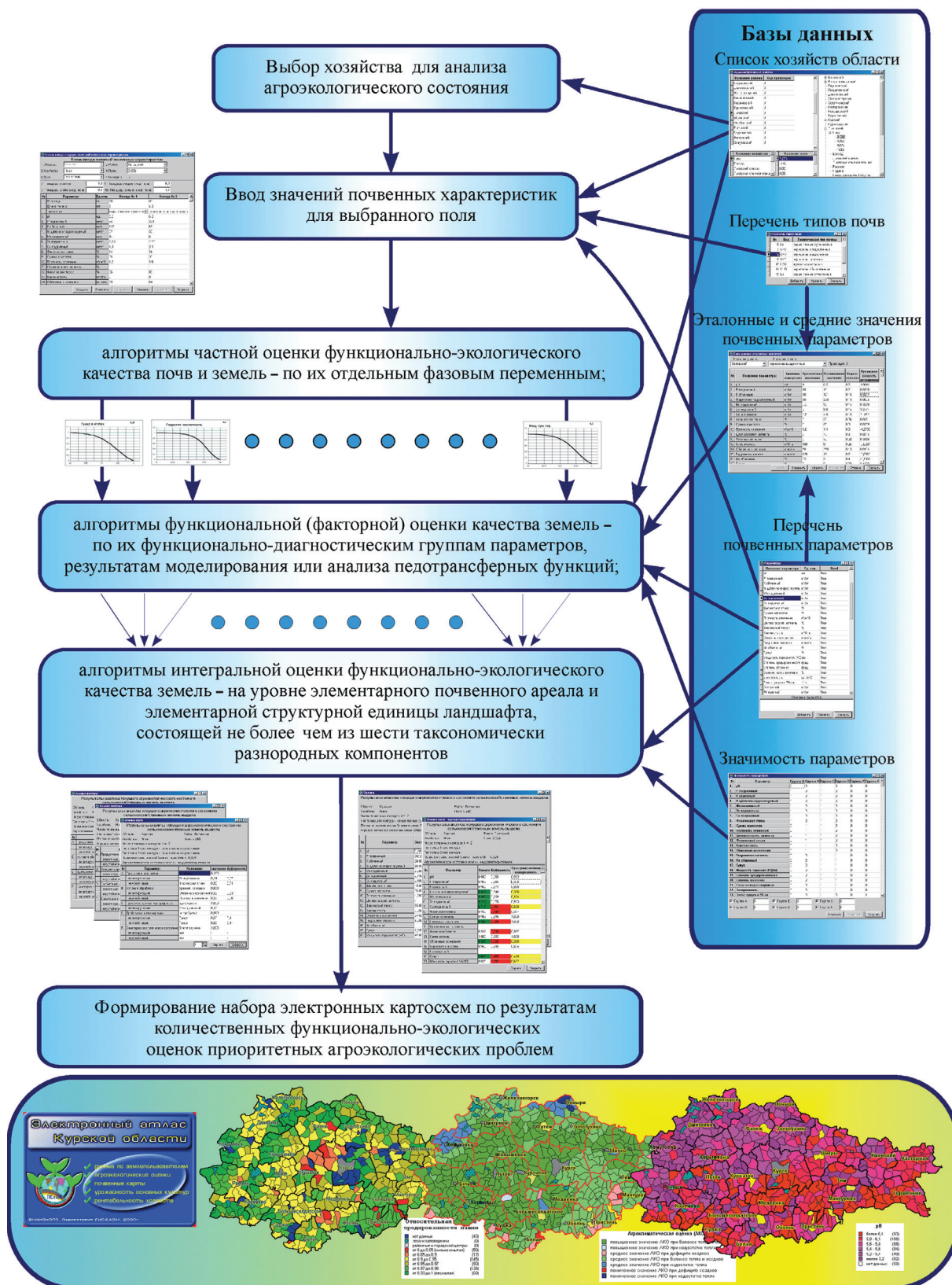


Рисунок 4.2-3. Блок-схема Региональной автоматизированной системы комплексной агроэкологической оценки земель (Васенев, Бузылев, 2010)

строты качества земель, сезонной и межсезонной динамики осадков.

В условиях ограниченного распространения адаптивно-ландшафтных и прецизионных (точных) систем земледелия с дифференцированным по полям и в пределах рабочих участков применением гибких по составу форм удобрений, редкого использования традиционных и инновационных форм компостов, биогумуса, органо-минеральных и био-органоминеральных удобрений, удобрений контролируемого пролонгированного действия и отсутствия ежегодной заправки пожнивных остатков сложно рассчитывать на устойчиво высокую окупаемость применяемых удобрений.

В большинстве сельскохозяйственных районов южных регионов Российской Федерации, стран Центральной Азии и Южного Кавказа невозможно эффективно предотвращать эрозию и потери продуктивной влаги без регулярного проведения противоэрозионных мероприятий, включая: оставление высокой стерни и/или мульчи из пожнивных остатков, периодически углубленную вспашку, чизелевание или кротование, полосное размещение культур или залуженные междурядья, узкие, широкие лесные полосы или почвозащитные валы-террасы, а они пока не имеют массового распространения.

Относительно невелико количество хозяйств, регулярно применяющих гипсование для нейтрализации неблагоприятной для растений щелочной реакции среды, борьбы с солонцами или предотвращения осолонцевания, современные технологии мелиорации засоленных почв, закрепления легких почв, восстановления плодородия и условий обработки слитых, каменистых или маломощных почв. Широко распространены пастбищная деградация растительности и ей сопутствующая деградация почв из-за регулярного превышения допустимой нагрузки на пастбища при относительно небольшом количестве хозяйств, использующих регулярно орошаемые, подсеваемые и/или удобряемые пастбища в системе культурного пастбищеоборота.

Необходимое для повышения устойчивости и рентабельности сельского хозяйства большинства районов стран Центральной Азии и Южного Кавказа ускоренное развитие систем орошаемого земледелия, бахче- и овощеводства, садоводства и виноградарства, как правило, тормозится не только выраженным дефицитом доступных источников качественной воды, но и все еще относительно нешироким распространением современных оросительных систем двойного регулирования, мелкодисперсного или капельного орошения, без которых сложно достичь устойчиво высокой окупаемости водопользования в условиях высокой неоднородно-

сти почв, широкого распространения засоленных почв и почвообразующих пород и повышенной изменчивости распределения осадков по сезону.

В то же время уже имеется положительный опыт применения в странах Центральной Азии и Южного Кавказа практически всех выше отмеченных видов современных почвозащитных и ресурсосберегающих технологий. Необходима его поэтапная систематизация с разработкой агроэкологически обоснованных рекомендаций по дальнейшему распространению этого опыта в хозяйствах с аналогичными или очень близкими почвенно-ландшафтными и агротехнологическими условиями.

На его основе необходимо развивать рамочные самообучающиеся интеллектуальные системы поддержки принятия решений (СППР) по агроэкологически рациональному выбору культуры, сорта, рабочего участка, локализации/оперативной корректировке гибких элементов применяемых агротехнологий — с учетом агроэкологических особенностей почв конкретного участка, фиксируемых в рамках агроэкологического мониторинга и/или прогнозируемых погодных условий вегетационного периода, дифференцированных по основным фенологическим стадиям агроэкологических требований выращиваемых культур (сорт) и вариативно прогнозируемой для этих условий агроэкологической и экономической эффективности проведения гибких технологических операций (рис. 4.2-4, 4.2-5).

В основу расчетов положены зарегистрированные алгоритмы программ ЛИССОЗ [2005] и АКОРД-Р, адаптируемые к агроэкологическим условиям регионов применения, регионально-типологическим особенностям почв, агроэкологическим требованиям выращиваемых культур и сортов, агроклиматическим условиям конкретного или расчетного вегетационного периода.

Приход фотосинтетически активной радиации (ФАР) рассчитывается по ГРИД-модели суммы активных температур с учетом экспозиции и крутизны склона конкретного участка. При расчете запасов продуктивной почвенной влаги учитываются усредненные осадки и гидрофизические характеристики исследуемых почв с возможностью их последующей детализации. При расчетах прогнозируемой урожайности, эффективности применяемых удобрений и технологических затрат в условиях конкретного рабочего участка используются создаваемые для региона нормативно-справочные базы данных (НСБД) и паспорта полей с агроэкологической характеристикой почв и рабочих участков (рис. 4.2-6).

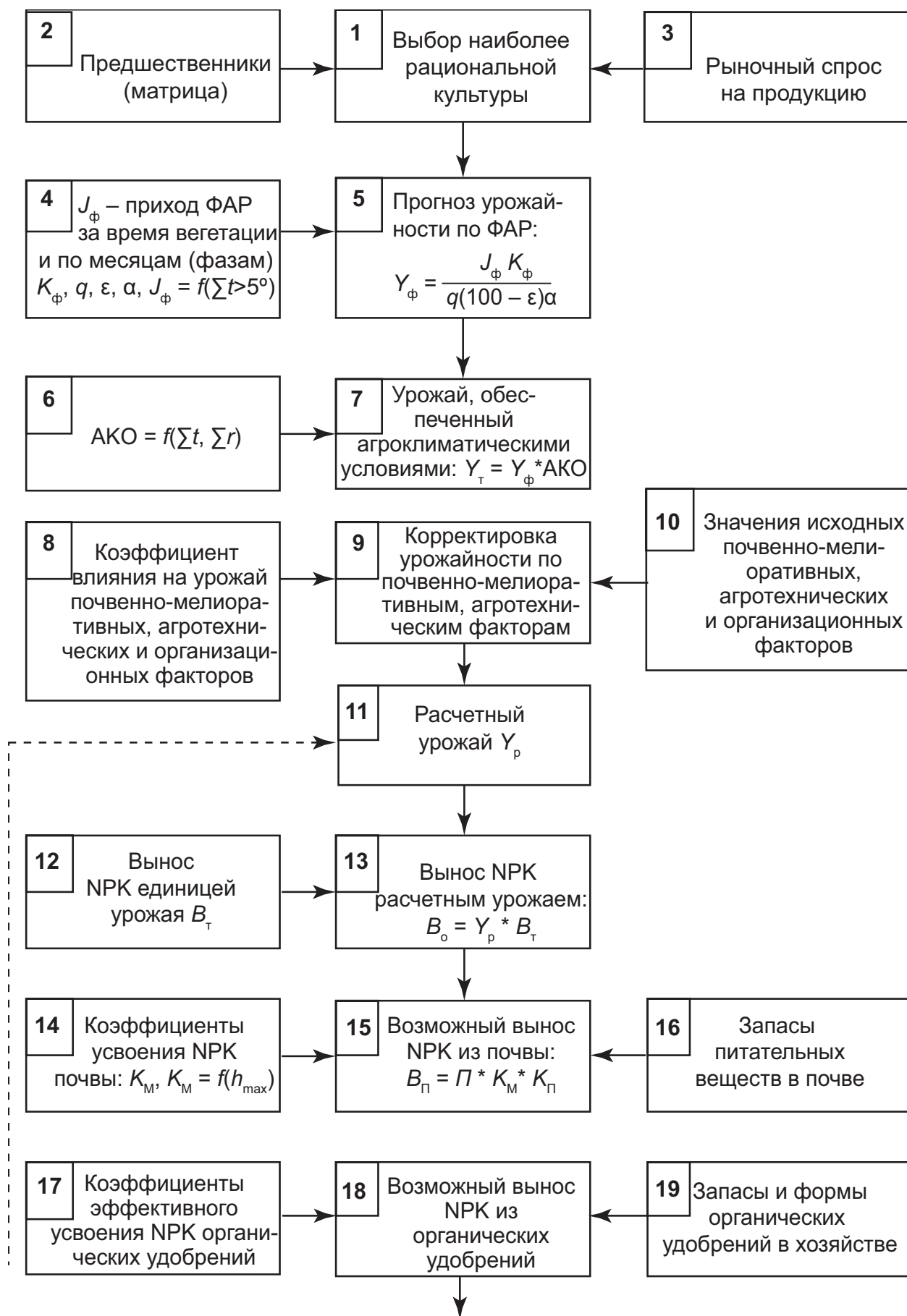


Рисунок 4.2-4. Операционно-алгоритмическая схема агроэкологической СППР



Рисунок 4.2-5. Операционно-алгоритмическая схема агроэкологической СППР (окончание)

Прогноз урожайности по 1-му лимиту плодородия выполняется в информационно-аналитическом модуле анализа прихода фотосинтетически активной радиации в условиях анализируемых земельных участков.

Для этого привлекаются данные региональной агроклиматической базы данных и цифровой модели рельефа, создаваемых в ГИС, агроэкологические характеристики и требования анализируемой культуры и компьютерного агроклиматического справочника, обрабатываемые по алгоритму (4.2.3.1).

$$Y_j = 106 * \sum(F_i * d_i) * K_f / (Q_j * L_j (100 - \varepsilon_j)), \quad (4.2.3.1)$$

где $F_i = a_{Fi} + b_{Fi} * y * (S_{t>10^\circ C})$ — приход ФАР за i -й месяц, кдж/га; (4.2.3.1a)

a_{Fi}, b_{Fi} — константы из нормативно-справочной базы данных (НСБД);

$y = 1 + 0,010 * b$ — для северной экспозиции; (4.2.3.1б)

$y = 1 - 0,014 * b$ — для южной экспозиции;

$y = 1,0$ — для восточной или западной экспозиции;

b — крутизна склона, град.;

d_i — относительная длительность вегетации культуры в i -м месяца (НСБД);

K_f — редактируемый коэффициент использования ФАР посевам, %;

Q_j — калорийность урожая j -й культуры, кдж/кг (НСБД);

L_j — сумма частей в отношении основной продукции к побочной (НСБД);

ε_j — стандартная влажность культуры j , %; j — номер культуры;

Локальная информационно-справочная система по оптимизации земледелия (ЛИССОЗ)

Чтение из базы данных параметров выбранного поля - 01-2-5-3
и характеристик возделываемой
сельскохозяйственной культуры - *Озимая пшеница*

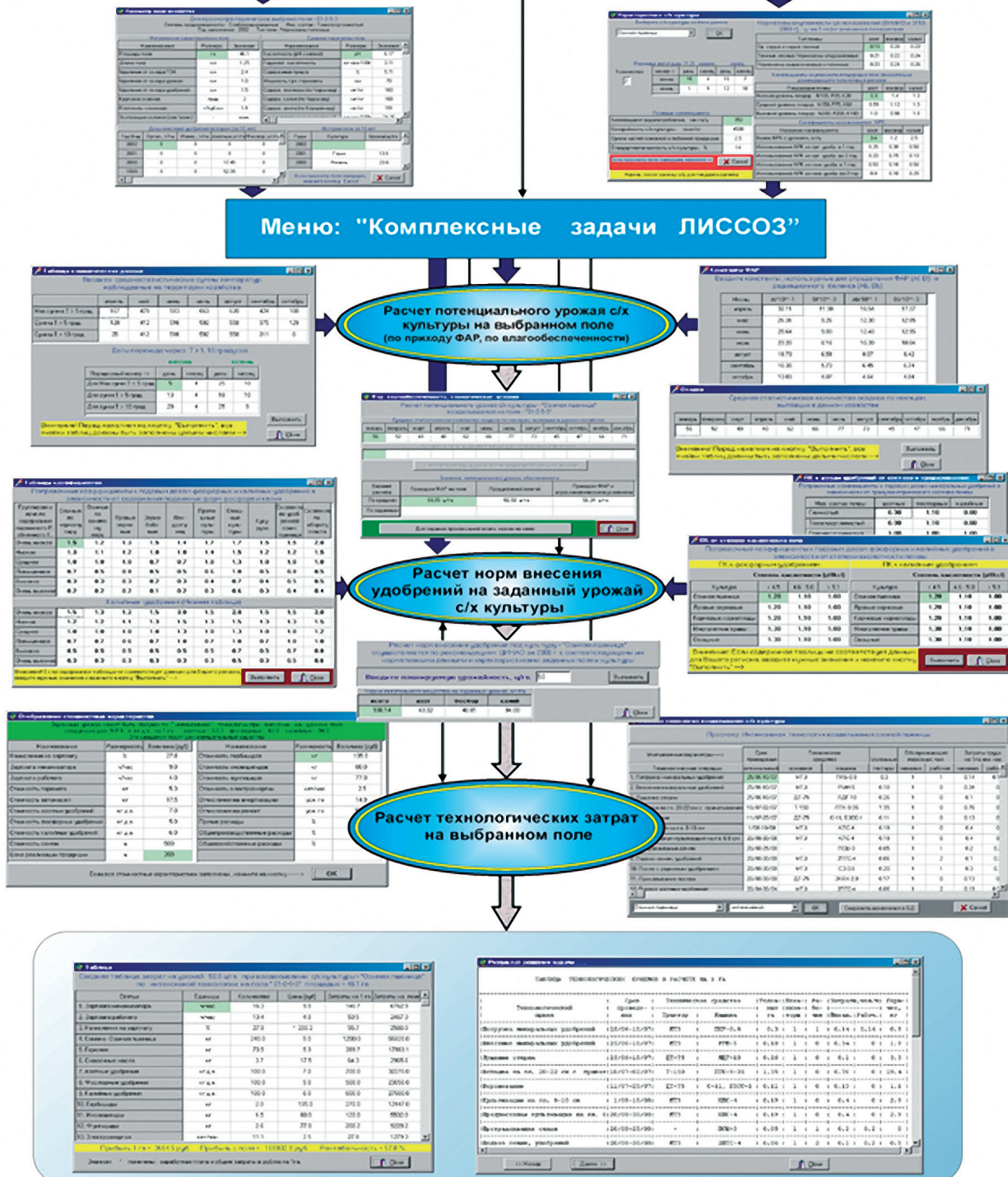


Рисунок 4.2-6. Функциональная (информационно-аналитическая) блок-схема структуры рамочной агроэкологической СППР

$S_i > 10^\circ\text{C}$ — сумма температур больше 10°C за i -й месяц; $i = \{4, 10\}$ — номер месяца.

Расчет потенциальной урожайности по 2-му лимиту плодородия (влагообеспеченности культуры) выполняется на основе экспериментальных или расчетных данных по сезонной динамике продуктивной влаги и общим запасам продуктивной влаги за период вегетации — согласно алгоритму (4.2.3.2).

$$Y_{jw} = 105 * W_j / (K_j * L_j * (100 - \varepsilon_j)), \quad (4.2.3.2)$$

где K_j — коэффициент водопотребления, мм га/ц продукции (НСБД).

В расчетах используются адаптированные к условиям региона педотрансферные функции сезонной динамики продуктивной влаги — в зависимости от распределения осадков, испаряемости и радиационного баланса.

Расчет урожайности с учетом ресурсных и лимитирующих почвенных условий (3-й и 4-й лимиты плодородия) выполняется на основе данных агроклиматически обеспеченной урожайности, основных ресурсных и лимитирующих показателей почв из агроэкологической БД по земельным участкам, региональной БД агроэкологических характеристик и требований культур и почвенно-агроэкологических нормативно-справочных БД (НСБД) информационно-аналитического модуля агроэкологической ГИС — согласно алгоритму (4.2.3.3):

$$Y_{jr} = Y_{jw} * (B_s / 100) * K_{sб} * K_{sl}, \quad (4.2.3.3)$$

где B_s — обобщенный балл бонитета s -го типа (подтипа, рода) почвы (НСБД);

$K_{sб}$ — поправочный коэффициент на базовые свойства почв (алгоритмы 4.2.3.3а, 4.2.3.3б);

K_{sl} — коэффициент снижения урожайности за счет лимитирующих факторов почв (эрозии, подкисления, засоления и т. п. — алгоритм 4.2.3.3в).

$$K_{sб} = m \Pi(K_{sбi}) / \Sigma(\Pi(K_{sбi}) / K_{sбi}), \quad (4.2.3.3а)$$

где m — число проанализированных i -х параметров.

$$K_{sбi} = 1 + (\Delta B_{scp} / B_{scp}) * (P_{sTi} - P_{scpi}) / \Delta P_{scp}, \quad (4.2.3.3б)$$

где ΔB_{scp} и B_{scp} — среднерегиональный интервал варьирования и среднерегиональное значение бонитета s -й почвы;

ΔP_{scp} , P_{sTi} и P_{scpi} — среднерегиональный интервал варьирования, текущее и среднерегиональное значение i -го параметров s -й почвы (НСБД).

$$K_{sl} = \min(K_{sli}), \quad (4.2.3.3в)$$

где K_{sli} для проанализированных i -х параметров s -й почвы получаются в результате сопоставления данных по участку с нормативами соответствующих таблиц НСБД.

Оптимизация перспективного и ежегодно планируемого размещения сельскохозяйственных культур, районированных сортов и гибридов требует количественного учета их агроэкологических требований и соответствующих им показателей агроэкологического качества земель доступных участков, что позволяет существенно повысить эффективность локализованных к ним агротехнологий (рис. 4.2-7) с качественным снижением экологических рисков земледелия.

4.2.4. Региональные агроэкологические геоинформационные системы

Региональные агроэкологические геоинформационные системы (ГИС) становятся платформой функционально-целевой интеграции/систематизации регионально адаптированного информационно-методического обеспечения, необходимого для агроэкологической оптимизации землепользования и агротехнологий в условиях глобальных изменений климата, рынка продукции и технологий, потенциально доступных в странах Евразийского региона.

Характерные для XXI в. ускоренные глобальные и региональные изменения климата, требований рынка продовольствия и агротехнологий определяют современную актуализацию проблем и задач агроэкологической оптимизации земледелия и землепользования с развитием агроэкологических ГИС с целевыми функциями прогноза потенциальной урожайности основных сельскохозяйственных культур (табл. 4.2-1).

Повышенная актуальность специализированного геоинформационного обеспечения для агроэкологической оценки сельскохозяйственных земель обусловлена высокой динамикой текущей структуры их использования, функционального качества и экологического состояния земель, быстрым обновлением современной селекционно-сортовой, материально-технической и технологической базы сельскохозяйственного производства, рыночного спроса и научно-информационного обеспечения АПК (Укрепление..., 2019).

Геоинформационный анализ агроэкологического качества посевов и земель предполагает системное исследование, обобщение и прикладную агроэкологическую интерпретацию разнотипной информации по составу и структуре почвенного покрова, морфогенетическим, гидрофизическим, агрофизическим, агрохимическим характеристикам почв, типу макро- и мезорельефа, почвообразующих пород, грунтовых вод, структуре земельных угодий и севооборота,

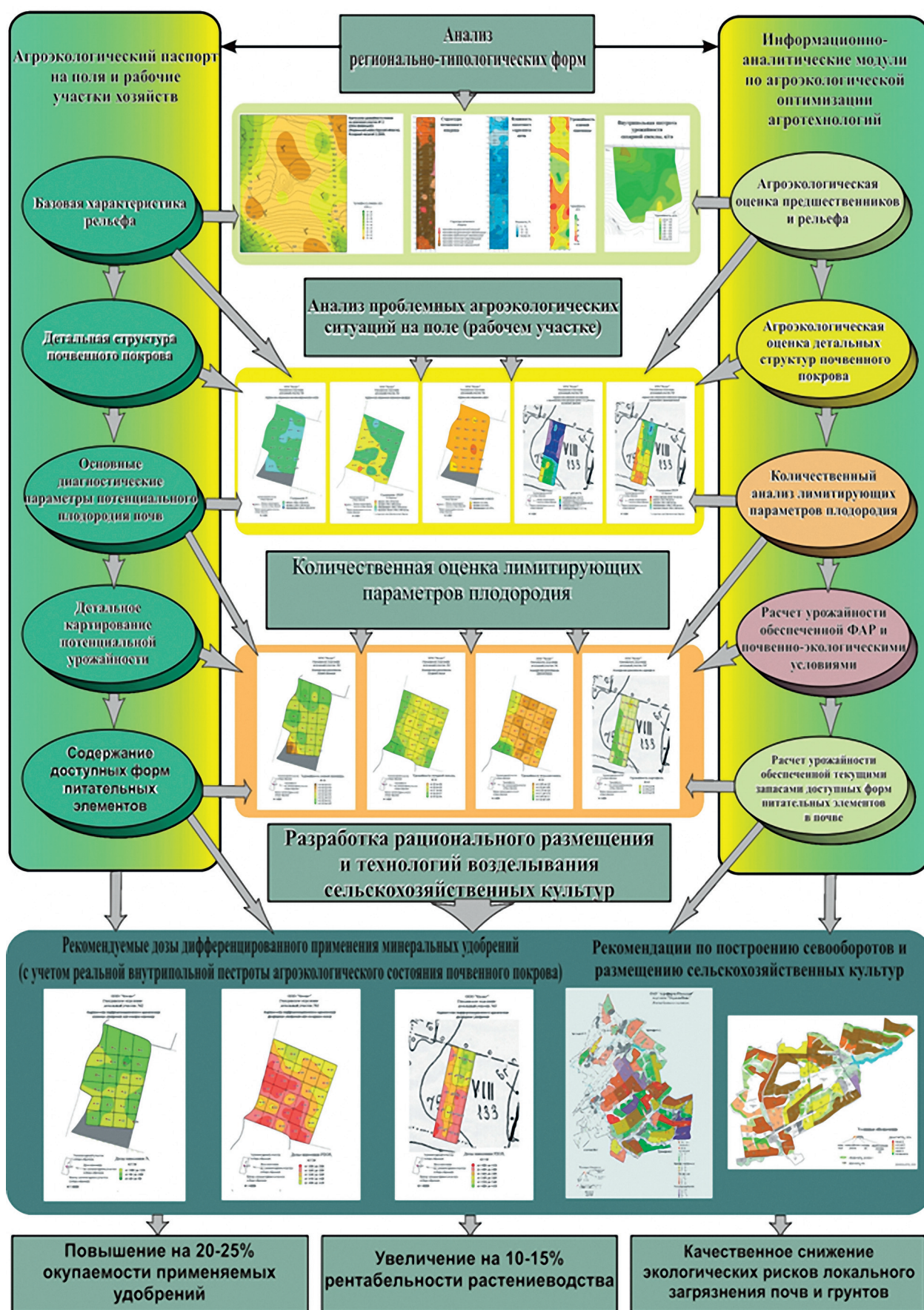


Рис. 4.2.7. Анализ проблемных агроэкологических ситуаций с использованием агроэкологической СПП

текущим агротехнологиям, истории землепользования.

Таблица 4.2-1. Концепция региональной агроэкологической ГИС с целевыми функциями прогноза урожайности выращиваемых культур

Активизация социально-экономического спроса	Целевые функции агроэкологической ГИС
Технологическая революция и модернизация АПК	Агроэкологическая типизация земель и структур почвенного покрова
Рост рентабельности и капитализации землепользования сельхозтоваропроизводителей	Разработка районированных шкал и нормативов агроэкологической оценки земель для прогноза урожайности
Возрастание «цены» агроэкологических рисков землепользования	Разработка, верификация, локализация местных алгоритмов и моделей оценки земель для прогноза урожайности
Востребованность агроэкологических прогнозов и эффективного планирования землепользования	Агроэкологическое нормирование и создание экспертных систем агроэкологической оценки земель для экспертизы проектов землепользования
Растущий спрос на программы агроэкологической оптимизации землепользования	Геоинформационно-методическое обеспечение агроэкологической оптимизации землепользования

Вся доступная землеоценочная информация поэтапно интегрируется в единую региональную агроэкологическую геоинформационную систему оценки земель. Ее геоинформационную основу составляют тематические пакеты базовых и специализированных электронных карт и картосхем:

а) базового административного землеустройства на уровне районов;

б) агроклиматического районирования земель по среднемноголетнему количеству осадков, сумме активных температур, вегетационному периоду основных сельскохозяйственных культур, основным агроклиматическим рискам растениеводства и степени неоднородности микроклимата;

в) базовых слоев рельефа (в масштабе 1 : 200 000) с указанием преобладающих типов мезорельефа — с количественным ранжированием их показателей по влиянию на агроэкологическое качество земель и указанием ареалов распространения проблемных геоморфологических ситуаций;

г) почвообразующих пород — с указанием ареалов преобладания основных типов пород, глубины залегания подстилающих пород и процентного участия неплодородных пород, оказывающих серьезное влияние на агроэкологическое качество почв и земель;

д) доминирующих структур почвенного покрова — с выделением агроэкологических групп основных мезокомбинаций СПП и указанием преобладающих соотношений между их компонентами;

е) основных ресурсных факторов агроэкологического качества почв — включая среднемноголетние запасы продуктивной влаги, текущее содержание и запасы гумуса и доступных форм макро- и микроэлементов питания, с элементами районирования территории по основным почвенно-гидрофизическим и почвенно-агрохимическим группам земель;

ж) лимитирующих факторов агроэкологического состояния земель — включая эрозию, агрофизическую и агрохимическую деградацию почв, проблемы фитосанитарного состояния земель, основные виды загрязнения и техногенной деградации, риски сезонного иссушения, переуплотнения и т. п.

Почвенно- и/или ландшафтно-географическая координация объектов оценки обеспечивает корректное сопоставление текущих данных по объекту оценки с соответствующими нормативными данными и шкалами оценки. Последние имеют провинциально-генетическую, литолого-геоморфологическую, агротехнологическую дифференциацию и в идеале должны быть районированы в соответствии с системой агроэкологического районирования природного или административного региона.

Точная идентификация объекта анализа в системе административно-хозяйственной организации территории позволяет автоматически воспроизводить его точную привязку на всех выходных формах анализа и формировать соответствующие записи в агроэкологических паспортах и специализированных базах данных (если они были заведены).

Кроме того, часто она является наиболее удобным «ключом» к определению точного почвенно- и ландшафтно-географического адреса объекта — при формировании в базе знаний редактируемой системы правил соответствия административно-хозяйственных территориальных единиц элементарным выделам агроэкологического районирования. Выбор произвольного объекта анализа в настроенной на конкретный регион агроэкологической ГИС предусматривает автоматическое определение его основных агроэкологических (почвенно-географических, ландшафтных, агроклиматических и т. п.) координат.

Идентификация структурно-иерархической организации объекта анализа автоматически выбирает или сужает исходную базу выбора используемого при его анализе набора алгоритмов. Окончательное определение набора включенных в конкретный анализ алгоритмов оценки проис-

ходит при выборе в системе раскрывающихся меню перечня решаемых (комплексных или автономных) оценочных задач, включенных в их решение факторов оценки и основных диагностических показателей оценки этих факторов.

Динамический анализ агроэкологического качества земель требует поэтапного развития агроэкологических моделей продукционного процесса, миграции и трансформации почвенных растворов органического углерода, элементов питания и поллютантов по профилю почвы и за его пределами, трансферных функций преобразования доступной информации в основные диагностические параметры качества почв и земель.

Первоочередными задачами становятся агроэкологическая типизация почв/структур почвенного покрова, формирование районированной системы агроэкологических нормативов оценки почв и земель (с дифференциацией по основным сельскохозяйственным культурам и группам сортов), разработка, региональная верификация и локализация основных алгоритмов и моделей оценки, создание геоинформационных прогнозно-аналитических систем агроэкологической оценки земель и оптимизации земледелия рамочного типа — с легко реализуемой возможностью их детализации и модификации.

Повышенная актуальность разработки и районирования базовых элементов рамочной агроэкологической ГИС с целевыми функциями прогноза потенциальной урожайности основных сельскохозяйственных культур (рис. 4.2.8) обусловлена необходимостью оперативного решения комплексных задач оптимального размещения культур, проектирования и корректировки агротехнологических операций.

В условиях быстрого нарастания информатизации и глобализации сельскохозяйственного производства ясно выражена общая мировая тенденция к повышению уровня методологической универсализации, технологической унификации и функциональной детализации создаваемого информационно-аналитического обеспечения для агроэкологической оценки земель различного территориального уровня.

Разработанная в рамках выполнения проекта компании «Барилла» рамочная агроэкологическая ГИС с целевыми функциями прогноза потенциальной урожайности твердой пшеницы развивается на языке *Python* и представляет собой одностраничное веб-приложение (находится в «облаке»).

В качестве *http* сервера выступает связка из *gunicorn* и *nginx*. Генерация статических элемен-

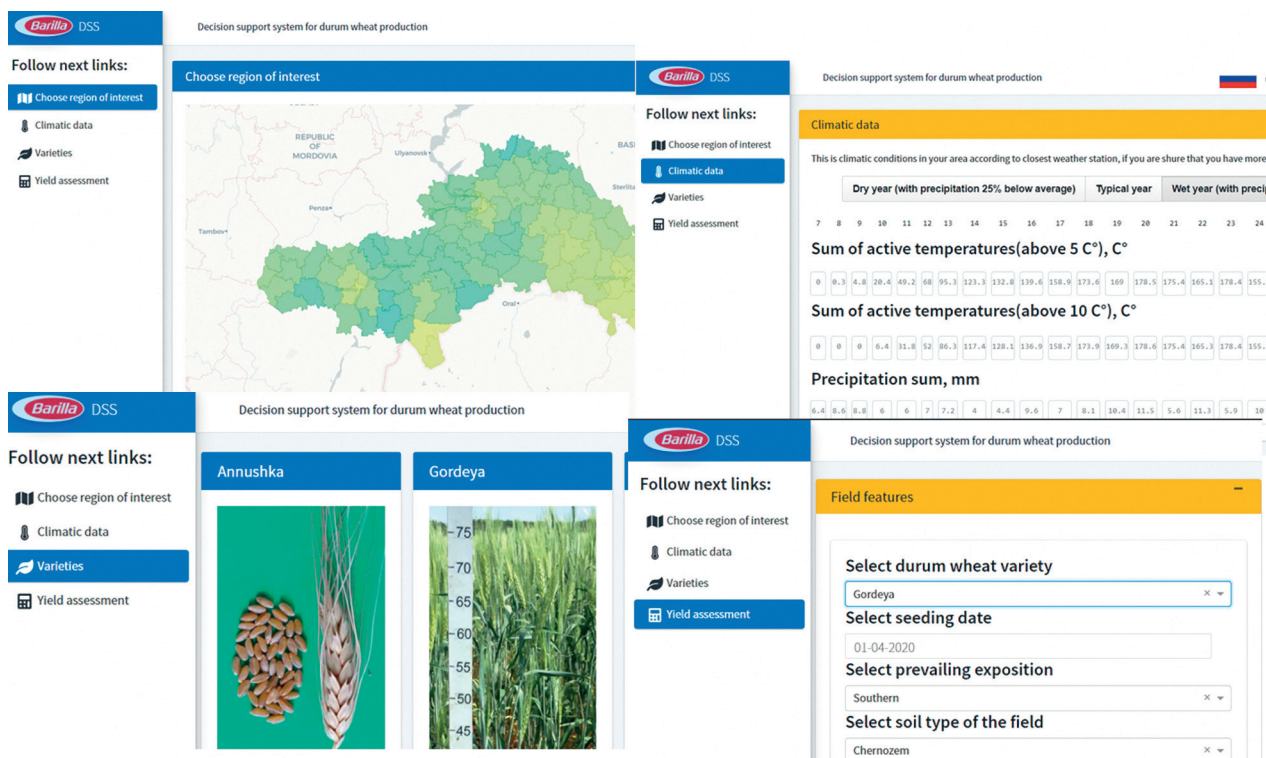


Рисунок 4.2-8. Стартовый интерфейс рамочной агроэкологической ГИС с функцией прогнозирования урожайности твердой пшеницы

тов html осуществляется микрофреймворком Flask. Исходные данные для расчетов хранятся в системе управления базами данных MariaDB. Обновление интерфейса в реальном времени реализуется набором Javascript библиотек React.js и Plotly (основан на D3.js). Для оформления элементов интерфейса используются отдельные элементы CSS библиотеки Twitter Bootstrap. За обновление интерактивной карты отвечает библиотека MapBox GL JS.

Базовым элементом региональной агроэкологической ГИС в условиях нарастающих глобальных изменений климата становится агроклиматический модуль геоинформационной системы (рис. 4.2.8), разрабатываемый на основе системного анализа результатов регионально распределенных смарт-систем агроэкологического мониторинга с оперативным анализом данных разномасштабного дистанционного зондирования, функционально интерпретируемых с использованием IoT-датчиков суточной и сезонной динамики агроэкологического состояния почв и посевов.

Информационную основу региональных агроэкологических ГИС в рамках устойчивого управления почвенными ресурсами составляет систематизированная в специализированных базах данных базовая информация для решения основных прогнозно-аналитических и проектно-технологических задач на уровне региона, района и отдельного хозяйства:

- а) агроэкологические требования районированных культур и сортов;
- б) методические разработки по количественному анализу влияния лимитирующих факторов на производственный процесс и урожайность;
- в) технологические карты по основным сельскохозяйственным культурам — с выделением обязательных и факультативных операций, ранжированием гибких элементов агротехнологии;
- г) рациональная (минимально-достаточная) система нормативов производственных затрат, цен на основные статьи расхода и готовую продукцию.

К наиболее востребованным на практике прогнозно-аналитическим и проектно-технологическим задачам, решаемым в рамках агроэкологических ГИС, относятся:

- проверка на абсолютные ограничения — возможность/невозможность применения рассматриваемого варианта землепользования, культуры, сорта, агротехнологии в условиях конкретного участка;
- качественная или количественная оценка прямых и косвенных, положительных и отрицательных результатов землепользования, например урожайности, качества продукции,

затрат на ее получение, и последующее восстановление агроэкологического качества почв (земель);

- прогноз вероятного недобора урожая или недостаточного уровня выполнения другой анализируемой агроэкологической функции — согласно применяемому набору критериев и алгоритмов оценки;
- расчет планируемых агротехнологических затрат (прямых, косвенных, стабильных, варьирующих) — с различным уровнем детальности для разных комбинаций «культура (сорт) — агротехнология — погодные условия»;
- сравнительный анализ показателей экономической эффективности разных вариантов землепользования и наилучших доступных технологий — с учетом или без учета кредитной ставки.

Для количественной оценки агроэкологических и экономических рисков землепользования используются адаптированные к условиям конкретного агроландшафта динамические модели производственного процесса. Количественная оценка экологических рисков загрязнения и засоления получается с помощью адаптированных к местным условиям педодинамических моделей миграции и трансформации растворов.

Применение динамических моделей позволяет имитировать дискретно-непрерывный характер природных явлений, с выявлением «критических точек» нарушения непрерывности (например, иссушение почвы до уровня неподвижной влаги). С их помощью проводятся оценочные расчеты основных составляющих балансовых моделей — процессов перемещения и трансформации веществ в почве и экосистеме (вода, углерод, азот, соли, пестициды и т. п.).

Агроэкологические модели и автоматизированные системы оценки агроэкологического качества почв и земель, динамического моделирования их основных агроэкологических, гидрофизических и геохимических функций находят все более широкое применение. В последние годы их число удваивается примерно каждые пять лет, и очень остро стоят вопросы региональной верификации и локализации различных моделей — для их адаптации и использования в новых условиях и объектах.

К основным тенденциям их современного развития относятся:

- а) повышение роли базовых почвенных и ландшафтных характеристик;
- б) учет влияния провинциально-генетического разнообразия почв и земель;
- в) активное использование функциональных моделей с количественным описанием регио-

нальных закономерностей поведения агроэкологических функций;

г) широкое применение геостатистически обоснованных трансферных функций, оперативно рассчитывающих значения трудно определяемых переменных по массово и легко определяемым данным;

д) универсализация основных применяемых алгоритмов анализа данных;

е) создание гибких систем анализа с элементами самонастройки используемых алгоритмов на различных этапах оценки;

ж) применение современных программных средств визуализации данных и диалогового режима работы информационно-аналитических модулей;

з) совместное использование автоматизированных систем оценки, пространственно-организованных баз данных и агроэкологических ГИС;

и) внедрение автоматизированных модулей агроэкологической оценки земель в специализированные системы производственного мониторинга, автоматизированного проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия, экономической оптимизации сельскохозяйственного производства на уровне от хозяйства до целого региона.

Современные системы информационно-методического обеспечения агроэкологического мониторинга и оптимизации систем земледелия и охраны почв включают в себя цифровые модели рельефа и базы данных дистанционного зондирования со спутников и беспилотных летательных аппаратов, высокочастотные технологии оперативной передачи информации, автоматизированные системы ее оценки и поддержки принятия решений, с анализом экологических рисков земледелия, экологических функций и экосистемных сервисов почв.

Наличие интегрированных систем агроэкологического мониторинга, районирования и оценки почв с учетом их региональных и зональных особенностей, функционально-экологической систематизацией параметров оценки и районированной системы эталонов при автоматизированном анализе унифицированных алгоритмов оценки значительно повышает оперативность и вариативность разрабатываемых рекомендаций по агроэкологической оптимизации землепользования и агротехнологий в условиях глобальных изменений климата, с выбором наилучшей доступной агротехнологии, верифицированной или потенциально адаптируемой для условий конкретного поля и хозяйства в условиях данного региона одной из стран Центральной Азии или Южного Кавказа.

4.3. Успешные результаты и полученные уроки в Евразийском регионе в области улучшения управления почвенными ресурсами

4.3.1. Продвижение и расширение устойчивого управления почвенными и земельными ресурсами в Узбекистане

Республика Узбекистан расположена в Центральной Азии в бассейне Аральского моря, преимущественно в междуречье Амударьи и Сырдарьи. Около 80% площади страны занимают пустыни и полупустыни, включая крупнейшую пустыню Центральной Азии — Кызылкум; лишь 20% территории на востоке и юго-востоке занимают горы и предгорья Тянь-Шаня и Памиро-Алая.

Земли сельскохозяйственного назначения, являющиеся наиболее ценной и многофункциональной категорией и основным средством сельскохозяйственного производства, составляют около 46% от общей площади (44 896,6 тыс. га) страны. Орошаемое земледелие охватывает лишь 9% общей территории, но потребляет более 90% водных ресурсов, забираемых для удовлетворения потребностей всех отраслей экономики и населения. Сельское хозяйство играет важную роль, как в экономической, так и в социальной сфере страны: аграрный сектор совместно с лесным и рыбным хозяйством вносит 28,1% валовой добавленной стоимости в валовой внутренний продукт и обеспечивает около 27% занятости всего экономически активного населения (по данным Государственного комитета Республики Узбекистан по статистике). Население составляет порядка 33,9 млн человек, половина из них сельские жители, для которых сельское хозяйство является главным источником средств существования, благосостояния и занятости.

Природные экосистемы засушливых и полувасушливых районов Узбекистана исторически подвержены естественному засолению почв и деградации окружающей среды, которые серьезно нарушают функции почвы, такие как способность действовать как буфер и фильтр, ее роль в гидрологическом и азотном циклах, обеспечении среды обитания и поддержке биоразнообразия.

Для Узбекистана, который принимает конкретные и эффективные меры по повышению плодородия почв и продуктивности орошаемых угодий, восстановлению лесных ресурсов и смягчению деградации пастбищ, широкомасштабное продвижение УУЗР имеет первостепенное значение. Начиная с 2017 г. в Узбекистане начался активный процесс принятия системных мер по постепенному преобразованию аграрного сек-

тора в современную, диверсифицированную и устойчивую производственную систему. Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017–2021 гг., принятая в 2017 г., явилась важнейшим программным документом, определившим приоритетные направления государственной политики в среднесрочной перспективе для всех отраслей экономики, включая сельское хозяйство. Последующие указы Президента и правительственные постановления определили основные приоритеты и мероприятия по выполнению Стратегии действий, направленных на обеспечение роста производительности в аграрном комплексе, устойчивое управление пастбищными и лесными ресурсами и усиление государственных институтов как важнейших факторов повышения конкурентоспособности аграрного сектора. Политика правительства нацеливает на расширение инноваций, инвестиций, развитие институциональных трансформаций с целью создания благоприятной среды для тиражирования/распространения технологий УУЗР, ресурсо- и водосбережения, смягчения засухи, адаптации и климатоустойчивого управления сельским хозяйством.

В Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 гг. выделены девять стратегических приоритетов развития: 1) обеспечение продовольственной безопасности населения; 2) создание благоприятного агробизнес-климата и цепочек добавленной стоимости; 3) снижение роли государства в управлении аграрной сферой и повышение инвестиционной привлекательности; 4) обеспечение рационального использования природных ресурсов и охрана окружающей среды и т.д. Стратегические документы по сельскохозяйственному развитию, сохранению биоразнообразия, переходу на «зеленую» экономику представляют надежную основу для расширения УУЗР в стране.

Принимая во внимание опасность текущих процессов деградации почв и экологических проблем, правительство страны в 2015 г. присоединилось к инициативе ФАО по разработке глобального проекта ГЭФ/ФАО «Поддержка решений по продвижению и распространению устойчивого управления земельными ресурсами» (DS-SLM) в целях содействия повышению устойчивости к опустыниванию, деградации земель и засухам в 15 странах, включая Республику Узбекистан (ФАО/ГЭФ/ВОСАТ, 2019). Национальный компонент проекта DS-SLM полностью соответствует ключевым стратегическим приоритетам страны, определенным в недавно принятых правительственных решениях и стратегических документах, таких как указы Президента Узбекистана «О Стратегии

действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан», «Об образовании Министерства инновационного развития», «Об организационных мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления сельским и водным хозяйством», «О мерах по дальнейшему реформированию и развитию сельского хозяйства на период 2016–2020 гг.» (О Стратегии действий..., 2017; Об образовании Министерства..., 2017; Об организационных мерах..., 2017; О мерах по дальнейшему реформированию..., 2015). Общая цель проекта DS-SLM — оказание помощи правительству в укреплении потенциала для повышения сельскохозяйственной продуктивности орошаемых и богарных угодий, подверженных засолению, засухе и нехватке воды, посредством продвижения и масштабирования практик УУЗР.

4.3.2. Руководство и управление почвенными ресурсами в Турции

Из 78,5 млн га земли в Турции около 23,8 млн га занимают сельскохозяйственные угодья, что соответствует 30,3% общей площади. Кроме того, доля лугов и пастбищ в общем объеме земель составляет 18,6%, в то время как леса занимают 27,5% общей площади земель (табл. 4.3.1).

Таблица 4.3-1. Землепользование в Турции, 2017 г. (По данным Turker, 2019)

Тип использования	Количество, млн га	%
Сельскохозяйственные угодья	23,8	30,3
Пастбища и луга	14,6	18,6
Лесные угодья	21,6	27,5
Городские территории	16,9	21,5
Водные поверхности	1,6	2,1
Итого	78,5	100,0

В настоящее время управление почвенными ресурсами и их использование регулируется Законом №5403 «Сохранение почв и землепользование», который был принят в 2005 г. Его целью является определение методов и принципов, которые обеспечат сохранение и развитие почвы, предотвращая утрату ее свойств, природными или искусственными средствами, и планируемое использование земли в соответствии с принципом устойчивого развития окружающей среды. Он охватывает определение и классификацию земельных и почвенных ресурсов в соответствии с научными принципами, подго-

товку планов землепользования, оценку социальных, экономических и экологических аспектов процесса их сохранения и развития совместными методами, предотвращение непреднамеренного и ненадлежащего использования, создание методов обеспечения защиты (Kuk *et al.*, 2010; FAO, 2019с).

Мандат и ответственность за реализацию Закона №5403 возлагаются на различные государственные органы в соответствии с различными глобальными, региональными и национальными стратегиями. Министерство сельского и лесного хозяйства имеет мандат на управление почвенными и водными ресурсами в рамках сельского хозяйства, лесного хозяйства и пастбищных угодий, на которые приходится около 70% общей площади земель Турции. В соответствии с этим мандатом Министерство отвечает за обеспечение устойчивого управления почвенными и водными ресурсами как важнейший ресурс для сельского хозяйства, продовольственной безопасности и адаптации к изменению климата и смягчению его последствий. Эта деятельность осуществляется на различных уровнях в рамках Министерства сельского хозяйства и различными генеральными директоратами.

Аналогичным образом, Министерство охраны окружающей среды и урбанизации несет ответственность за загрязнение почвы, запечатывание почвы под руководством различных генеральных директоратов.

Поэтому деятельность, связанная с сохранением, управлением, исследованием и мониторингом почв, осуществляется в партнерстве между различными организациями и направлена на устранение десяти угроз здоровью почв (ДРП УУ-ПР), выявленных в рамках ГПП, при этом наибольшая часть деятельности направлена на решение проблем эрозии, засоления и щелочения почв, а также потери органического углерода в почве.

Однако для решения проблем, связанных с десятью почвенными угрозами, мероприятия не всегда проводятся в рамках конкретных национальных или международных программ, а это означает, что они могут быть реализованы в различной степени в виде предвступительной помощи ЕС для развития села (IPARD) и субсидий для развития села и агроэкологических субсидий вместе взятых.

Что касается основанного на данных принятия решений о почве, то реакция различных почв на различные формы землепользования и управления и влияние землепользования и управления на свойства почвы изучались долгое время, однако создание информационных систем о почве, основанных на потребностях и обязанностях различных государственных органов, началось только в течение последних 10 лет. Различные ин-

формационные системы о почвах разрабатывались в рамках различных учреждений, при этом каждая система функционировала отдельно, с использованием широкого спектра технических стандартов, и часто была ориентирована на конкретные масштабы. В результате эти информационные системы не функционировали в соответствии с общим национальным стандартом, а данные о почвах не были согласованы между информационными системами.

Следовательно, необходимость усиления координации между различными государственными органами и распределенная структура информации о почвах были основными проблемами при внедрении ДРП УУПР в Турции. Так, правительство Турции и FAO провели в 2018 г. мероприятие по техническому сотрудничеству и разработали Национальный план осуществления устойчивого управления почвенными ресурсами (FAO, 2019с). Он раскрывает основы политики страны в области почвенных ресурсов и в настоящее время осуществляется в соответствии со стратегическими целями, такими как: 1) укрепление действующего законодательства для обеспечения сохранения и устойчивого управления почвенными ресурсами; 2) улучшение координации разработки и осуществления политики в области почвенных ресурсов; 3) обеспечение необходимого потенциала для поддержки сохранения и устойчивого управления почвами в Турции; 4) улучшение управления почвами в условиях различных видов землепользования; 5) интеграция разрозненных данных и информации о почвах для принятия обоснованных решений; 6) согласование национальных приоритетов исследований и развития почв с приоритетами ГПП.

4.3.3. Система управления орошением, разработанная с учетом экологических функций и структурной организации почв, потребностей растений и климатических изменений в Украине

Одним из направлений решения задачи климатоустойчивого управления орошением на принципах системного водопользования, получивших развитие в Украине, являются информационно-аналитические системы управления поливами. В предыдущие годы широко использовалась, разработанная еще в конце прошлого века в Институте водных проблем и мелиорации Национальной академии аграрных наук Украины информационно-советующая система «ИСС Полив». В последние годы на основе опыта внедрения «ИСС Полив», а также с учетом результатов исследований всего комплекса факторов, влияющих на формирование водопотребления различных видов

сельскохозяйственных культур при их выращивании в разных почвенно-климатических условиях Украины, разработана и внедряется в практику новая информационно-аналитическая система управления орошением «Полив онлайн». Отличительной особенностью этой системы является использование для прогнозирования сроков и норм полива уравнения влагопереноса в терминах гидродинамического напора, что позволяет при решении этой задачи рассматривать зону аэрации и горизонт грунтовых вод в единой гидродинамической постановке. Это также дало возможность использовать в качестве показателя доступности почвенной влаги для растений не влажность почвы, а сосущую силу почвы (капиллярный потенциал), что значительно повышает точность определения сроков полива.

При формировании режимов орошения системой реализуется принцип поддержания влагосодержания почвы в наиболее близком (узком) к НВ диапазоне, что дает возможность поддерживать водопотребление поливных растений на потенциально возможном для данных погодных условий уровне и, соответственно, формировать урожай на уровне НВ, близком к максимальному его значению (0,8–0,9). Реализация таких режимов орошения возможна при проведении более частых поливов меньшими поливными нормами, которые одновременно являются и почвозащитными, и экологически безопасными, поскольку рассчитаны на увлажнение слоя почвы меньшей мощности (не более $\frac{2}{3}$ мощности корневой системы). Это дает возможность корневой системе, расположенной глубже нижней границы расчетного слоя, использовать проинфильтрованную с верхних слоев поливную воду и тем самым свести к минимуму потери поливной воды на инфильтрацию, предотвратив развитие процессов подтопления и вторичного засоления почв.

Опыт внедрения системы «Полив онлайн» подтвердил, что ее применение для управления орошением обеспечивает возможность получения более высоких, близких к генетическому потенциалу сортов и гибридов, урожаев сельскохозяйственных культур при существенной (до 10–15%) экономии поливной воды за счет сведения к минимуму ее потерь на инфильтрацию. Последнее существенно повышает экологическую безопасность орошения.

4.3.4. Проекты по улучшению экологического состояния загрязненных земель и восстановлению ландшафтов в Азербайджане

Обширные территории Азербайджана серьезно пострадали от эрозии и засоления почв. Засоление и эрозия почв, как правило, являются

результатом плохой ирригационной и дренажной систем, затоваривания поголовья скота, неустойчивого уровня добычи подземных вод и продолжающегося обезлесения (Ismayilov, 2019). Деградация земель на пастбищах и в полусухих районах Азербайджана увеличивается быстрыми темпами, в основном в результате чрезмерного выпаса скота. Животноводство в Азербайджане очень прибыльно, поэтому существует постоянное давление с целью увеличения поголовья крупного рогатого скота (в основном овец, коз и крупного рогатого скота), выходящего далеко за пределы способности растительности. Недавний мониторинг поголовья скота показывает, что количество животных на гектар в 10–50 раз превышает норму выпаса в одних районах и даже больше в других (Гасанова, Джафаров, 2015).

В соответствии с законодательством, принятым в Азербайджанской Республике в области охраны и рационального использования окружающей среды, принимаются меры по улучшению экологического состояния загрязненных земель, восстановлению ландшафта, нефтезагрязненных почв и загрязненных различными веществами озер и прудов.

Министерство экологии Азербайджанской Республики в рамках проекта «Улучшение экологического состояния и восстановление ландшафта бывшего йодобромного завода, загрязненного пластовой водой в Сураханском районе» полностью восстановило территорию площадью 66 га, очищенную от пластовой воды, соли, йода и других отходов. Построена новая дренажная сеть и посажены деревья с учетом местных климатических условий. При этом рекультивировали территорию общей площадью 272 га на Апшеронском полуострове в рамках проекта «Улучшение экологического состояния прудов Чухурдере и восстановление ландшафта». В течение 2019 г. Министерство экологии и природных ресурсов будет высаживать оливки, миндаль, хурму, финики, абрикосы, айву, фундук, грецкие орехи, липы, каштаны, смородину, гранаты, яблони, вишни, алычу, сливы, сосны на лесных и нелесных землях, а также кипарисы, акацию, чинар, катальпу, платаны, клены и др., посажено 1764 тыс. деревьев разных пород. Для обеспечения потребностей населения в сельскохозяйственной продукции за счет более эффективного использования лесных и нелесных земель на 642 га открытых лесных площадей высажены агросады. Мероприятия по лесовосстановлению проведены на площади 14 030 га на территориях государственного лесного фонда с целью увеличения лесовосстановительных и лесных площадей. Высажены новые леса на 1510 га, проведены естественные восстанови-

тельные работы на 12 520 га (по данным <http://eco.gov.az/az/nazirlik/illik-hesabat>). Государственная нефтяная компания Азербайджанской Республики (SOCAR) постоянно работает над восстановлением территорий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Подход SOCAR к восстановлению и рекультивации экосистем является многоступенчатым. В первую очередь реабилитируются районы ближе к Баку, стратегически важные районы, а затем и загрязненные территории вокруг населенных пунктов. С этой целью в 2018 г. были начаты работы в рамках Проекта реабилитации загрязненных территорий на Апшеронском полуострове. В результате восстановительных работ, проводимых SOCAR, общая площадь территорий, загрязненных нефтепродуктами и пластовой водой, из года в год сокращается (<http://socar.az/socar/az/economics-and-statistics/economics-and-statistics/socar-reports>).

Азербайджан реализует проекты сотрудничества с международными организациями для защиты и эффективного использования экосистемы.

Пилотный проект «Clima East» под названием «Экосистемный подход к изменению климата» был реализован в Азербайджане при поддержке Программы развития Организации Объединенных Наций и Европейского союза с целью создания устойчивых методов управления пастбищами, повышения продуктивности пастбищ и лесов, а также предотвращения эрозии почвы и оползней (<https://undp-climate.exposure.co/azrbaycanli-fermerlr>). Целью проекта было повышение продуктивности пастбищ и лесов за счет предотвращения эрозии и оползней на пилотных участках. Опыт управления устойчивыми лесами и пастбищами, а также улучшение запасов углерода, качества почвы и устойчивого землепользования привели к увеличению поглощения двуокси углерода, а также его поглощения пастбищами. В рамках проекта проведено наблюдение и инвентаризация 3000 га летних пастбищ. Карта растительности была подготовлена с использованием спутниковых изображений и программного обеспечения дистанционного зондирования. Были выявлены участки с серьезной деградацией, и были приняты меры биоинженерии для предотвращения деградации. Кроме того, в рамках проекта были реализованы экспериментальные восстановительные мероприятия по созданию систем поочередного выпаса.

В рамках Проекта повышения конкурентоспособности сельского хозяйства, совместно реализуемого Правительством Азербайджанской Республики и Всемирным банком, в Азербайджанском государственном аграрном университете была разработана учебная программа в со-

ответствии с международными стандартами. Программа разработана в сотрудничестве с международными консультантами. Кроме того, в рамках проекта среди фермеров были проведены тренинги по комплексным методам борьбы с вредителями.

GIZ ведет обширную деятельность на Южном Кавказе по поддержке устойчивого управления биоразнообразием и передовых методов ведения сельского хозяйства. В настоящее время наблюдается растущая интенсификация сельскохозяйственного сектора, сопровождаемая ненадлежащим и неустойчивым землепользованием, преобразованием высококачественных пастбищ в пахотные земли, концентрацией более узкого списка сельскохозяйственных культур, более широким использованием пестицидов, удобрений и водных ресурсов. Эта тенденция вызывает негативные последствия для окружающей среды и биоразнообразия, такие как деградация плодородных почв в результате засоления и загрязнения воды и почвы, что приводит к снижению продуктивности сельского хозяйства и ограничивает улучшение производственных мощностей и продуктивности. Устойчивые методы управления сельским хозяйством могут помочь сохранить продуктивность сельскохозяйственных земель и средства к существованию сельского населения, что приведет к повышению местной продовольственной безопасности и устойчивому развитию местного населения. Чтобы способствовать развитию устойчивых и адаптированных к климату методов ведения сельского хозяйства в Азербайджане, GIZ реализует пилотный проект в Кюрдамирском районе, расположенном в Центральном Азербайджане. Пилотный проект направлен на продвижение хороших методов ведения сельского хозяйства (Good agricultural practice) в Азербайджане для внедрения подхода устойчивых методов управления сельскохозяйственными фермами и связанных с ними мероприятий, которые учитывают экономические преимущества для мелких фермеров и социальную устойчивость и являются ключевыми элементами, чтобы убедить мелких фермеров изменить свою систему в сторону улучшения биоразнообразия и экологически безопасного управления фермой (<https://www.giz.de/en/worldwide/20319.html>).

GIZ реализовала в Азербайджане проект в соответствии с программой «Интегрированное управление биоразнообразием на Южном Кавказе». Целью проекта, реализованного в Исмаиллинском районе, было обеспечение экологического баланса, предотвращение оползней и эрозии, повышение продуктивности садов и пастбищ, проект длился до 2019 г. (<https://www.giz.de/en/worldwide/20319.html>).

ФАО осуществляет широкий спектр мероприятий по развитию сельскохозяйственного сектора и рациональному использованию природных ресурсов в Азербайджане, и в настоящее время реализуются следующие проекты (<http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?iso3=AZE>):

UTF/AZE/016/AZE. Анализ эффективности и устойчивости сектора фундука в Азербайджане, 2020–2023.

UTF AZE/015/AZE. Повышение продовольственной безопасности и уровня жизни в сельских районах за счет расширения экономических прав и возможностей женщин (AFAQ), 2020–2022.

UTF AZE/013/AZE. Проект повышения занятости молодежи (AMAL — Фаза I), 2019–2020.

UTF AZE/010/AZE. Улучшение производства крупного рогатого скота за счет создания эффективной системы разведения и кормления крупного рогатого скота на 2018–2022 гг.

UTF AZE/001/AZE. Проект подготовки и ознакомления с проектом для Программы партнерства ФАО с Азербайджаном на 2018–2021 гг.

UTF AZE/009/AZE. Разработка и применение устойчивого овцеводства и цепочек добавленной стоимости пищевых продуктов, 2018–2021.

UTF AZE/011/AZE. Создание свободной от болезней национальной системы производства семенного картофеля в Азербайджане, 2018–2021.

GCP/AZE/018/EC. Усиление консультационных услуг по сельскому хозяйству, 2019–2022.

GCP/AZE/014/EC. Развитие устойчивых и инклюзивных местных продовольственных систем в Северо-Западном регионе Азербайджана, 2019–2021 гг.

GCP/AZE/010/GFF. Укрепление сети охраняемых территорий посредством передового руководства и управления (PPG), 2019–2020.

GCP/AZE/007/GFF. Оценка и мониторинг лесных ресурсов для усиления политики и знаний в области лесного хозяйства (MSP), 2017–2021.

4.3.5. Интегральный подход к улучшению черноземных почв для устойчивого земледелия в Республике Молдова

В почвенном отношении Республика Молдова представлена тремя небольшими неоднородными генетическими группами: черноземы и близкие к ним почвы, занимающие 75–80% площади; лесные серые и бурые (11,5%); аллювиальные почвы речных долин (8,5%) (Крупеников, Боинчан, 2004). В географическом отношении агропочвенное районирование, микрорайонирование для целесообразного размещения сельскохозяйственных культур и мелиорации почв проведено давно (Крупеников *и др.*, 1985; Крупеников, Урсу, 1985).

По данным Института почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо, площадь эродированных земель в Молдове составляет 25,5% от общей площади, или 3 384 626 га. Из них слабосмытые почвы составляют 15,84%, среднесмытые — 7,92%, сильносмытые — более 1,73% территории страны. Это данные 1970-х гг. — первого картографического тура. Сравнивая их с данными 1990-х гг., можно отметить небольшое увеличение эродированных земель по всем трем категориям (Эрозия почв, 2001).

В условиях Молдовы экспериментальным путем были выделены коэффициенты оценки гумусного состояния черноземных почв для основных четырех подтипов в трех категориях гранулометрического состава (табл. 4.3.2). Это удобный экспрессный способ определения гумусного состояния, согласно рекомендациям К.В. Дьяконовой (Дьяконова, 1984; Мошой, 1986), по сути, определяющий качественное состояние в технологическом отношении той или иной почвы.

Данный экспрессный метод определения состояния черноземных почв позволяет при минимальном количестве лабораторных анализов (содержание гумуса и сокращенный

Таблица 4.3-2. Шкала оценки гумусного состояния черноземных почв в Молдове

Почвы	Гранулометрический состав почвы	Содержание гумуса, %					
		минимальное	близкое к минимальному	близкое к оптимальному	оптимальное	высокое	максимальное
Типичные и выщелоченные черноземы	Средний суглинок	2,5	2,5–2,63	2,63–3,13	3,13–3,43	3,43–3,73	3,73
	Тяжелый суглинок	3,5	3,5–3,68	3,68–4,28	4,28–4,68	4,68–5,08	5,08
	Глина	4,5	4,5–4,73	4,73–5,43	5,43–5,93	5,93–6,43	6,43
Обыкновенные и карбонатные черноземы	Средний суглинок	1,7	1,7–1,88	1,88–2,38	2,38–2,68	2,68–2,98	2,98
	Тяжелый суглинок	2,5	2,5–2,63	2,63–3,23	3,23–3,63	3,63–4,03	4,03
	Глина	3,7	3,7–3,38	3,38–4,08	4,08–4,58	4,58–5,08	5,08

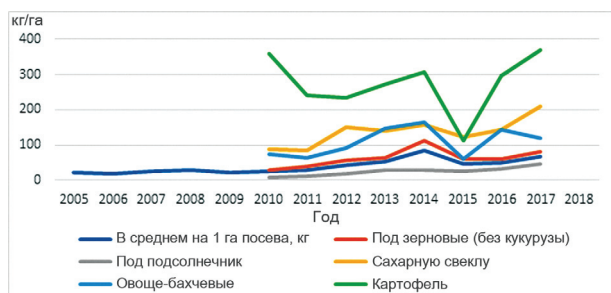


Рисунок 4.3-1. Внесение минеральных удобрений на сельскохозяйственных угодьях в Республике Молдова (кг/га)

гранулометрический состав) определить качественное состояние почв для выявления состояния земель в целях достижения устойчивого землепользования.

Статистика внесения органических и минеральных удобрений под полевые культуры указывает на период (1985–1989), когда вносилось по 9–11 т/га в год органических удобрений при дополнении 180–200 кг минеральных удобрений (по действующему веществу), как на период, когда в Молдове был практически достигнут уровень нейтрального баланса гумуса (Banaru, 2002; Donos, 2008) и нейтрализации деградации почв.

В последние 30 лет потребление минеральных удобрений и особенно органических, сократилось катастрофически (рис. 4.3-1, 4.3-2).

В соответствии с нашей целью устойчивого земледелия или внедрения принципа нейтрализации деградации почв традиционно по значимости выделяется эрозия почв, преимущественно водная, выпаханность, снижение гумуса и, соответственно, снижение потенциального плодородия почв.

В Молдове необходимо также улучшение малопродуктивных земель (засоленных, заболоченных и других деградированных земель мелиоративного фонда) (Filipciuc, 1995; Эрозия почв, 2005; Программа освоения деградированных земель, 2005). В связи с этим для наших исследований и опроса респондентов в Молдове мы выбрали четыре полигона с соответственно выраженными формами деградации.

1. *Эрозионная станция Лебеденко, долина р. Кагул.* В почвенном отношении полигон представлен черноземами обыкновенными всех степеней эрозии. В морфологическом отношении это типичный эрозионный район, в котором склоны круче 2° занимают более 60% площади (рис. 4.3-3).

2. *Участок в Оргеевском районе с выраженными выпаханymi черноземами.* Это мелиоративный контур, включающий около 300 га переплотненных земель, больше 200 га сильно



Рисунок 4.3-2. Внесение органических удобрений на сельскохозяйственных угодьях в Республике Молдова (т/га)

эродированных и около 500 га почв с низким содержанием гумуса (рис. 4.3.4). В данном периметре выбраны пять объектов, расположенных недалеко от двух свиноводческих комплексов, в которых предполагается переход на органическое земледелие с использованием всех видов отходов от этих комплексов. Согласно картографическим материалам агрохимического обследования, будут вноситься дозы как жидких стоков — 60–80 т/га, так и сухой навоз, который получают после разделения, в дозах 30–50 т/га.

Автоморфные солонцы и осолонцованные черноземы распространены островками в 2–6 га на сельскохозяйственных полях и представляют осложнения для обработки почв в связи с их водно-физическими и технологическими свойствами. Эти почвы требуют циклической мелиорации (один раз в 6–10 лет) гипсом, кальцийсодержащими, кислыми отходами различного происхождения (рис. 4.3.5).

Предотвращение деградации почв при орошении водами II и III категории требуют мелиора-

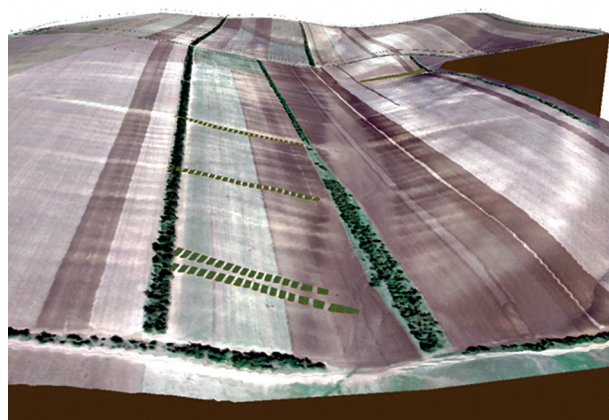


Рисунок 4.3-3. Мелиоративный периметр эродированных почв. Эрозионная станция Лебеденко, р. Кагул

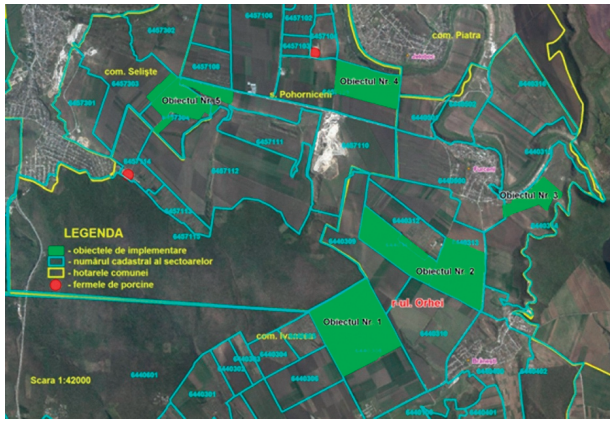


Рисунок 4.3-4. Мелиоративный периметр объектов органической мелиорации для консервативного земледелия, Оргеевский район. Условные обозначения: зеленый — мелиоративные объекты; красный — животноводческий комплекс

ции оросительной воды или почвы. В экономическом отношении расходы на эти приемы не превышают 2–3% от годовых вложений на выращивание полевых культур.

Претабельность почв относительно качества оросительной воды — это пригодность вод для орошения, в строго научном понимании это экологические требования почв к качеству оросительных вод.

На сегодняшний день, с одной стороны, стали преобладать экстенсивные агротехнологии с низкими дозами минеральных удобрений, сокращением числа обработок почвы, резким снижением или полным отсутствием применения органических удобрений и мелиорантов, нарушением севооборотов. С другой стороны, в обеспеченных хозяйствах и крупных агрохолдингах увлекаются чрезмерным применением минеральных удобрений, пестицидов, мало используют органические удобрения, не задумываясь о негативных последствиях.

Проведенный анализ состояния плодородия черноземных почв в настоящее время, статистических данных о внесении минеральных и органических удобрений под посевы сельскохозяйственных культур, фактического положения о применении мер сохранения плодородия и содержания гумуса в черноземах сельхозтоваропроизводителями в сельском хозяйстве регионов на основе их опроса показал, что наибольший ущерб состоянию черноземов наносят недостаточное внесение органических, а в некоторых хозяйствах и минеральных удобрений, агрогенная деградация, эрозия. Результатом является серьезное обострение агроэкологической ситуации и, как следствие, возрастание экологических и экономических рисков производства (Jigău, 2015; Мошой, 1986).



Рисунок 4.3-5. Мелиоративный периметр засоленных почв автоморфных солонцов

Система агропочвенного районирования в Молдове служила основой научной обеспеченности земледелия и системы ведения сельского хозяйства, однако государственное переустройство 1990-х гг. отменило внедрение природоохранных программ, включая почвенные, защитного характера. После 2000-х гг. разработана достаточно де-

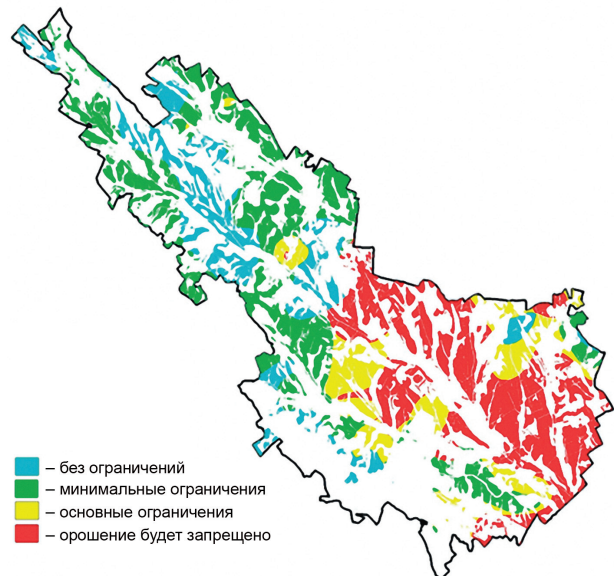


Рисунок 4.3-6. Претабельность почв относительно качества оросительных вод

тальная государственная программа освоения деградированных земель и повышения плодородия почв (Программа освоения деградированных земель, 2005; Орлов, 1979). Программа была принята постановлением Правительства Республики Молдова от 26 мая 2003 г. №636. В этом постановлении за Министерством сельского хозяйства закреплена главенствующая роль ресурсораспределителя. Экспертиза проектов и оценка исполнения закреплена за составителем программы — НИИ почвоведения и агрохимии им. Н.А. Димо. Проектирование и внедрение закреплено за Земельным агентством. В ведении Агентства земельных отношений и кадастра оказались все предприятия бывшего Министерства мелиорации, объединенные в одно государственное предприятие «Мелиорация и защита почв».

Несмотря на приличный уровень финансирования этих программ из государственного бюджета (в отдельные годы было освоено более 6 млн долларов), к 2010 г. было констатировано, что всего 5% выделенных госсредств были использованы по назначению. В связи с этим правительство принимает постановление от 20 августа 2011 г. №626 «Сохранение почв и повышение их плодородия на период 2011–2020 гг.» на основе ранее разработанных положений и предыдущих программ.

В Республике Молдова вопросы аграрной политики касательно тематики нашего исследования весьма деликатны и даже иллюзорны. Программные документы принимаются постановлением Правительства. На основе этих программ каждый год принимаются планы действий, и по ним идут рапорты в Правительство. Со стороны выглядит эффектно, однако иллюзия выясняется при работе аудиторских проверок счетной палаты Республики Молдова или при работе комиссий, созданных по приказу министра сельского хозяйства для оценки результатов внедрения проектов по сохранению почв и увеличению их плодородия. Работа этих комиссий по поиску улучшенных земель от внедрения Агентства земельных отношений и Кадастра через исполнительную структуру Государственное предприятие по мелиорации и защите почв обнаруживает в основном устройство или восстановление озер не для орошения, а для последующей сдачи в аренду третьим лицам и благоустройству развлекательных станций и прочее, углубление русел малых рек для поднятия их дренажной способности несмотря на то, что их малые узкие пойменные земли зачастую подняты по отношению к тальвегу и высокодренированы.

Большинство землепользователей согласны с необходимостью кондиционирования всех видов субвенций и субсидий для исполнения мер по защите почв и улучшения их плодородия.

При опросе сельскохозяйственных производителей из Сынжерейского мелиоративного периметра черноземных осолонцованных автоморфных почв по поводу применения приемов по рассолонцеванию (гипсование и другие виды мелиорации) 86% респондентов согласны на софинансирование такого рода приемов в размере более чем 50% расходной части проектов. Постановление Правительства от 11 июля 2018 г. №691 устанавливает обязательный порог минимального участия на покрытие изыскательских работ и проектирование. При собеседовании с работниками территориальных офисов и центрального офиса Агентства по интервенции и выплатам в сельском хозяйстве, с руководителями районных сельскохозяйственных отделов исполнительных органов власти практически все признают необходимость перевода Почвенной программы в это Агентство, с разработкой регламентации приема и конкурса проектов по принципу «Первым пришел — первым обслужен».

В Республике Молдова НИИ почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н. Димо является разработчиком почвенных программ сохранения и повышения плодородия почв для всех угодий сельскохозяйственного и лесного направления.

В нынешней ситуации (законодательство в области охраны и надзора за почвенными ресурсами, структура органов власти) Институту почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н. Димо и Национальному обществу почвоведов принадлежит инициатива в вопросах разработки и осуществления мер политики и процедур внедрения планов действий мелиоративных работ. Институт и Общество почвоведов включены в комиссии по обсуждению планов действий и мелиоративных проектов для повышения плодородия и сохранения почв. Институт почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо, учитывая его интерес и профессиональные функции, заинтересован в объеме работ по проектированию и экспертизе проектов и соответственно надзору и оценке исполнения. В то же самое время институт будет иметь этот объем, если в сотрудничестве с гражданским сектором и со средствами массовой коммуникации проследит за целевым использованием отведенных государственных финансовых средств согласно принятой почвенной программе. Аналогичная ситуация и в области ирригации. Институт разработал регламентации касательно качества вод и претабельности почв, однако через правительство и парламент их еще не удалось провести.

Для Республики Молдова, несмотря на то что, по статистике, сельское хозяйство составляет 12–20% ВВП (если исключить перерабатывающую промышленность и торговлю сельскохозяйствен-

ной продукцией), вопрос борьбы с деградацией черноземов и повышения их плодородия (согласно многим резолюциям научных конференций) должен быть не просто вопросом продовольственной безопасности, а вопросом самосохранения и стратегической безопасности страны, поскольку экономика страны базируется на земельных ресурсах. Исходя из вышеизложенного, мы предлагаем, чтобы все виды субсидий и дотаций в сельском хозяйстве, которые предоставляются Агентством по интервенциям и платежам в сельское хозяйство, выделялись под обязательство по осуществлению мероприятий по поддержанию плодородия и охране почв.

Снижение темпов деградации почв, сохранение естественного плодородия и качественных свойств почвенного покрова является императивом для устойчивого развития сельского хозяйства, соответственно, аграрной экономики Молдовы. В экономическом плане предлагаемые меры эффективны для всех видов производства, затраты сбалансированы с повышением производительности труда при одновременном повышении качества продукции. В качестве политических мер предлагаются четыре варианта и рекомендации по ним, соответственно.

Включить в состав Научно-технического совета (НТС) Почвенно-агрохимическую и мелиоративную комиссию, состоящую из представителей научных учреждений, департаментов Министерства и активных представителей агропроизводства. Данная комиссия будет рассматривать как научно-исследовательские проекты, так и государственные программы в этом направлении. Последние 15 лет в состав НТС, в частности в комиссию по растениеводству, входил один представитель Почвенного института. При нынешних изменениях в законодательной сфере, касательно госпостановления по приоритетным направлениям науки и методологии написания исследовательских проектов, работа такой комиссии является объективной необходимостью. Если оставить все как было, в условиях отсутствия агрохимического обслуживания и практически потери функциональности Государственного института проектирования земель (Гипрозем), Министерству сельского хозяйства будет невозможно вести политику по охране и поднятию плодородия почв.

Предложена институционализация ГИС системы качества почв на основе Data-center в НИИ почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н.А. Димо при поддержке Евразийского центра по продовольственной безопасности МГУ имени М.В. Ломоносова. При помощи такой системы можно будет вести почвенно-мелиоративный мониторинг как неотъемлемую часть оценки исполнения государственных почвенных программ.

В деле орошения предложено изменить положение в Законе об ассоциации водопользователей, а именно режим собственности оросительных систем, закрепляя имущественные права на оросительные системы в соответствии с объемами потребляемой воды или площадью орошаемых земель, при одновременном расписании обязанностей пайщиков, особенно в случаях, когда государственные оросительные системы были отданы в концессию. Если оставить так, как есть, ассоциации водопользователей в режиме публичного права оросительных систем, то будет невозможно достичь эффективности работы из-за отказа членов ассоциаций в уплате взносов для поддержания насосных станций и водоподкачивающих систем.

В развитие исполнения постановления Правительства от 11 июля 2018 г. №691, которое регламентирует процедуры и условия реализации проектов по консервативному земледелию и повышению плодородия почв, были предложены шкалы оценки для приоритизации мелиоративных проектов, выдвинутых земледельцами и землепользователями для участия в конкурсе. При этом предложена более высокая доля участия государственных средств в исполнении проектов на засоленных и осолонцованных почвах, а также на сильноэродированных землях как категории неблагополучных и слабопродуктивных земель.

Подводя итоги поисков улучшения управления и использования почвенных ресурсов, хотелось бы отметить высказывание Г.В. Добровольского и Е.Д. Никитина в книге «Экология почв»: «Отношения между человеком и окружающей средой юридически оформляются с явным запозданием и недостаточной глубиной, особенно отстает правовое обеспечение охраны почв» (Добровольский, Никитин, 2006).

В Республике Молдова формально этот вопрос отведен Земельному кодексу и качественной части Земельного кадастра. Однако на практике, даже при наличии государственных программ по защите почв и поднятию их плодородия, отсутствие закона о почве и соответствующих нормативных актов по надзору и соблюдению правовой защиты почв делают их самыми незащищенными среди остальных природных ресурсов.

Обнадеживающим является тот факт, что создание Глобального почвенного партнерства и Евразийского почвенного партнерства, их деятельность и сотрудничество способствует укреплению позиции и устранению недопонимания значимости почв и почвенных ресурсов для биосферы и общества, что создает предпосылки для улучшения управления почвенными ресурсами и устойчивого развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Красильников П. В.



© Вадим Соловей

Устойчивое управление почвенными ресурсами — единственный путь к сохранению почв как важнейшего компонента природного капитала, обеспечивающего не только урожайность продовольственных и кормовых культур, но и производство многочисленных дополнительных экосистемных услуг.

В Евразийском регионе, несмотря на огромную площадь и высокую обеспеченность земельными ресурсами, проблемы рационального использования почв стоят необычайно остро. На его территории сходятся два принципиально различных механизма деградации земель: первый связан с низким технологическим уровнем земледелия, а второй — с избыточным давлением высокотехнологичной обработки почвы и химизации сельского хозяйства. Разные драйверы деградации почв сталкиваются подчас в рамках одной страны, одного района. Как было показано в данной книге, с этими негативными тенденциями можно и нужно бороться.

Несмотря на определенные страновые различия, общий подход к решению проблем воз-

де один и тот же: требуются совместные скоординированные действия широкого круга заинтересованных лиц и организаций. Только объединенные усилия органов государственной власти, мелких и крупных землевладельцев, общественных организаций и научно-образовательного сообщества позволят не только предотвратить прогрессирующую деградацию почв, но и обратить ее вспять, активно способствовать повышению почвенного плодородия и здоровья почв.

В этой связи особенно велика роль международных организаций, в особенности ФАО. Скоро исполнится 10 лет с того момента, когда ФАО объявила о создании Глобального почвенного партнерства (ГПП) — крупнейшей инициативы по объединению всех структур и организаций, заинтересованных в сохранении и восстановлении почвенных ресурсов. В ходе работы ГПП совместными усилиями партнеров было создано множество документов, которые регламентируют использование, охрану и восстановление почв. Данная книга была написана именно в рамках до-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

кументов, использованных ФАО, и по сути является первым опытом регионального применения рекомендаций, изложенных в Добровольных руководящих принципах рационального использования почвенных ресурсов и ряде уточняющих документов.

Следующим нашим шагом должно быть совершенствование практик управления почвенными ресурсами на национальном уровне. Как мы уви-

дели, стартовый уровень существенно различается в разных странах и даже в разных регионах внутри стран. Но в каждой стране предстоит кропотливая работа по совершенствованию законодательной базы, политики, практическому осуществлению и обеспечению понимания населением рационального использования и охраны почв. Мы надеемся, что читатели присоединятся к выполнению этой важной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

- Albon, S. D., Kerry Turner, R., Watson, R. T.** 2014. *UK national ecosystem assessment follow-on*. Cambridge, UNEP. 100 p.
- Alexandratos, N. and Bruinsma, J.** 2012. *World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 Revision*. ESA Working Paper. No 12-03. Rome, FAO.
- Allen, D. W.** 1991. *Homesteading and Property Rights; or How the West Was Really Won*. Journal of Law and Economics, No 34. P. 1–23.
- Alston, L. J., Libecap, G. D. and Schneider R.** 1995. *Property Rights and the Preconditions for Markets: The Case of the Amazon Frontier*. Journal of Institutional and Theoretical Economics. No151 (1). P. 89–111.
- Atlas of Forest Landscape Restoration Opportunities. URL: <https://www.wri.org/applications/maps/flr-atlas/#>
- Auffret, P.** 2003. *Catastrophe Insurance Market in the Caribbean Region: Market Failures and Recommendations for Public Sector Interventions*. Policy Research Working Paper. No 2963. Washington, DC, World Bank.
- Aw-Hassan, A., Korol, V., Nishanov, N., Djanibekov, U., Dubovyk, O. and Mirzabaev, A.** 2015. *Economics of Land Degradation in Central Asia*. Nkonya, E., Mirzabaev, A., von Braun, J. The Economics of Land Degradation and Improvement. Springer. Dordrecht, Netherlands.
- Babaev, M. P. and Gurbanov, E. A.** 2010. *Erosion Resistance of Irrigated Soils in the Republic of Azerbaijan*. Eurasian Soil Science. No 43 (12). P. 1394–1400.
- Babaev, M. P., Gurbanov, E. A. and Ramazanova, F. M.** 2015. *Main Types of Soil Degradation in the Kura-Aras Lowland of Azerbaijan*. Eurasian Soil Science. No 48 (4). P. 445–456
- Bach, E. M., Ramirez, K. S., Fraser, T. D. and Wall, D. H.** 2020. *Soil Biodiversity Integrates Solutions for a Sustainable Future*. Sustainability. Vol. 12. Is. 2662. doi: 10.3390/su12072662.
- Baldock, J.** 2007. *Composition and Cycling of Organic C*. Soil. Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems. P. 1–35.
- Balvanera, P., Quijas, S., Martin-Lopez, B., Barrios, E., Dee, L., Isbell, F., Durance, I., White, P., Blanchard, R. and de Groot, R.** 2016. *The links between biodiversity and ecosystem services*. Potschin M., Haines-Young R., Fish R. and Turne R. K. (eds). Handbook of Ecosystem Services. London, Routledge. P. 45–49.
- Banaru, A.** 2002. *Îndrumări metodice perfecționate pentru determinarea bilanțului de humus în solurile arabile*. Кишинэу. 22 с.
- Bann, C., Shukarov, R., Bozиеv, L. and Rakhmatova, D.** 2012. *The Economics of Land Degradation for the Agriculture Sector in Tajikistan — A Scoping Study, Final Report*. UNDP-UNEP Poverty Environment Initiative in Tajikistan. URL: www.unpei.org (дата обращения: 01.11.2016).
- Barbier, E. B.** 2016. *Does Land Degradation Increase Poverty in Developing Countries?* PLoS ONE. Vol. 11. No 5. e0152973.
- Barbier, E. B.** 2013. *Structural Change, Dualism and Economic Development: The Role of the Vulnerable Poor on Marginal Lands*. Washington, DC, World Bank.
- Bardgett, R. D. and Van Der Putten, W. H.** 2014. *Belowground Biodiversity and Ecosystem Functioning*. Nature. Vol. 515. Is. 7528. P. 505–511.
- Barrios, E.** 2007. *Soil Biota, Ecosystem Services and Land Productivity*. Ecological Economics. No 64 (2). P. 269–285.
- Bayzakov, S. and Toktasynov, Z.** 2016. *Economics of Land Degradation (ELD) Initiative: Kazakhstan Case Study. Valuation of the economics of land degradation to improve the management of land resources in Central Asia: A case study of Bakanas State Forestry in Almaty region, Republic of Kazakhstan*. Report for the ELD Initiative from the Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR). Amman, Jordan.
- Beck, J., Sieber, A.** 2010. *Is the Spatial Distribution of Mankind's Most Basic Economic Traits Determined by Climate and Soil Alone?* PLoS ONE. Vol. 5. No 5. P. e10416.
- Bennett, E. M., Peterson, G. D. and Gordon, L. J.** 2009. *Understanding relationships among multiple ecosystem services*. Ecology Letters. Vol. 12. Is. 12. P. 1394–1404.
- Bernoux, M., Fileccia, T., Guadagni, M. and Hovhera, V.** 2014. *Ukraine — Soil fertility to strengthen climate resilience: preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture*. Main report. Washington, DC, World Bank Group. USA. 96 p.
- Besley, T.** 1995. *Property rights and investment incentives: Theory and evidence from Ghana*. Journal of Political Economy. No 103(5). P. 90–937.
- Blum, M. L., Cofini, F., Sulaiman, R. V.** 2020. *Agricultural extension in transition worldwide: Policies and strategies for reform*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8199en>
- BONARES.** [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bonares.de/> (дата обращения: 03.10.2020).
- Borrelli, P., Robinson, D. A., Panagos, P., Lugato, E., Jaе, E., Alewell, Y. C., Wuepper, D., Montanarella, L., Ballabio, C.** 2020. *Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015–2070)*. Proceedings of the National Academy of Sciences. 202001403; doi: 10.1073/pnas.2001403117.
- Bren d'Amour, C. et al.** 2017. *Future urban land expansion and implications for global croplands* Proc. Natl Acad. Sci. No 114 (34) P. 8939–8944
- Breure, Am, Deyn, G. B. de, Dominati, E. et al.** 2012. *Ecosystem Services: a Useful Concept for Soil Policy Making!*

Current Opinion in Environmental Sustainability. Vol. 4. No 5. P. 578–585.

Brussaard, L. 2012. *Ecosystem services provided by the soil biota*. Wall D. H. et al. (eds.). Soil, and Ecology, and Ecosystems Services. Oxford, Oxford University Press. P. 45–64.

Bulgakov, D. S., Rukhovich, D. I., Shishkonakova, E. A. et al. 2016. *Separation of agroclimatic areas for optimal crop growing within the framework of the natural — agricultural zoning of Russia*. Eurasian Soil Sc. 49: 1049–1060. <https://doi.org/10.1134/S1064229316070036>.

Burcu Ozkaraova Gungor, E. 2008. *Soil Pollution and Remediation Problems in Turkey*. E. Burcu Ozkaraova Gungor (ed.). Environmental Technologies. InTech. URL: http://www.intechopen.com/books/environmental_technologies/soil_pollution_and_remediation_problems_in_turkey

CACILM. 2016. *Addressing Land Degradation in Central Asia: Challenges and Opportunities*. Policy Brief. URL: <http://www.cacilm.org/docs/land-degradation-fact-sheet-en.pdf>

CACILM. [Электронный ресурс]. URL: <http://cacilm.org> (дата обращения: 03.10.2020).

Chen, J. 2007. *Rapid urbanization in China: A real challenge to soil protection and food security*. Catena. No 69. P. 1–15.

Chumachenko, A. 2009. *Ecological-economic estimation of damage from degradation ground resources (on an example of the earths agricultural missions)*. Abstract of Ph. D. dissertation. National University of Bioresources and Wildlife Management of Ukraine. Kyiv, Ukraine. 20 p.

CIRCASA. 2019. *Deliverable D1.3: The science base of a strategic research agenda — Executive Summary*. European Union's Horizon 2020 research and innovation programme grant agreement No 774378 — Coordination of International Research Cooperation on soil Carbon Sequestration in Agriculture. URL: <https://doi.org/10.15454/YUFPFD>.

Costanza, R., Groot, R. de, Sutton, P. et al. 2014. *Changes in the global value of ecosystem services*. Global Environmental Change. Vol. 26. P. 152–158.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. and Vandenbelt, M. 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature. No 387 (6630). P. 253–260.

Daily, G. C. 1997. *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Washington, D.C.: Island Press. 393 p.

Daradur, M., Cazac, V., Mosoi Iu., Leah, T., Shaker, R., Josu, V., Talmaci, I. 2018. *National land degradation neutrality targets (Republic of Moldova)*. Chisinau, State Hydrometeorological Service. 1–42. URL: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/Moldova%20LDN%20TSP%20Country%20Report.pdf

Dayton-Johnson, J. 2006. *Natural disaster and vulnerability*. Policy Brief. No. 29. OECD. <https://www.oecd.org/dev/37860801.pdf>

Deng, X., Huang, J., Rozelle, S. et al. 2015. *Impact of urbanization on cultivated land changes in China*. Land Use Policy. No 45 (45) P. 1–7.

DESA UN. 2019. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019. 103 p.

Di Gregorio, A. 2005. *Land cover classification system: classification concepts and user manual: LCCS*. FAO Environment and Natural Resources Series. No 8. Rome, FAO. 208 p.

Di Paola, A., Caporaso, L., Bombelli, A., Di Paola, F., Vasenev, I., Nesterova, O., Castaldi, S., Valentini, R. 2018. *The expansion of wheat thermal suitability of Russia in response to climate change*. Land Use Policy. Vol. 78. P. 70–77.

Dobrovolsky, G. V. 1996. *The role of soils in preservation of biodiversity*. Eurasian Soil Science. No 29 (6). P. 626–630.

Dominati, E., Mackay, A., Green, S., Patterson, M. 2014. *A soil change-based methodology for the quantification and valuation of ecosystem services from agro-ecosystems: A case study of pastoral agriculture in New Zealand*. Ecological Economics. Vol. 100. P. 119–129.

Donos, A. 2008. *Acumularea și transformarea azotului în sol*. Кишинэу: Pontos. 208 с.

Doran, J. W. 2002. *Soil health and global sustainability: translating science into practice*. Agriculture, Ecosystems & Environment. No 88 (2). P. 119–127.

Dregne, H. E. 1992. *Global desertification dimensions and costs*. In: Dregne, H. E. (ed.), Chou, N.-T. Degradation and restoration of arid lands. Lubbock, Texas: International Center for Arid and Semiarid Land Studies, Texas Tech University. P. 249–282.

Dungait J. A. J., Hopkins D. W., Gregory A. S., Whitmore A. P. 2012. *Soil organic matter turnover is governed by accessibility not recalcitrance*. Global Change Biology, 18, 1781–1796.

ELD Initiative. 2013. [Электронный ресурс]. *The rewards of investing in sustainable land management. Interim Report for the Economics of Land Degradation Initiative: A global strategy for sustainable land management*. URL: https://www.eld-initiative.org/fileadmin/pdf/ELD_interim_report_2015_web.pdf (дата обращения: 14.04.2020).

Fan, Z., Bai, R. and Yue, T. 2020. *Scenarios of land cover in Eurasia under climate change*. J. Geogr. Sci. No 30. P. 3–17. URL: <https://doi.org/10.1007/s11442-020-1711-1>

FAO. 1990. *Report of the global consultation on agricultural extension*. Rome. P. 43–76.

FAO. 2003. *World Agriculture: Towards 2015/2030: An FAO Perspective*. Bruinsma J. (ed). UK, Earthscan.

FAO. 2004. *Participatory Land Use Development in the Municipalities of Bosnia and Herzegovina*. Guidelines. URL: http://www.agrowebcee.net/fileadmin/content/agroweb_ba/files/Country_profile/Z/PLUD_Guidelines1.pdf

FAO. 2010. *Gender and Land rights Database*. URL: <http://www.fao.org/gender/landrights/home/en/>

- FAO. 2011a. *World Livestock 2011 — Livestock in food security*. Rome.
- FAO. 2011b. *The Role of women in Agriculture. ESA Working Paper No 11-02, Agricultural Economics Division*. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome. 48 p.
- FAO. 2013. *Policy on Gender Equality: Attaining Food Security Goals in Agriculture and Rural Development*. Rome.
- FAO. 2015. *Status of the World's Soil Resources (SWSR) — Main Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. Rome, Italy. 650 p.
- FAO. 2018a. *Proceedings of the Global Symposium on Soil Pollution*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 976 p. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- FAO. 2018b. *The Koronivia joint work on agriculture and the convention bodies: an overview*. [Maylina St-Louis, Jeremy Schlickenrieder, Martial Bernoux FAO's Climate and Environment Division (CBC)]. URL: http://www.fao.org/3/ca1544en/CA1544EN.pdf?utm_source=twitter&utm_medium=social%20media&utm_campaign=faoclimate.
- FAO. 2018c. *World Livestock: Transforming the livestock sector though the sustainable development goals*. Rome. 222 p.
- FAO. 2019a. *Outcome document of the Global Symposium on Soil Erosion*. Rome. 28 p. URL: <http://www.fao.org/3/ca5697en/ca5697en.pdf>
- FAO. 2019b. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. Bélanger J. & Pilling D. (eds.). FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome. 572 p. URL: <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>
- FAO. 2019c. *National Action Plan for Sustainable Soil Management*. URL: https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/surdurulebilir_rapor_ENG_.pdf
- FAO. 2020a. *A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes — GSOC-MRV Protocol*. Rome. URL: <https://doi.org/10.4060/cb0509en>
- FAO. 2020b. *Strengthening the capacity of agricultural extension services in Central Asia on sustainable intensification of crop production*. TCP/SEC/3601. URL: <http://www.fao.org/3/ca9081en/CA9081EN.pdf>
- FAO. 2020c. *Land assessment & impacts*. URL: <http://www.fao.org/land-water/land/land-assessment/en/>.
- FAO and ITPS. 2015a. *Status of the World's Soil Resources (SWSR)*. Main Report. Rome. URL: <http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>
- FAO and ITPS. 2015b. *Soil change: impacts and responses. Status of the World's Soil Resources (SWSR)*. Main Report. Rome, Italy. P. 168–222. URL: <http://www.fao.org/3/a-bc596e.pdf>
- FAO/GEF/WOCAT. 2019. *Проект DS-SLM. Технический отчет Узбекистана*. URL: https://qcat.wocat.net/en/wocat/list/?type=wocat&filter_qg_location_country=country_UZB
- FAO/GFRAS. 2020. *Global Learning Needs Assessment for Nutrition-Sensitive Agriculture Report*. URL: <https://www.g-fras.org/en/knowledge/documents.html?download=992:global-learning-needs-assessment-for-nutrition-sensitive-agriculture-report>
- Fileccia, T., Guadagni, M., Hovhera, V., Bernoux, M. 2014. *Ukraine: Soil fertility to strengthen climate resilience preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 96 p.
- Filipciuc, V. I. 1995. *Moșoi Buletin de monitoring ecopedologic (Pedoameliorativ)*. Chișinău. 50 p.
- Foudi, S. 2012. *Exploitation of soil biota ecosystem services in agriculture: a bioeconomic approach*. BC3 Working Paper Series 2012-02. Basque Centre for Climate Change (BC3). Bilbao, Spain. URL: <http://ideas.repec.org/s/bcc/wpaper.htm>.
- Gapminder Data. Gapminder Foundation. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gapminder.org> (дата обращения: 31.05.2020).
- Gerber, N. 2014. *Land Degradation, Poverty and Marginality*. Marginality. Eds. Braun J. von, Gatzweiler F. W. Dordrecht: Springer. P. 181–202.
- Gerland, P., Raftery, A. E. (co-first authors); Ševčíková, H., Li, N., Gu, D., Spoorenberg, T., Alkema, L., Fosdick, B. K., Chunn, J. L., Lalic, N., Bay, G., Buettner, T., Heilig, G. K. and Wilmoth, J. 2014. *World Population Stabilization Unlikely This Century*. Science. No 346. P. 234–237.
- Ghazaryan, H. 2013. *Soils of Armenia*. Yigini Y., Panagos P. and Montanarella L. (eds.). Soil Resources of Mediterranean and Caucasus Countries. P. 5–17.
- Ghebru, H. H. and Holden, S. T. 2012. *Reverse share-tenancy and marshallian inefficiency: bargaining power of landowners and the sharecropper's productivity*. International Association of Agricultural Economists (IAAE) Triennial Conference. Foz do Iguaçu, Brazil.
- Giller, K. E., Beare, M. H., Lavelle, P., Izac, A. M. and Swift, M. J. 1997. *Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function*. Applied Soil Ecology No. 6 (1)/ P. 3–16.
- Greiner, L., Kelle, A., Grêt-Regamey, A., Papritz, A. 2017. *Soil function assessment: review of methods for quantifying the contributions of soils to ecosystem services*. Land Use Policy. Vol. 69. P. 224–237.
- Griffiths, B. S. Römbke, J., Schmelz, R. M., Scheffczyk, A., Faber, J. H., Bloem, J., Pérès, G., Cluzeau, D., Chabbi, A., Suhadolc, M., Sousa, J. P., Da Silva, M. P., Carvalho, F., Mendes, S., Morais, P., Francisco, R., Pereira, C., Bonkowski, M., Geisen, S., Bardgett, R. D., De Vries, F. T., Bolger, T., Dirilgen, T., Schmidt, O., Winding, A., Hendriksen, N. B., Johansen, A., Philip-pot, L., Plassart, P., Bru, D., Thomson, B.; Griffiths, R. I., Bailey, M. J., Keith, A., Rutgers, M., Mulder, C., Hannula, S. E., Creamer, R., Stone, D. 2016. *Selecting cost effective and policy-relevant biological indicators for European monitoring of soil biodiversity and ecosystem function*. Ecological Indicator. Vol. 6. P. 213–223.

- Guo, Z., Zhang, L., Li, Y. 2010. *Increased Dependence of Humans on Ecosystem Services and Biodiversity*. PLoS ONE. Vol. 5. No 10.
- Güneralp, B., Reba, M., Hales, B. U., Wentz, E. A., Seto, K. C. 2020. *Trends in urban land expansion, density, and land transitions from 1970 to 2010: a global synthesis*. Environmental Research Letters. 15 (4):044015.
- Gupta, G. Sh. 2019. *Land Degradation and Challenges of Food Security*. Review of European Studies. T. 11. No 1. P. 63.
- Gupta, R., Kienzler, K., Martius, C., Mirzabaev, A., Oweis, T., de Pauw, E., Qadir, M., Shideed, K., Sommer, R., Thomas, R., Sayre, K., Carli, C., Saparov, A., Bekenov, M., Saningov, S., Nepesov, M. and Ikramov, R. 2009. *Research prospectus: A vision for sustainable land management research in Central Asia*. ИКАРДА Central Asia and Caucasus stainable Agriculture in Central Asia and the Caucasus Series. No 1. CGIAR-PFU: Tashkent, Uzbekistan.
- Gurbanov, E. A. 2010. *Soil degradation due to erosion under furrow irrigation*. Eurasian Soil Science. No 43(12). P. 1387–1393.
- Haines-Yong, R., Potschin, M. 2009. *The links between biodiversity, ecosystem services and human-being*. Ecosystem Ecology: A New Synthesis. Eds. Raffaelli D., Frid C. Cambridge University Press. P. 110–139.
- Hamdy, A. 2014. *Land Degradation, Agriculture Productivity and Food Security*. Hamdy, A., Aly, A. V International Scientific Agricultural Symposium «Agrosym 2014».
- Holdinghausen, H. 2015. *Big Business: Fighting back against foreign acquisitions*. Heinrich Böll Foundation (ed.). Soil Atlas 2015: Facts and Figures about Earth, Land and Fields. P. 42–43. Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS).
- Hu, Y., Han, Yu., Zhang, Yu. 2020. *Land desertification and its influencing factors in Kazakhstan*. Journal of Arid Environments. Vol. 180, 104203
- IAASTD. 2009. *Agriculture at as crossroad. International assessment of agricultural knowledge, science and technology for development*. Global Report. Washington, DC, Island Press.
- IIASA/FAO. 2012. *Global Agro-ecological Zones (GAEZ v3.0)*. IIASA, Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy. URL: http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/13290/1/GAEZ_Model_Documentation.pdf
- IMF. 2008. *Food and Fuel Prices, Recent Developments, Macroeconomic Impact and Policy responses*. Washington, DC, International Monetary Fund.
- IPBES. *Summary for Policymakers of the Assessment Report on Land Degradation and Restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Scholes R., Montanarella L. (eds.). IPBES Secretariat: Bonn, Germany, 2018.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Working Group 1 Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. T. F. Stocker, D. Qin, G. Plattner et al. Cambridge University Press, UK and USA. 869 p.
- IPCC. 2014b. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. UK, Cambridge, Cambridge University Press and USA, New York. 1132 p.
- IPCC. 2019. *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Ed. Shukla P. R., Skea J., Calvo Buendia E. [et al.]. 896 p.
- Ismayilov, A. I. 2013. *Optimization problems of soil fertility*. Soil-Water Journal. No 2 (1). P. 1085–1090.
- Ismayilov, M. and Jabrayilov, E. 2019. *Protected Areas in Azerbaijan: Landscape Ecological Diversity and Sustainability*. Ankara.
- İsmayilov, A., Babaev, M. and Feyziyev, F. 2020. *The correlation of Azerbaijan arid soils with WRB-2014*. Eurasian Journal of Soil Science. No 9 (3). P. 202–207.
- Jacobs, S., Dendoncker, N., Keune, H. 2014. *Ecosystem services: Global issues, local practices*. Amsterdam, Boston: Elsevier, 422 p.
- Jigău, G. 2015 *Managementul sănătății și fertilității solului. În: Managementul durabil al terenurilor*. Chisinau. 190 p.
- Jones, A., Breuning-Madsen, H., Brossard, M., Dampha, A., Deckers, J., Dewitte, O., Gallali, T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella, L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M. and Zougmore, R. 2013. *Soil Atlas of Africa*. Luxembourg, European Commission, Publications Office of the European Union. 176 p.
- Kell, D. B. 2011. *Breeding crop plants with deep roots: their role in sustainable C, nutrient and water*. Annals of Botany. No 108. P. 407–418.
- Kemper, W. D., Schneider, N. N. and Sinclair, T. R. 2011. *No-till can increase earthworm populations and rooting depths*. Journal of Soil and Water Conservation. No 66 (1). P. 13A–17A.
- Khitrov, N. B., Rukhovivh, D. I., Kalinina, N. V., Novikova, A. F., Pankova, E. I., Chernousenko, G. I. 2009. *Estimation of the Areas of Salt-Affected Soils in the European Part of Russia on the Basis of a Digital Map of Soil Salinization on a Scale of 1 : 2.5 M*. Eurasian Soil Science. Vol. 42. No 6. P. 581–590.
- Kibblewhite, M. G., Ritz, K. and Swift, M. J. 2008. *Soil health in agricultural systems*. Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences. No 363 (1492). P. 685–701.
- Krasilnikov, P., Alyabina, I., Arrouays, D., Balyuk, S., Camps Arbestain, M., Gafurova, L., Erdogan, H. E., Havlicek, E., Konyushkova, M., Kuziev, R., van Liedekerke, M., Medvedev, V., Montanarella, L., Panagos, P., da Silva Ravina, M., Sonmez, B. 2015. *Regional assessment of soil changes in Europe and Eurasia*. In: *Status of the World's Soil Resources. Main Report*. Ed. Montanarella L. P. 330–363. FAO and ITPS Rome.

- Krasilnikov, P. V. et al.** 2018. *Pedodiversity and its significance in the context of modern soil geography*. Eurasian Soil Science. No 51 (1). P. 1–13.
- Krasilnikov, P., Makarov, O., Alyabina, I. and Nachtergaele, F.** 2016. *Assessing soil degradation in Northern Eurasia*. Geoderma Regional. No 7 (1). P. 1–10.
- Krasilnikov, P., Sorokin, A., Mirzabaev, A., Makarov, O., Strokov, A. and Kiselev, S.** 2017. *Economics of land degradation to estimate capital value of soil in Eurasia*. In *Global Soil Security Progress in Soil Science*. Springer International Publishing Switzerland. P. 237–246.
- Kucher, A. V.** 2017. *Economics of agricultural land degradation and soil protection: a case study of Ukraine*. Management and safety in food chain: monograph. Eds. Walaszczyk A., Jalmużna I., Galińska B. Lodz: Lodz University of Technology. P. 27–38.
- Kucher, A.** 2019. *Sustainable soil management in the formation of competitiveness of agricultural enterprises: monograph*. Plovdiv: Academic publishing house «Talent». 444 p. URL: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19554.07366>
- Kucher, A. V., Kucher, L. Yu.** 2015. *Expert assessment of economic losses caused by soil degradation at agricultural enterprises*. Actual Problems of Economics. No 8. P. 165–169.
- Kuk, M., Burgess, P.** 2010. *The Pressures on, and the Responses to, the State of Soil and Water Resources of Turkey*. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi. No 2 (2). P. 199–211. URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/565475>
- LADA.** 2013. *Land Degradation Assessment in Drylands Methodology and Results*. Eds. Biancalani R., Nachtergaele F., Petri M., Bunning S. URL: <http://www.fao.org/3/a-i3241e.pdf>.
- Lal, R.** 2009. Chapter 9. *Soil and environmental degradation in Central Asia*. Lal, R. et al. Climate Change and Terrestrial Carbon Sequestration in Central Asia. London.
- Lal, R.** 2015. *Restoring soil quality to mitigate soil degradation*. Sustainability. No 7 (5). P. 5875–5895.
- Lal, R.** 2016. *Global food security and nexus thinking*. Journal of Soil and Water Conservation. No 71 (4). P. 85A–90A.
- Lal, R.,** 2004. *Carbon sequestration in soils of central Asia*. Land Degradation & Development. No 15. P. 563–572.
- Lal, R., Delgado, J. A., Groffman, P. M., Millar, N., Dell, C. and Rotz, A.** 2011. *Management to mitigate and adapt to climate change*. Journal of Soil and Water Conservation. No 66 (4). P. 276–285.
- Lal, R., Follett, F., Stewart, B. A., Kimble, J. M.** 2007. *Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security*. Soil Sci. P. 943–956.
- Land Matrix Newsletter.* 2014. URL: <https://www.landmatrix.org>
- Leah, T.** 2012. *Land resources management and soil degradation factors in the Republic of Moldova*. The 3rd International Symposium “Agrarian Economy and Rural Development — realities and perspectives for Romania”. Bucharest, October 11–13 2012.)
- MA.** 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. A report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Washington, DC, Island Press.
- Mace, G. M., Norris, K., Fitter, A. H.** 2012. *Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship*. Trends in Ecology and Evolution. Vol. 27. Is. 1. P. 19–26.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment).** 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Washington, DC, USA: World Resources Institute.
- Mirzabaev, A., Goedecke, J., Dubovyk, O., Djanibekov, U., Quang, B. L. and Aw-Hassan, A.** 2016. *Economics of land degradation in Central Asia*. Nkonya, E. et al. (eds.). Economics of Land Degradation and improvement — a global assessment for sustainable development. Springer. Retrieved on [2016, 01/11] from [DOI 10.1007/978-3-319-19168-3_10].
- Mottet, A., Haan, C. de, Falcucci, A. et al.** 2017. *Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate*. Global Food Security. Vol. 14. P. 1–8.
- Mücher, S., De Simone, L., Kramer, H., De Wit, A., Roupioz, L., Hazeu, G., Boogaard, H., Schuiling, R., Fritz, S., Latham, J. and Cormont, A.** 2016. *A new Global Agro-Environmental Stratification (GAES)*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Report 2761. 70 p.; 46 fig.; 12 tab.; 71 ref.
- Mulder, C., Boit, A., Bonkowski, M., De Ruiter, P. C., Mancinelli, G., Van Der Heijden, M. G. A., Van Wijnen, H. J., Vonk, J. A. and Rutgers, M. A.** 2011. *Belowground Perspective on Dutch Agroecosystems: How Soil Organisms Interact to Support Ecosystem Services*. Woodward G. (ed.). Advances in Ecological Research. Vol. 44. Amsterdam, the Netherlands. P. 277–357.
- Murad, N. and Mamedov, E.** 2016. *Economics of Land Degradation (ELD) Initiative: Turkmenistan Case Study. An economic valuation of current and future use of desert pastures in Turkmenistan*. Report for the ELD Initiative from the Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR). Amman, Jordan.
- Naipal, V., Ciaia, Ph., Wang, Y., Lauerwald, R. et al.** 2018. *Global soil organic carbon removal by water erosion under climate change and land use change during AD 1850–2005*. Biogeosciences. No 15. P. 4459–4480
- National report on the state of the environment in Ukraine in 2015.* Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine. Grin D. S. Kyiv, Ukraine. 308 p.
- National targets setting to achieve land degradation neutrality in Georgia. Final Report.* 2018. https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/2018-11/Georgia%20LDN%20TSP%20Country%20Report.pdf
- National targets setting to achieve land degradation neutrality in Ukraine. Final Country Report.* 2018. Kyiv. URL: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/2019-06/Ukraine%20LDN%20TSP%20Country%20Report.pdf
- Nazarkulov, U., Rustamova, I.** 2016. *Economics of land degradation in irrigated agriculture on example of Uzbekistan. ELD Central Asia Report*. Tashkent. 48 p.

- Nkonya E., Mirzabaev A., Braun J. 2016. *Economics of Land Degradation and Improvement — A Global Assessment for Sustainable Development*. Springer Nature. 686 p.
- Nkonya, E., von Braun, J., Mirzabaev, A., Bao Le, Q., Kwon, H. Y. and Kirui, O. 2013. *Economics of Land Degradation Initiative: Methods and Approach for Global and National Assessments*. ZEF-Discussion Papers on Development Policy. No 183.
- Nkonya, E., Anderson, W., Kato, E., Koo, J., Mirzabaev, A., von Braun, J. and Meyer S. 2014. *Global cost of land degradation*. Nkonya E. Mirzabaev A. and von Braun J. (eds). *Economics of Land Degradation and Improvement*. Springer, Netherlands.
- Nkonya, E., Gerber, N., Baumgartner, P., von Braun, J., De Pinto, A., Graw, V., Kato, E., Kloos, J., Walter, T. 2011. *The Economics of Land Degradation: toward an integrated global assessment*. Heidhues F., von Braun J. and Zeller M. (eds.). *Development Economics and Policy Series*. Vol. 66. Frankfurt am Main, Peter Lang GmbH. 262 p.
- Nolte, K. and Ostermeier, M. 2015. *Land Investments: A new type of territorial expansion*. Heinrich Böll Foundation (ed.). *Soil Atlas 2015: Facts and Figures about Earth, Land and Fields*. P. 38–39. Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS).
- OECD/FAO. 2011. *OECD-FAO Agricultural Outlook, 2011–2020*. OECD Publishing & FAO. URL: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2011_agr_outlook-2011-en
- OECD/FAO. 2019. *OECD-FAO Agricultural Output, 2019–2028*. OECD Publishing, Paris/Rome. URL: <http://www.oecd.org/agriculture/oecd-fao-agricultural-outlook-2019/>.
- Orgiazzi, A., Bardgett, R. D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M. J. I., Chotte, J.-L., De Deyn, G. B., Eggleton, P., Fierer, N., Fraser, T., Hedlund, K., Jaffer, S., Johnson, N. C., Jones, A., Kandeler, E., Kaneko, N., Lavelle, P., Lemanceau, P., Miko, L., Montanarella, L., Moreira, F. M. S., Ramirez, K. S., Scheu, S., Singh, B. K., Six, J., van der Putten, W. H., Wall, D. H. (eds.). 2016. *Global Soil Biodiversity Atlas*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 176 p.
- Owona, J. C. 2008. *Land degradation and internally displaced person's camps in Pader District — Northern Uganda*. Pader District Local Government. URL: <http://www.unulrt.is/static/fellows/document/joel.pdf>
- Pannell, D., Llewellyn, R. S. and Corbeels, M. 2014. *The farm-level economics of conservation agriculture for resource-poor farmers*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. No 187. P. 52–64.
- Pauw de, E. 2007. *Principal biomes of Central Asia*. Lal R., Suleimenov M., Stewart B. A., Hansen D. O. and Doraiswamy P. (eds). *Climate change and terrestrial carbon sequestration in Central Asia*. New York, USA: Taylor and Francis Group.
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., Common, M. 2012. *Natural resource and environmental economics*. Harlow, Essex, New York.
- Pinstrup-Andersen, P. and Watson II, D. D. (eds.). 2011. *Food Policy for Developing Countries: The Role of Government in Global, National and Local Food Systems*. Cornell University Press. Ithaca and London.
- Popova, O. L. 2013. *Estimation of social losses and the size of a compensation for a deterioration of the quality of farming lands*. *Economy of Ukraine*. No 3. P. 47–56.
- Prince, S. D. 2018. *Land degradation — background. Land degradation — Local NPP Scaling (LNS)*. URL: https://geog.umd.edu/facultyprofile/Prince/Stephen_D.?qtfaculty_profile2=2#qt-faculty_profile2 (дата обращения: 28.02.2018).
- Quang Bao Le, Nkonya, E. and Mirzabaev, A. 2014. *Biomass Productivity — Based Mapping of Global Land Degradation Hotspots*. ZEF — Discussion Papers on Development Policy. No 193. Center for Development Research, Bonn. P. 57.
- Quine T. and van Oost K. 2007. *Quantifying carbon sequestration as a result of soil erosion and deposition: retrospective assessment using caesium-137 and carbon inventories*. *Global Change Biology*, 13(12), 2610–2625. doi: 10.1111/j.1365-2486.2007.01457.x
- Ranganathan, J. *The Global Food Challenge Explained in 18 Graphics*. World Resources Institute. URL: <https://www.wri.org> (дата обращения: 03.12.2013).
- Republic of Armenia *Land Degradation Neutrality National Report*. 2013. https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/armenia-ldn-country-report_0.pdf
- Republic of Belarus *Land Degradation Neutrality national report in 2014–2015*. 2016. URL: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/belarus-ldn-country-report.pdf
- Robinson, D. A., Hockley, N., Dominati, E., Lebron, I., Scow, K. M., Reynolds, B., Emmett, B. A., Keith, A. M., de Jonge, L. W., Schjonning, P., Moldrup, P., Jones, S. B. and Tuller, M. 2012. *Natural capital, ecosystem services, and soil change: Why soil science must embrace an ecosystems approach*. *Vadose Zone Journal*. No 11(1). P. 6.
- Robinson, D. A., Lebron, I., Vereecken, H. 2009. *On the definition of the natural capital of soils: a framework for description, evaluation and monitoring*. *Soil Science Society of America Journal*. No 73. P. 1904–1911.
- Robinson, S. 2016. *Land degradation in Central Asia: Evidence, perception and policy*. Behnke R. H. and Mortimore M. (eds.). *The end of desertification? Disputing environmental change in the drylands*. Springer Earth Systems Science.
- Rulli, M. C., Savioli, A. and D'Odorico, P. 2013. *Global land and water grabbing*. *Proc. Natl. Acad. Sci.* No 110(3). P. 892–897.
- Russian Federation *Final country report of the Land Degradation Neutrality Target Setting Programme*. 2018. URL: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/2019-07/Russian%20Federation%20LDN%20TSP%20Country%20Report.pdf

- Sartori, M. et al.** 2019. *A linkage between the biophysical and the economic: Assessing the global market impacts of soil erosion*. Land Use Policy. Vol. 86. P. 299–312. URL: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.014>
- Schmidt, S. (ed.)**. 2009. *Potential analysis for further nature conservation in Azerbaijan: a spatial and political investment strategy*. Geozon Science Media.
- Sengupta, K.** 1997. *Limited liability, moral hazard and share tenancy*. Journal of Development Economics. No 52. P. 393–407.
- Senol, S. and Bayramin, I.** 2013. *Soil Resources of Turkey // Soil Resources of Mediterranean and Caucasus Countries*/ Y. Yigini, P. Panagos and L. Montanarella (eds). Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg).
- Shames, S.** 2013. *How can small-scale farmers benefit from carbon markets?* CCAFS Policy Brief. No 8. Copenhagen, Denmark, CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CAAFS).
- Shukarov, R., Ergahsev, M., Shermatov, M. and Imaralieva, M.** 2016. *Economics of Land Degradation (ELD) Initiative: Tajikistan case study. An economic assessment of alternative land use scenarios in the Faizabad district in support of sustainable land management practices*. Report for the ELD Initiative from the Consultative International Group on Agricultural Research (CGIAR). Amman, Jordan.
- Shukla, P. R., Skea, J., Slade, R., van Diemen, R., Haughey, E., Malley, J., Pathak, M., Portugal Pereira, J. (eds.)**. 2019 *Technical Summary*. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/07/03_Technical-Summary-TS_V2.pdf
- Siabruk, O.** 2017. *Evaluation of annual carbon losses due to «soil respiration»*. Global symposium on soil organic carbon (GSOC17). FAO Rome, Italy. P. 419–423.
- Skinner, C., Gattinger, A.** 2014. *Greenhouse gas fluxes from agricultural soils under organic and non-organic management — a global meta-analysis*. Science of the Total Environment. 2014. P. 553–563.
- Skrylnyk, Ie., Hetmanenko, V., Kutova, A.** 2019. *Rebuilding organic matter in Ukrainian chernozems through the use of organic amendments*. Eastern European Chernozems — 140 years after V. Dokuchaev: International Scientific Conference. Chisinau (Republic of Moldova). P. 277–281.
- Sorokin, A., Bryzhev, A., Strokov, A., Mirzabaev, A., Johnson, T. and Kiselev, S.** 2015. *Chapter 18. The economics of land degradation in Russia*. In *Economics of Land Degradation and Improvement — a Global Assessment for Sustainable Development*. Springer International Publishing AG, The Netherlands. P. 541–576.
- Summary report on the LDN Target Setting Programme in the republic of Uzbekistan*. 2019. URL: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/2019-04/Uzbekistan%20LDN%20TSP%20Country%20Report_0.pdf
- TEEB.** 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations*. Kumar P. (ed.). Earthscan.
- The Global Goals for Sustainable Development.** [Электронный ресурс]. URL: <http://nsdg.stat.uz> (дата обращения: 03.10.2020).
- Tsiafouli, M. A.; Thebault, E.; Sgardelis, S. P., de Ruiter, P. C., van der Putten, W. H., Birkhofer, K., Hemerik, L., de Vries, F. T., Bardgett, R. D., Brady, M. V., Bjornlund, L., Jørgensen, H. B., Christensen, S., D’Hertefeldt, T., Hotes, S., Hol, W. H. G., Frouz, J., Liiri, M., Mortimer, S. R., Setälä, H., Tzanopoulos, J., Uteseny, K., Pižl, V., Stary, J., Wolters, V., Hedlund, K.** 2015. *Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe*. Global Change Biology. Vol. 21. Is. 2. P. 973–85.
- Turbé, A., De Toni, A. Benito, P., Lavelle, P., Ruiz, N., Van der Putten, W. H., Labouze, E. and Mudgal, S.** 2010. *Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers*. Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO. Report for European Commission (DG Environment).
- Turker., M.** 2019. *YılınaKadarAtıl Tarım Arazilerini Tarıma Kazandıracağız*. Journal of Turkish Agriculture and Forestry. No 258. P. 12–17. URL: <http://www.turktarim.gov.tr/EDergi/256/mobile/html5forpc.html>
- Turkey Land Degradation Neutrality National Report 2016–2023*. 2016. URL: <https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/inline-files/turkey-ldn-country-report.pdf>
- UNCCD.** 2019. *The Ankara Initiative. Leveraging Lessons Learned from Turkey’s Experience with Sustainable Land Management*. URL: https://catalogue.unccd.int/1208_Ankara_web.pdf
- UNEP.** 2007. *Global Environmental Outlook, GEO 4*. Nairobi & New York.
- UNEP.** 2012. *Global Environmental Outlook: Fifth Edition*. Nairobi and New York.
- UNEP.** 2020. *United Nations Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa: Text with Annexes*. Nairobi. URL: <https://legal.un.org/> (дата обращения: 17.10.2020).
- UNFCCC.** 2019. *Улучшение почвенного углерода, здоровья и плодородия почв пастбищ и пахотных земель, а также комплексные системы, включая рациональное использование водных ресурсов*. 2019. Доклад секретариата о работе рабочего совещания. 51-я сессия Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам и Вспомогательного органа по осуществлению Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Сантьяго. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/SB2019_02R.pdf
- United Nations.** 2012. *Environmental performance reviews. Turkmenistan. First Review*. United Nations Economic Commission for Europe, ECE/CEP/165, New York and Geneva. URL: https://unece.org/DAM/env/epr/epr_studies/Turkmenistan.pdf
- United Nations.** 2014. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*. Department of Economic

and Social Affairs, Population Division, ST/ESA/SER.A.352.

Valentini, R., Vasenev, I. I. 2015. *The world after Paris 2015: Research perspectives for ecology and food production in Russia*. Информационно-методическое обеспечение агроэкологического мониторинга и экологический мониторинг парниковых газов в условиях Центрального региона России. М.: ПринтФормула. С. 6–12.

Von Braun, J., Gerber, N., Mirzabaev, A., Nkonya, E. 2013. *The Economics of Land Degradation*. ZEF Working Paper Series 109. University of Bonn. 35 p.

Wagg, C., Bender, S. F., Widmer, F. and van der Heijden, M. G. A. 2014. *Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality*. Proceedings of the National Academy of Sciences. No 111 (14). P. 5266–5270.

Walker, S., Hofste, R. W., Schleifer, L. 2019. *Water Could Limit Our Ability to Feed the World. These 9 Explain Why Graphics*. World Resources Institute (<https://www.wri.org>).

Wall, D. H., Bardgett, R. D., Behan-Pelletier, V., Herrick, J. E., Jones, T. H., Ritz, K., Six, J., Strong, D. R. and van der Putten, W. H. (eds.) 2012. *Soil Ecology and Ecosystem services*. Oxford University Press, UK. 424 p.

WMO. 2006. *Climate and land degradation*. Geneva, Switzerland: 32 p.

WMO, GCP, UNESCO-IOC, IPCC, UNEP and the Met Office. 2020. *United in Science 2020. A multi-organization high-level compilation of the latest climate science information*.

WOCAT SLM DATABASE. [Электронный ресурс]. URL: <https://qcat.wocat.net/ru/wocat/> (дата обращения: 03.10.2020).

World Bank Open Data. [Электронный ресурс]. URL: <https://data.worldbank.org/> (дата обращения: 20.10.2020).

World Bank/FAO/IFAD. 2009. *Gender in Agriculture Sourcebook*. Washington, DC, World Bank. URL: <http://www.fao.org/3/a-aj288e.pdf>

World Economic Outlook. [Электронный ресурс]. URL: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators>

Wuepper, D., Borrelli, P., Finger, R. 2019. *Quantifying the effect of countries on global soil erosion. Annual Conference International Association for Applied Econometrics University of Cyprus*. Nicosia. June 25–28. URL: https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=IAAE2019&paper_id=98

Wuepper D., Borrelli P., Mueller D., Finger R. 2020. *Quantifying the soil erosion legacy of the Soviet Union, Agricultural Systems*. Vol. 185. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2020.102940>

Yigini, Y., Panagos, P. and Montanarella, L. 2013. *Soil resources of mediterranean and Caucasus countries*. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 237.

Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агро-технологий: метод. руководство. 2005. Под ред. Кирю-

шина В. И. И. Иванова А. Л. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 783 с.

Андреюк, Е. И., Иутинская, Г. А., Дугеров, А. Н. 1988. *Почвенные микроорганизмы и интенсивное землепользование*. Киев: Наукова думка. 192 с.

Андреюк, К. И., Иутинська, Г. О., Античук, А. Ф. 2001. *Функціонування мікробних угруповань в умовах антропогенного навантаження*. Київ: Обереги. 240 с.

Апарин, Б. Ф. 2006. *Проблема оценки деградации почв мира*. Вестник СПбГУ. Сер. 3. №1. С. 70–80.

Ачасова, А. 2020. *Сучасні підходи до еколого-економічної оцінки збитків від ерозії ґрунтів*. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Сер.: Екологія. № 22. С. 8–20. URL: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-22-01> <https://periodicals.karazin.ua/ecology/article/view/15696>

Бабаев, М. П., Наджафова, С. И., Ибрагимов, А. Г. 2015. *Использование активного ила для очистки городских почв Баку от нефтяных загрязнений*. Почвоведение. №7. С. 887–888.

Балюк, С. А., Медведев, В. В., Воротинцева, Л. И., Шимель, В. В. 2017. *Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня*. Вісник аграрної науки. №8. С. 5–11.

Бобылев, С. Н. 2014. *Экономика природопользования*. М.: ИНФРА-М. 382 с.

Бобылев, С. Н., Захаров, В. М. 2009. *Экосистемные услуги и экономика*. М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России. 72 с.

Бордачев, Т. В., Вишневский, К. О., Глазатова, М. К. и др. 2019. *Евразийская экономическая интеграция: перспективы развития и стратегические задачи для России: докл. к XX Апрель. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества*. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 123 с.

Васенев, В. И., Ауденховен, А. П. Ван, Ромзайкина, О. Н., Гаджагаева, Р. А. 2018. *Экологические функции и экосистемные сервисы городских и техногенных почв: от теории к практическому применению (обзор)*. Почвоведение. №10. С.1177–1191.

Васенев, И. И., Бесалиев, И. Н., Мальчиков, П. Н., Шутарева, Г. И., Джанчаров, Т. М., Морев, Д. В., Ярославцев, А. М., Курашов, М. Ю. 2019. *Анализ лимитирующих агроэкологических факторов урожайности и качества твердой пшеницы в засушливых условиях*. До-стижения науки и техники АПК. №12 (т. 33). С. 30–37.

Васенев, И. И., Бузылев, А. В., Васенев, В. И. *Автоматизированный комплекс агроэкологической оптимизации районированных систем земледелия «АКОРД-Р». Программа для ЭВМ. Свидетельство о регистрации № 2012612944 (от 9.06.2012).*

Васенев, И. И., Бузылев, А. В. 2010. *Автоматизированные системы агроэкологической оценки земель*. М.: Издательство ТСХА. 174 с.

Васенев, И. И., Руднев, Н. И., Хахулин, В. Г., Бузылев, А. В. *Локальная информационно-справочная си-*

стема по агроэкологической оптимизации земледелия (ЛИССОЗ). Программа для ЭВМ. Свидетельство № 2005610898 (от 14.04.05).

Васенев, И. И., Хахулин, В. Г., Бузылев, А. В. Региональная автоматизированная система комплексной агроэкологической оценки земель (РАСКАЗ). Программа для ЭВМ. Свидетельство № 2005610897 (от 14.04.05).

Волкогон, В. 2010. Биологичний стан і родючість ґрунтів України. Агрохімія і ґрунтознавство. Спецвип. Кн. 3. С. 303–305.

Волобуев, В. Р. 1965. Генетические формы засоления почв Кура-Араксинской низменности. Баку: Изд-во АН Азерб. ССР. 246 с.

Гасанова, А. Ф., Джафаров, А. Б. 2015. Экологический мониторинг пастбищных земель Азербайджана. Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове. С. 312–314.

Герасимов, И. П. 1975. Научные основы современного мониторинга окружающей среды. Изв. АН СССР. Сер.: География. №3. С. 13–25.

Герасимов, И. П. 1982. Принципы и методы геостемного мониторинга. Изв. АН СССР. Сер.: География. №2. С. 5–11.

Глухих, М. А. 2016. История развития систем земледелия. М.: ФЛИНТА.

Гордон, Ч. 1949. Прогресс и археология. Пер. с англ. М.: Изд-во иностранной литературы. 195 с.

Город — экосистема. 1997. Ред. Лихачева. Э. А., Тимофеев Д. А., Жидков М. П. и др. М.: Медиа-ПРЕСС. 336 с.

Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике. Демография. URL: <https://stat.uz/ru/164-ofytsyalnaia-statystika-ru/6569-demografiya2f>

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». 2019. М.: Минприроды России; НПП «Кадастр». 844 с.

Гурбанов, Э. А., Рамазанова, З. Р. 2000. Опустынивание в Азербайджане: причины и последствия, организация общественного движения за борьбу против опустынивания. Баку. 104 с.

Деградация земельных ресурсов в Центральной Азии. 2008. URL: http://www.cawater-info.net/bk/water_land_resources_use/russian_ver/pdf/gis-final-report-ru.pdf (дата обращения: 03.10.2020).

Демидов, В., Ахмадов, Х. 2016. Восстановление засоленных почв Таджикистана на примере засоленных почв Вахшской долины. Продовольственная безопасность в Евразийском регионе: сб. темат. исследований. М.: Евразийский центр по продовольственной безопасности. С. 29–48.

Демишкевич, Г. М. 2009. Формирование и развитие системы сельскохозяйственного консультирования. М.: ФГУ РЦСК. 296 с.

Державна Програма запобігання і боротьби з підтопленням земель. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2004 р. №545 (Государственная программа предупреждения и борьбы с подтоплением земель. Утверждена постановлением Кабине-

та Министров Украины от 29 апреля 2004 г. №545) URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/6114005>

Деякі питання удосконалення управління в сфері використання та охорони земель сільськогосподарського призначення державної власності та розпорядження ними. Постанова Кабінету Міністрів України від 07.06.2017. р. №413. Офіційний вісник України. 2017. №51. С. 14. Ст. 1569.

Добровольный национальный обзор хода осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Российская Федерация. 2020. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. URL: <https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/analitika/DNO.pdf>

Добровольский, Г. В., Чернов, И. Ю. (отв. ред.). 2011. Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия. М.: Товарищество научных изданий КМК. 273 с.

Добровольский, Г. В. 2014. Деградация почв — угроза глобального экологического кризиса. Куда движется век глобализации? Ред. Чумаков А. Н., Гринин Л. Е. Волгоград: Учитель. С.192–203.

Добровольский, Г. В., Никитин, Е. Д. 1986. Экологические функции почвы. М.: Изд-во МГУ имени М. В. Ломоносова.

Добровольский, Г. В., Никитин, Е. Д. 2006. Экология почв. М.: Изд-во МГУ имени М. В. Ломоносова. 364 с.

Добровольский, Г. В. Орлов, Д. С., Гришина, Л. М. 1983. Принципы и задачи почвенного мониторинга. Почвоведение. №11.

Добровольский, Г. В., Урусевская, И. С. 2006. География почв. М.: Изд-во МГУ имени М. В. Ломоносова ; Наука. 460 с.

Доклад Европейской экономической комиссии (ООН) «Стратегический подход к мониторингу и оценке трансграничных рек, озер и подземных вод». 2006. Нью-Йорк; Женева. URL: http://www.unec.org/env/water/publications/documents/SMA_r.pdf

Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета). Санкт-Петербург; Саратов: Амирит, 2020. 120 с.

Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения РФ в 2017 году. 2019. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 328 с.

Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2018 году. 2020. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 340 с. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/a57/a57827a15fe53dd852e66eb3bd2fc733.pdf>

Доклад о Целях в области устойчивого развития, 2018 год. 2018. Нью-Йорк: ООН. 40 с.

Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год. 2017. Под ред. Бобылева С. Н. и Григорьева Л. М. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 292 с. URL: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/15600.pdf>

ДСТУ 7827:2015. Классификация почв по степени вторичного засоления. 2016. Киев, Украина. 7 с.

Дуда, В. И., Черноморченко, И. И., Горюхова, Н. М. 1980. Микробиологическая характеристика орошаемых черноземов. Проблемы ирригации почв юга Черноземной зоны. М.: Наука. С. 142–161.

Духовный В. А. 2017. Аральское море и Приаралье. Обобщение работ НИЦ МКВК по мониторингу состояния и анализу ситуации. Представительство ЮНЕСКО в Узбекистане и Baktria press. Ташкент.

Дьяконова, К. В. 1984. Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева. 96 с.

Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. 2014. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева. 768 с. URL: http://egrpr.soil.msu.ru/download/egrpr_v1.pdf

Жулиев, М. К., Гафурова, Л. А. 2019. Перспективы применения современных технологий при моделировании эрозионных процессов. Современные проблемы изучения почвенных и земельных ресурсов: сб. докладов Третьей Всерос. открытой конф. Москва, 9–11 декабря 2019 г. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева. 331 с.

Заключительный отчет Казахстана по Программе определения целевых показателей LDN. Астана. 40 с. URL: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/2018-11/Kazakhstan%20LDN%20TSP%20Country%20Report.pdf

Заришняк, А. С., Иванина, В. В. 2013. Влияние удобрений на продуктивность зерносвекловичного севооборота. Агрохимия. №9. С. 40–46.

Засоленные почвы России. 2006. М.: ИКЦ Академкнига. 854 с.

Звягинцев, Д. Г., Добровольская, Т. Г., Бабьева, И. П., Чернов, И. Ю. 1999. Развитие представлений о структуре микробных сообществ. Почвоведение. №1. С. 134–143.

Землепользование. База знаний CAWATERinfo. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cawater-info.net/bk/3-1.htm>

Зонн, И. С. 1996. Толковый словарь по опустыниванию. М.: ТОО «Коркис». 208 с.

Зонн, И. С., Куст, Г. С., Орловский, Н. С., Ши Пей Чжун, Тянь Юй-Чжао. 2018. Пустыни и опустынивание: энциклопедия. 752 с.

Израэль, Ю. А. 1984. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеиздат. 560 с.

История развития систем земледелия. 2016. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М. А. Глухих. 2-е изд., стер. М.: ФЛИНТА. 192 с.

ИСЦАУЗР. 2016. Устойчивое управление земельными ресурсами в Центральной Азии: возможности и препятствия. Краткий аналитический обзор. 2016. URL: <http://cacilm.org/docs/land-degradation-factsheet-ru.pdf> (дата обращения: 03.10.2020).

Касимов, Д. В., Касимов, В. Д. 2015. Некоторые подходы к оценке экосистемных функций (услуг) лесных насаждений в практике природопользования. Монография. М.: Мир науки. 91 с.

КБО ООН. 2003. Субрегиональная программа действий стран Центральной Азии по борьбе с опустыниванием в контексте КБО ООН. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием от 03.09.2003. Гавана, Куба

Кількість сільськогосподарських підприємств і площа сільськогосподарських угідь у їхньому користуванні станом на 1 листопада 2017 року за регіонами. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 11.11.2017).

Кирюшин, В. И. 2011. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. М.: Колос. 442 с.

Киселев, С., Ромашкин, Р. 2020. Развитие сельского хозяйства в Евразийском экономическом союзе: достижения, вызовы и перспективы. АПК: экономика, управление. №1. С. 74–90.

Клебанович, Н. В. 2015. Почвы Беларуси — наше богатство. Земля Беларуси. №2. С. 51–61.

Клебанович, Н. В. 2016. Почвы и земельные ресурсы Казахстана. Учеб. материалы для студентов спец. 1-56 02 02 «Геоинформационные системы» / Н. В. Клебанович, И. А. Ефимова, С. Н. Прокопович. Минск: БГУ. 46 с.

Князев, М. Н., Гааг, А. В. 2015. Совершенствование организационной структуры управления мегаполисом как фактор оптимизации управленческих расходов. Вестник НГАУ. №4 (37). С. 194–200.

Ковда, В. А., Керженцев, А. С. 1983. Экологический мониторинг: концепция и принципы организации. Региональный экологический мониторинг. М.: Наука.

Козловский, Ф. И. 2003. Теория и методы изучения почвенного покрова. М.: ГЕОС. 535 с.

Колесников, С. И., Казеев, К. Ш., Вальков, В. Ф. 1999. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на микробную систему чернозема. Почвоведение. №4. С. 505–511.

Комплекс протидеградаційних заходів на зрошуваних землях України. Рекомендації. 2012. Київ. 104 с. (Комплекс противодеградационных мероприятий на орошаемых землях Украины. Рекомендации).

Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні. 2008. Харків. 59 с.

Круглов, О. В., Коляда, В. П., Ачасова, А. О., Назарок, П. Г., Шевченко, М. В. 2019. Протиерозійна оптимізація території аграрних господарств на прикладі Харківської області, Україна. Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Сер.: Екологія. Вип. 20. Харків. С. 134–142.

Крупеников, И. А., Боинчан, Б. П. 2004. Черноземы и экологическое земледелие. Бэлцы. 169 с.

Крупеников, И. А., Урсу, А. Ф. 1985. Почвы Молдавии. Т. 2. Кишинэу: Штиинца, 240 с.

Кузиев, Р. К., Сектименко, В. Е. 2009. Почвы Узбекистана. Ташкент: НИИ Почвоведения и агрохимии.

Куст, Г. С., Андреева, О. В., Зонн, И. С. 2018. Деградация земель и устойчивое землепользование: словарь-справочник. М.: Изд-во «Перо». 107 с.

- Куст, Г. С., Андреева, О. В., Лобковский, В. А. 2018. *Нейтральный баланс деградации земель — новейший подход для принятия решений в области землепользования и земельной политики. Проблемы постсоветского пространства* / Post-Soviet Issues. №5(4). С. 369–389.
- Куценко, М. В. 2016. *Теоретичні основи охорони ґрунтів від ерозії в Україні*. Харків. 221 с.
- Лаевская, Е. В. 2016. *Защита права на благоприятную окружающую среду: проблемы теории и практики*. НЦЗПИ. Минск: СтройМедиаПроект. 386 с.
- Лактіонова, Т.М., Медведєв, В.В., Савченко, К.В., Бігун, О.М., Шейко, С.М., Накісько, С. Г. 2010. *Структура та порядок використання бази даних «Властивості ґрунті в Україні»*. Інструкція. Харків: Апостроф).
- Левин, С. В., Гузев, В. С., Асеева, И. В. 1989. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микробиоту. *Микроорганизмы и охрана почв*. М.: изд-во МГУ имени М. В. Ломоносова. С. 5–46.
- Мавлянова, Н., Кулов, К., Жоошов, П. 2016. *Предлагаемые меры по уменьшению ирригационной эрозии на территории Кыргызстана*. Продовольственная безопасность в Евразийском регионе: сб. темат. исследований. Евразийский центр по продовольственной безопасности. Москва, Россия. С. 49–70.
- МГСК СНГ. 2019. *Доклад Межгосударственного статистического комитета СНГ «Население и социальные индикаторы стран СНГ и отдельных стран мира 2016–2019»*.
- Медведєв, В. В., Плиско, И. В. 2006. *Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины*. Харьков: 13-я типография. 386 с.
- Медведєв, В. В. 2002. *Мониторинг почв Украины. Концепция. Предварительные результаты. Задачи*. Харьков: Антиква. 428 с.
- Медведєв, В. В. 2012. *Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи*. Изд. 2-е, пересмотр. и доп. Харьков: Городская типография. 536 с.
- Медведєв, В. В. 2013. *Физическая деградация черноземов. Диагностика. Причины. Следствия. Предупреждение*. Харьков: Городская типография. 324 с.
- Медведева, М. В., Башмет, О. Н., Яковлев, А. С. 2003. *Биологическая диагностика агротехногенного загрязнения лесных почв восточной Фенноскандии*. Почвоведение. №1. С. 106–112.
- Медведєв, В. В., Пліско, І. В. 2016. *Фізична деградація орних ґрунтів: висновки з досліджень і актуальні задачі*. Вісник аграрної науки. Спецвипуск. С. 17–30.
- Мееровский, А. С., Филиппов, В. Н. 2018. *Торфяные почвы Беларуси — 150 лет в сельском хозяйстве. Мелиорация*. №4 (86). С. 78–83.
- Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації). 2015. За ред. Балюка С. А., Ромащенко М. І., Трускавецького Р. С. Херсон: Грін Д. С. 668 с. (Мелиорация почв (систематика, перспективы, инновации)).
- Мигранян, А. 2016. *Особенности демографии в странах Центральной Азии*. Ч. 1. Социально-демографические показатели стран Центральной Азии. № 11. С. 98.
- Мирошниченко, Н. Н. 2008. *Принципы регламентации углеводородного загрязнения почв Украины*. Почвоведение. №5. С. 614–622.
- Мирошниченко, Н. Н., Бердников, А. М., Потепенко, Л. В., Чмель, У. П., Пархоменко, М. Н. 2017. *Эколого-агрохимическая оценка дерново-подзолистых супесчаных почв украинского Полесья*. Почвоведение и агрохимия. №1 (58). С. 199–209.
- Мониторинг показателей качества жизни населения в странах Содружества Независимых Государств в 2011–2014 гг. 2015. URL: http://www.cisstat.com/migration/p9_demographic%20situation%20in%202014.pdf
- Монтгомери, Д. Р. 2015. *Почва: эрозия цивилизаций*. Анкара: ФАО. 410 с.
- Мошой, Ю. Г. 1968. *Влияние орошения на гумусное состояние черноземов*. Автореф. дис. канд. с-х наук. Кишинев. 21 с.
- Мустафаев, М. Г. 2014. *Долгосрочный прогноз мелиоративных мероприятий в Республике Азербайджан*. Агрохимический вестник. №3. С. 34–37.
- Насырова, А. М. 2019. *Анализ производства и потребления мяса в мире*. Вестник Московского университета им. С. Ю. Витте. Сер. 1: Экономика и управление. №1 (28). С.61–65.
- Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. 2009. За наук. ред. Балюка С. А., Ромащенко М. І., Сташука В. А. Київ: Аграрна наука. 624 с. (Научные основы охраны и рационального использования орошаемых земель Украины).
- Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні. 2010. Монографія. За ред. Балюка С. А. та Товажнянського Л. Л. Харків: НТУ «ХПІ». 460 с.
- Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. 2013. Т. 1. Теоретические и методические основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий. Коллективная монография. Ред. Иванов А. Л. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева. 756 с.
- Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. 2010. За ред. Балюка С. А., Медведєва В. В., Тарарико О. Г. та ін. Київ: ТОВ «VIC-PRINT». 111 с.
- Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием в Армении. 2002. Министерство охраны природы Армении.
- Національна програма охорони ґрунті в Україні. 2015. За наук. ред. Балюка С. А., Медведєва В. В., Мірошниченко М. М. Харків: Смуґастатипографія. 59 с.
- Национальный атлас почв Российской Федерации. 2011. М.: Астрель: АСТ. 623 с.: карт., илл. URL: <https://soil-db.ru/soilatlas/>
- Национальный доклад. *Выполнение Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием в Туркменистане*.

2006. Ашгабад. URL: <http://www.unccd-prais.com/Uploads/GetReportPdf/8f00bd61-879b-4a6f-bd3e-a0fa014a4ab8>

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)». 2018. Под ред. Бедрицкого А. И. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, ГЕОС. 357 с.

Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)». 2019. Т. 2. Под ред. Эдельгериева С.-Х. М.: ООО «Издательство МБА». 476 с.

Национальный доклад о состоянии окружающей среды Кыргызской Республики за 2011–2014 годы. 2016. Государственное агентство охраны окружающей среды и лесного хозяйства при Правительстве Кыргызской Республики. 195 с.

Национальный доклад Республики Таджикистан по осуществлению КБО ООН. 2006. Государственный комитет Республики Таджикистан по землеустройству. Душанбе.

Национальный доклад Республики Узбекистан о состоянии окружающей среды. 2020. Государственный комитет Республики Узбекистан по охране природы. URL: <http://nd.uznature.uz/download/pdf>.

Национальный отчет по нейтральному балансу деградации земли. 2018. Кыргызская Республика.

Нейтральный баланс деградации земельных ресурсов. Программа постановки целей. Техническое руководство. 2016. [Электронный ресурс]. URL: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-08/LDN%20TS%20Technical%20Guide_Draft_Russian.pdf (дата обращения: 03.10.2020).

Нефедова, Т. Г. 2017. Сельское хозяйство и сельская местность Московской области до и после образования Новой Москвы. Региональные исследования. №4. С. 71–80.

Низовцев, В. А. 2005. Ландшафтные условия и их влияние на формирование системы природопользования на территории современной Москвы. Культура средневековой Москвы. Исторические ландшафты: в 3 т. Т. 3. Ментальный ландшафт. Московские села и слободы. М.: Наука.

Нуреков, А., Мирзабаев, А. 2017. Повышение устойчивости сельскохозяйственного сектора к засухе в Узбекистане: от управления кризисными ситуациями к смягчению рисков засухи. Продовольственная безопасность в Евразийском регионе: сб. темат. исследований. Евразийский центр по продовольственной безопасности. Москва, Россия. С. 49–66.

О мерах по дальнейшему реформированию и развитию сельского хозяйства на период 2016–2020. 2015. Постановление Правительства Республики Узбекистан № ПП-2460.

О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан. 2017. Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947.

Об образовании Министерства инновационного развития Республики Узбекистан. 2017. №УП-5264

Об организационных мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления сельским и водным хозяйством. №УП-5330 от 12.02.2018 и №УП-5418 от 04.17.2018.

Орлов, Д. С. Роль гумусовых веществ в плодородии почв и их влияние на урожай сельскохозяйственных культур (обзор). 1979. Итоги науки и техники. Сер.: Почвоведение и агрохимия. Т. 2. Проблемы почвоведения. Минск. Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт почвоведения и агрохимии». С. 87–162.

Основные характеристики земельного фонда Украины URL: https://proconsul.com.ua/konsultacii/pokazateli-rynka-nedvizhimosti/osnovnye_harakteristiki_zemel'nogo_fonda_Ukrainy.print

Оценка почв и земель (основные показатели и критерии). 2017. Монография. Науч. ред. Куст Г. С. М.: МАКС Пресс. 192 с.

Парамонова, Т. А., Романцова, Н. А. 2013. Сравнительный анализ поступления цезия-137 и калия-40 в травянистую растительность на радиоактивно загрязненной территории Тульской области. Живые и биокосные системы. №5.

Пашенко, Я. В. 2003. Загрязнение сельскохозяйственных культур тяжелыми металлами из почвы и атмосферы. Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 64. С. 77–85.

ПГБД России. [Электронный ресурс]. URL: <https://soil-db.ru/> (дата обращения: 03.10.2020).

Пліско, І. В., Медведєв, В. В. 2015. Методичні рекомендації з ґрунтової оцінки ґрунтів України. Харків: ТОВ «Смугастатипографія». 54 с.

Полупан, М. І., Соловей, В. Б., Величко, В. А. 2005. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука. 298 с.

Понятия: заявитель, сельские территории, сельские агломерации, проект комплексного развития сельских территорий (сельских агломераций). Приказ Министерства сельского хозяйства РФ и региона «Современный облик сельских территорий» Постановление Правительства РФ от 17 октября 2019 г. №1332. Статистические данные. [Электронный ресурс]: Росстат. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics (дата обращения: 20.10.2020).

Посівні площі основних сільськогосподарських культур за 2010–2019 роки. URL: <https://supragronom.com/blog/657-posivni-ploschi-osnovnih-silskogospodarskih-kultur-za-2010-2019-roki> (дата публикации: 11.02.2020).

Постановление Правительства КР №440 от 21 июля 2017 г. «Об утверждении Государственной про-

граммы развития ирригации Кыргызской Республики на 2017–2026 годы». URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/100162?cl=ru-ru>

Постановление Правительства республики Таджикистан № 123 от 27.02.2009 «Об утверждении государственной экологической программы Республики Таджикистан на 2009–2019 годы». URL: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/taj170768.pdf>

Почвенно-географическое районирование СССР (в связи с сельскохозяйственным использованием земель). 1962. М.: Изд-во АН СССР. 422 с.

Почвы Украины и повышение их плодородия. 1988. Т. 1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты. Под ред. Полупана Н. И. Киев: Урожай. 296 с.

Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР. 1975. М.: Колос. 254 с.

Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР 1983. Под ред. Каштанова А. Н. М.: Колос. 336 с.

Про затвердження Методичних рекомендацій щодо розроблення проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозміни та впорядкування угідь. Наказ від 02.10.2013 №396 Державна агентства земельних ресурсів України. 2013. Землевпорядний вісник. №10. С. 52–63.

Проблемы деградации в Центральной Азии: Обзор CAWater-Info. 2008. URL: <https://www.yumpu.com/xx/document/view/29952129/-cawater-info/51> (дата обращения: 03.10.2020).

Программа освоения деградированных земель и повышения плодородия почв. Ч. 1. Мелиорация деградированных земель. 2005. Кишинэу: Pontos. 232 с.

Программа освоения деградированных земель и повышения плодородия почв. Ч. 2. Повышение плодородия почв. 2005. Кишинэу: Pontos. 148 с.

Проблемы управления речными бассейнами в условиях изменения климата. 2017. Сб. науч. трудов Сети водохозяйственных организаций Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии. Вып. 10. Ташкент: НИЦ МКВК. 208 с. URL: http://www.eecca-water.net/file/eecca_papers_collection_vol_10_2017.pdf

Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионно-опасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси. 2005. Рекомендации. Под общей ред. Черныша А. Ф. Ин-т почвоведения и агрохимии. Минск. 54 с.

Пути преодоления барьеров, препятствующих устойчивому управлению почвенными ресурсами в Евразийском регионе. 2017. ЕАПП. URL: https://ecfs.msu.ru/images/easp/puti_preodolenia_barierov.pdf (дата обращения: 03.10.2020).

Развитие орошения в регионе. База знаний CawaterInfo. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cawater-info.net/bk/4-2-1-1-1.htm>

Региональный Экологический Центр Центральной Азии. [Электронный ресурс]. URL: <https://careseco.org> (дата обращения: 03.10.2020).

Реймерс, Н. Ф. 1994. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Россия молодая. 366 с.

Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология). 2002. Т. 1. Отв. ред. Лихачева Э. А., Тимофеев Д. А. РАН, Ин-т географии. М.: Медиа-ПРЕСС. 287 с.

Роде, А. А. 1963. Водный режим почв и его регулирование. М.: Изд-во АН СССР. 120 с.

Рослинництво України 2019. 2020. Статистичний збірник. За ред. Прокопенка О. Київ, 183 с. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/04/zb_rosl_2019.pdf

Саваренская, Т. Ф. 1984. История градостроительного искусства. Рабовладельческий и феодальный периоды: учебник для вузов. М.: Стройиздат.

Сафарова, А., Хасанханова, Г. 2016. Управление водно-земельными ресурсами и сельскохозяйственная политика в поддержку продовольственной безопасности на примере дельты Амударьи в Узбекистане. Продовольственная безопасность в Евразийском регионе: сб. темат. исследований. Евразийский центр по продовольственной безопасности. Москва, Россия. С. 71–92.

Свирскене, А. 2003. Микробиологические и биохимические показатели при оценке антропогенного воздействия на почвы. Почвоведение. №2. С. 202–210.

Семенов, В. М., Когут, Б. М. 2015. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС. 233 с.

Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України. 2012. За ред. Балюка С. А., Медведєва В. В. Київ: Аграрна наука. 239 с. (Стратегія сбалансованого використання, воспроизводства и управления почвенными ресурсами Украины).

Стратегія сталого використання, відновлення та управління ґрунтовими ресурсами України. 2012. Київ: Аграрна наука. 240 с.

Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. 2019. Київ. Офіційний вісник України офіційне видання від 13.09.2019. 2019 р. №70, стор. 194, ст. 2473, код акта 95918/2019. (Стратегія орошения и дренажа в Украине на период до 2030 года).

Строков, А. С., Якубович, Е. Н., Красильников, П. В. 2017. Экономико-экологическая оценка изменения землепользования (на примере Карелии). Экономика региона 2. С. 422–433. URL: http://cawater-info.net/bk/water_land_resources_use/russian_ver/pdf/16.pdf

Таджикистан в цифрах-2017. 2017. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. 157 с. URL: http://oldstat.www.tj/ru/img/e37b548394b7b88961c832850b383539_1508737865.pdf

Трифонов, Т. А. 2016. Интенсивное рыбководство, способствующее истощению подземных и поверхностных вод в Араратской долине. Продовольственная безопасность в Евразийском регионе: сб. темат. исследований. Евразийский центр по продовольственной безопасности. Москва, Россия. С. 11–28.

Тютюнник, Ю. Г., Горлицкий, Б. О. 2000. Техногенное забруднення міських ґрунтів України. Феномено-

логічний аналіз. Доповіді Національної АН України. №6. С. 208–211.

Укрепление продовольственной безопасности и создание устойчивых продовольственных систем в Евразии: достижения и перспективы. 2019. С. А. Шоба и др. Под ред. С. А. Шобы. Евразийский центр по продовольственной безопасности. Москва, Россия. 89 с.

Управление земельными ресурсами в Европе: Тенденции развития и основные принципы. URL: <https://www.unesc.org/fileadmin/DAM/env/documents/2005/wpla/ECE-NBP-140-r.pdf> (дата обращения: 03.10.2020).

Урсу, А. Ф. 1980. Почвенно-экологическое микрорайонирование Молдавии. Кишинев: Штиинца. 206 с.

Урусевская, И. С., Алябина, И. О., Шоба, С. А. 2015. Почвенно-географическое районирование как научное направление. Почвоведение. №9. С. 1020–1035.

ФАО, МФСР, ЮНИСЕФ, ВПП и ВОЗ. 2019. Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире — 2019. Меры защиты от замедления роста экономики и экономических спадов. Рим, ФАО.

ФАО. 2013. Всемирная хартия почв. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций ФАО. Рим.

ФАО. 2014. Рабочая группа IUSS WRB. 2015. Мировая реферативная база почвенных ресурсов 2014, исправленная и дополненная версия 2015. Международная система почвенной классификации для диагностики почв и создания легенд почвенных карт. Доклады о мировых почвенных ресурсах №106. Рим.

ФАО. 2015а. Борьба с деградацией земель для обеспечения продовольственной безопасности и сохранения услуг, предоставляемых почвенными экосистемами, в Европе и Центральной Азии — Международный год почв. 39-я сессия Европейской комиссии по сельскому хозяйству. Рим.

ФАО. 2015b. Пересмотренная Всемирная хартия почв. Рим.

ФАО. 2015с. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие: теория и методика исследований. Анкара. URL: <http://www.fao.org/3/a-i4676r.pdf>

ФАО. 2015d. Борьба с деградацией земель для обеспечения продовольственной безопасности и сохранения услуг, предоставляемых почвенными экосистемами, в Европе и Центральной Азии. Будапешт, Венгрия. 22 и 23 сентября 2015 г. URL: <http://www.fao.org/publications/card/es/c/9d9a6996-ecbb-4c04-bd1c-5e3ba98c3853>

ФАО. 2017а. Добровольные руководящие принципы рационального использования почвенных ресурсов. Рим.

ФАО. 2017b. Руководство по управлению засоленными почвами. План реализации Евразийского почвенного партнерства. 2017. Под ред. Варгаса Р., Панковой Е. И., Балюка С. А., Красильникова П. В. и Хасанхановой Г. М. Рим. 143 с.

ФАО. 2019а. Региональный обзор состояния продовольственной безопасности и питания в Европе и Центральной Азии — 2018. Роль миграции, сельских женщин и молодежи в устойчивом развитии. Будапешт.

ФАО. 2019b. Финальный документ Глобального симпозиума з (по) ерозії ґрунтів (GSER19), 15–17 травня 2019. Рим. 16 с.

ФАО. 2020. Региональный обобщающий доклад стран Европы и Центральной Азии к докладу «Состояние биоразнообразия в мире для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства». Рим. URL: <https://doi.org/10.4060/ca6995ru>.

ФАО, МФСР, ЮНИСЕФ, ВПП и ВОЗ. 2019. Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире — 2019. Меры защиты от замедления роста экономики и экономических спадов. Рим. 214 с.

Хазиев, Ф. Х. 2019. Структурно-функциональная связь биоразнообразия наземных экосистем с почвами. Экобиотех. Т. 2. №1. С. 19–35.

Хитров, Н. Б. 2006. Современные тенденции развития почв степной зоны. Современные естественные и антропогенные процессы в почвах и геосистемах. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева. 396 с.

Хомяков, Д. М., Гогмачадзе, Г. Д. 2020. Почва в биосфере и в современном российском праве. Сообщение 3. «Почва» и «плодородие» в вопросах землеустройства. АгроЭкоИнфо. №1. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/1/st_108.doc

Цветнов, Е. В., Макаров, О. А., Яковлев, А. С., Бондаренко, Е. В. 2016. О включении экосистемных услуг в систему оценки ущерба от деградации земель. Почвоведение. №12. С.1534–1540.

Чаплин, Н. Ю. 2019. Основы правового регулирования земельных отношений в России и зарубежных странах. Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения. №3. С. 98–112. DOI: 10.12737/jlfcl.2019.3.8.

Черногоров, А. Л., Чекумарев, П. А., Васнев, И. И., Гогмачадзе, Г. Д. 2012. Агроэкологическая оценка земель и оптимизация землепользования. М.: Изд-во МГУ имени М. В. Ломоносова. 268 с.

Черноземы СССР (Украина). 1981. М.: Колос. 256 с.

Черноземы СССР. 1974. Т. 1. М.: Колос. 560 с.

Черныш, А. Ф., Качков, Ю. П., Давыдик, Е. Е., Устинова, А. М. 2016. Типы сельскохозяйственных земель Белорусской гряды как основа формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Почвоведение и агрохимия. №2 (57). С. 18–31.

Черныш, А. Ф., Устинова, А. М., Цырибко, В. Б., Червань, А. Н., Касьяненко, И. И. 2016. Деградация почв сельскохозяйственных земель Беларуси: виды и количественная оценка. Почвоведение и агрохимия. №2 (57). С. 7–18.

Шагайда, Н. И. 2016. Механизмы государственного регулирования использования сельскохозяйственных угодий для целей строительства: международный и российский опыт. Москва. 91 с.

Шагайда, Н. И., Узун, В. Я. 2015. Продовольственная безопасность в России: мониторинг, тенденции и угрозы. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС. 110 с.

Шоба, С. А. и др. 2008. Почвенно-географическая база данных России. Почвоведение. №9. С. 1029–1036.

Шоба, С. А. и др. 2019. Укрепление продовольственной безопасности и создание устойчивых продовольственных систем в Евразии: достижения и перспективы. Евразийский центр по продовольственной безопасности. Москва. 89 с.

Шишов, Л. Л. и др. 1991. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. ВАСХНИЛ. Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева. М.: Агропромиздат. 304 с.

Шишов, Л. Л., Булгаков, Д. С., Карманов, И. И., Карманова, Л. А., Молчанов, Э. Н. 2000. Природно-техногенные воздействия на земельный фонд России и страхование имущественных интересов участников земельного рынка. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева; Госкомзем РФ. С. 30–33.

Шукуров, Р., Эргашев, М., Шерматов, Х., Имарилиева, М. 2016. Экономика деградации земель в Республике Таджикистан (Файзабадский район). Отчет об исследовании. Душанбе. 72 с.

Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель. 2013. Под общ. ред. Шобы С. А., Яковлева А. С., Рыбальского Н. Г. М.: НИА-Природа. 310 с.

Эрозия почв. Сущность процесса, последствия, минимализация и стабилизация. 2001. Пособие. Кишинэу: Pontos. 428 с.

Яковлев, А. С. 2000. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв. Почвоведение. № 1. С. 70–79.

Яковлев, А. С., Молчанов, Э. Н., Макаров, О. А., Савин, И. Ю., Красильников, П. В., Чуков, С. Н., Евдокимова, М. В. 2015. Научно-правовые аспекты экологической оценки и контроля деградации почв и земель России на основе характеристики их экологических функций. Почвоведение. №9. С. 1124–1130.

Якубович, Е., Еникеева, З. 2016. Обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса и укрепление продовольственной безопасности Кыргызской Республики в процессе интеграции в Евразийский экономический союз. Продовольственная безопасность в Евразийском регионе: сб. темат. исследований. Евразийский центр по продовольственной безопасности. Москва. С. 93–110.

Якубович, Е., Кирбашева, Д. 2017. Анализ влияния шоков в продовольственной системе на благосостояние населения Кыргызстана. Продовольственная безопасность в Евразийском регионе: сб. темат. исследований. Евразийский центр по продовольственной безопасности. Москва. С. 31–48.

У81 **Устойчивое управление почвенными ресурсами в Евразийском регионе** / под ред. С. А. Балюка, Г. М. Хасанхановой, П. В. Красильникова. — Рим : ФАО, 2021. — XII; 123, [1] с. : ил.

DOI <https://doi.org/10.4060/cb5827ru>

ISBN 978-92-5-134734-8

Устойчивое управление почвенными ресурсами — единственный путь к сохранению почв как важнейшего компонента природного капитала, обеспечивающего не только урожайность продовольственных и кормовых культур, но и производство многочисленных дополнительных экосистемных услуг.

В Евразийском регионе, несмотря на огромную площадь и высокую обеспеченность земельными ресурсами, проблемы рационального использования почв стоят необычайно остро. На его территории сходятся два принципиально различных механизма деградации земель: первый связан с низким технологическим уровнем земледелия, а второй — с избыточным давлением высокотехнологичной обработки почвы и химизации сельского хозяйства.

Данная книга была написана на основе подходов ФАО, изложенных в «Добровольных руководящих принципах рационального использования почвенных ресурсов» (2017) и ряде уточняющих документов.

Мы отдаем себе отчет в огромном разнообразии природных условий и специализации сельского хозяйства на Евразийском регионе, занимающем 1/6 часть суши. Поэтому в книге широкими мазками даются только наиболее общие сведения по УУПР в каждой из стран и их природно-территориальных единицах. Очевидно, что выработанные нами рекомендации должны будут внедряться в практику уже на национальном и локальном уровнях. Тем не менее мы надеемся, что издание позволит выработать общую основу для сохранения и улучшения почвенных ресурсов, которые являются основой существования нашей цивилизации.

УДК 631.4
ББК 40.3

Научное издание

Устойчивое управление почвенными ресурсами в Евразийском регионе

Под редакцией С. А. Балюка, Г. М. Хасанхановой, П. В. Красильникова

Дизайн обложки *Маттео Сала*
Технический редактор *А. А. Контобойцева*
Корректор *Е. В. Плеханова*
Верстка *Л. В. Тарасюк*

Подписано в печать 19.07.2021. Формат 60×90/8. Бумага мелованная.
Офсетная печать. Уч.-изд. л. 13,0. Усл. печ. л. 17,0. Тираж 200 экз. Изд. № 11881. Заказ № 10020

Отпечатано в типографии ООО «Паблит»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1.
Тел.: (495) 230-20-52



ISBN 978-92-5-134734-8



9 789251 347348

CB5827RU/2/09.21