

РУКОВОДСТВО

ПО ПРАКТИКАМ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ



EURASIAN SOIL
PARTNERSHIP

Москва-Ташкент 2023

РУКОВОДСТВО

ПО ПРАКТИКАМ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

УДК 332.36:502.65

ББК 65.28:20.18

Р 85

Р 85 **Руководство по практикам устойчивого управления земельными ресурсами в Центральной Азии в условиях климатических изменений** / Под ред. С.А. Шобы, Р.Ч. Шармы, О.А. Макарова. – Москва-Ташкент: Издательство Буки Веди, 2023 – 208 стр.

ISBN 978-5-4465-3790-7

УДК 332.36:502.65

ББК 65.28:20.18

Ответственные редакторы:

С.А. Шоба (ЕЦПБ),
Р.Ч. Шарма (ИКАРДА),
О.А. Макаров
(МГУ имени М.В. Ломоносова)

Общая координация:

Р.Ч. Шарма (ИКАРДА),
А.Ф. Акрамханов (ИКАРДА)

Рецензент:

М.В. Конюшкова
(ФАО ГПП)

Редактор:

А.А. Контбойцева (ЕЦПБ)

Перевод (модули 1, 6 и 7):

Р.П. Ибрагимов (ИКАРДА)

Настоящее издание подготовлено сотрудниками Международного центра сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах (ИКАРДА) и Евразийского центра по продовольственной безопасности (ЕЦПБ) Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова с участием специалистов из научно-исследовательских и образовательных организаций Российской Федерации и стран Центральной Азии при финансовой поддержке Российской Федерации через Международный институт исследований продовольственной политики (ИФПРИ).

Содержание, точность представленных данных, интерпретации и выводы настоящей публикации являются исключительной ответственностью авторов сборника и не являются отражением взглядов ИКАРДА и ЕЦПБ. Используемые обозначения и представление материала в настоящем издании не означают выражения какого-либо мнения со стороны ИКАРДА и ЕЦПБ относительно правового статуса или уровня развития той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ. Упоминание конкретных компаний или продуктов определенных производителей не означает, что ИКАРДА и ЕЦПБ одобряют или рекомендуют их, отдавая им предпочтение перед другими компаниями или продуктами аналогичного характера, которые в тексте не упоминаются.



Издание публикуется на условиях лицензии Creative Commons «Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International» (С указанием авторства-Некоммерческая-Без производных 4.0 Всемирная).

ИКАРДА и ЕЦПБ поощряют тиражирование и распространение материалов, содержащихся в настоящем издании. Разрешается их копирование, скачивание и распечатка для персонального использования, исследовательских и образовательных целей, или для использования в некоммерческих целях, при условии надлежащего цитирования.

ISBN 978-5-4465-3790-7

© Международный центр сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах (ИКАРДА), 2022

© Евразийский центр по продовольственной безопасности (ЕЦПБ), 2022

© Коллектив авторов, 2022

Фото на обложке:

https://explore.pamir.com/portfolio_tag/nature/#

Содержание

Аббревиатуры	6
От редакторов	7
Модуль 1. Введение в устойчивое управление земельными ресурсами:	
понятия и концепции <i>О.В. Андреева, Р.Ч. Шарма</i>	8
Значение земельных ресурсов. Современные вызовы.	8
Деградация земель.	13
Концепция устойчивого землепользования.	13
Понятия и определения	15
Внедрение практик УУЗР	17
Категории практик УУЗР	18
Изменение климата	21
Международное сотрудничество в области УУЗР в Центральной Азии	22
Распространение опыта перспективных технологий УУЗР	24
Список источников	27
Модуль 2. Деградация почв (земель) в Центральной Азии: подходы к оценке и практики	
управления <i>О.В. Андреева, А.А. Контобойцева, Д.А. Кодирова, А.С. Сорокин</i>	30
Деградация почв	33
Засоление почв	38
Водная эрозия почв	41
Ветровая эрозия почв	42
Снижение содержания органического углерода в почве	44
Мониторинг и оценка процессов деградации почв (земель)	45
Список источников	49
Модуль 3. Системы земледелия в Центральной Азии:	
история и современное состояние <i>У.М. Махмадєрзода</i>	54
Понятия и виды систем земледелия	54
История развития и современное состояние систем земледелия в Центральной Азии	64
Адаптация систем земледелия Центральной Азии к условиям изменяющегося климата	69
Список источников	71
Модуль 4. Обработка почвы как основа возделывания культур <i>А.Ж. Асаналиев,</i>	
<i>В.А. Султанбаева, К.Ж. Баялиева</i>	73
Отвальный (классический) метод обработки почвы	74
Безотвальный метод обработки почвы	74
Комбинированная обработка почвы	75
Нулевой метод обработки почвы	75
Минимальный метод обработки почвы	76
Технология минимальной и нулевой обработки почвы в странах Центральной Азии	77
Список источников	83

Модуль 5. Оценка состояния и мониторинг земельных ресурсов. Здоровье и качество почвы <i>Е.А. Тимофеева, А.В. Климанов, Н.Б. Раупова</i>	84
Исторический анализ выбора показателей оценки состояния земельных ресурсов	84
Современные подходы к мониторингу земельных ресурсов	86
Требования к показателям почв	88
Выбор показателей оценки состояния земельных ресурсов	89
Перечни определяемых показателей для оценки почв	91
Интегральные показатели	97
Выбор методов анализа	101
Концепции качества и здоровья почвы	102
Список источников	109
 Модуль 6. Интенсификация растениеводства для решения вопросов устойчивого управления земельными ресурсами и обеспечения продовольственной безопасности в Центральной Азии <i>Р.Ч. Шарма</i>	112
История вопроса	112
Севооборот в практике УУЗР в Центральной Азии	113
Особенности растений, способствующие УУЗР	116
Виды культур, подходящих для УУЗР	118
Растениеводство на засоленных землях	121
Проблемы и возможности для Центральной Азии	122
Список источников	123
 Модуль 7. Современное состояние и перспективы развития почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия в Центральной Азии <i>А.И. Нурбеков, Р.А. Нурбекова, М.К. Карабаев, А. Кассам, Д.А. Сидик, М.Ч. Косимов, Н.М. Асозода, Л.Н. Халилова</i>	125
Растениеводство в Центральной Азии	125
Климат и почвы	128
Деградация земель	130
Влияние ПРЗ на проблемы деградации земель в Центральной Азии	131
Выводы	138
Список источников	140
 Модуль 8. Управление водными ресурсами <i>Ш.Я. Пулатов, Т.У. Юлдашев</i>	143
Водное законодательство в странах Центральной Азии	143
Международное сотрудничество в водном секторе	145
Использование водных ресурсов в различных отраслях в Таджикистане	148
Использование водных ресурсов в различных отраслях в Узбекистане	149
Использование водных ресурсов в различных отраслях в Кыргызстане	149
Интегрированное управление водными ресурсами	150
Водосберегающие технологии орошения сельскохозяйственных культур	152
Список источников	162
 Модуль 9. Государственная политика устойчивого управления земельными ресурсами <i>Е.В. Белова</i>	164
Меры политики, направленные на устойчивое управление земельными ресурсами	166

Меры, непосредственно нацеленные на УУЗР	167	
Меры, оказывающие косвенное влияние на УУЗР	172	
Меры государственного регулирования УУЗР и их влияние на различные заинтересованные стороны	174	
Пример анализа влияния мер государственного регулирования на различные заинтересованные стороны	176	
Список источников	178	
 Модуль 10. Экономические основы устойчивого управления земельными ресурсами.		
Оценка экономической эффективности <i>Е.В. Цветнов</i>	179	
Список источников	188	
 Модуль 11. Тематические исследования, примеры проектов и технологий, способствующих устойчивому управлению земельными ресурсами <i>Р.Т. Орозакунова, Д.А. Кодирова,</i> <i>А.А. Контобойцева</i>		190
Тематические исследования (case studies) по УУЗР	192	
Внедренные технологии и практики УУЗР	201	
Список источников	204	
 Сведения об авторах	206	

Аббревиатуры

ГЭФ – Глобальный экологический фонд (GEF, Global Environment Facility)

ДРП УУПР – Добровольные руководящие принципы устойчивого управления почвенными ресурсами (VGSSM, Voluntary Guidelines for Soil Sustainable Management)

ЕАПП – Евразийское субрегиональное почвенное партнерство (EASP, Eurasian Soil Partnership)

ИКАРДА – Международный центр сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах (ICARDA, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas)

ИСЦАУЗР – Инициатива стран Центральной Азии по управлению земельными ресурсами (CACILM, Central Asian Countries Initiative for Land Management)

КБО ООН – Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (UNCCD, The United Nations Convention to Combat Desertification)

НБДЗ – нейтральный баланс деградации земель (LDN, Land Degradation Neutrality)

НПД – национальные планы действий

МФСА – Международный фонд спасения Арала

ПРЗ – почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие (Conservational agriculture)

ФАО – Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН

ЦУР – цели в области устойчивого развития

ЭДЗ – инициатива по экономике деградации земель (ELD, Economics of land degradation initiative)

GIZ – Немецкая корпорация международного сотрудничества (German Corporation for International Cooperation GmbH)

CGIAR – Консультативная группа по международным исследованиям в области сельского хозяйства (Consultative Group for International Agricultural Research)

ICBA – Международный центр биосолевого сельского хозяйства (International Center for Biosaline Agriculture)

LADA – Оценка деградации земель в засушливых районах (Land degradation assessment in drylands)

SLM – Устойчивое управление земельными ресурсами (УУЗР) / устойчивое землепользование (УЗП) – Sustainable Land Management

SSM – Устойчивое управление почвами / почвенными ресурсами (УУП/УУПР) – Sustainable Soil Management

TerrAfrica – партнерство между ФАО, Всемирным банком, Новым партнерством в интересах развития Африки (NEPAD) и другими учреждениями-исполнителями

TEV – экономическая ценность (ЭЦ) – total economic value

UNCED – Конференция ООН по окружающей среде и развитию – United Nations Conference on Environment and Development

UNDP – Программа развития ООН (ПРООН) – United Nations Development Programme

UNEP – Программа ООН по окружающей среде – United Nations Environment Programme

WOCAT – Глобальная сеть по устойчивому управлению земельными ресурсами (УУЗР), которая способствует документированию, обмену и использованию знаний для поддержки адаптации, инноваций и принятия решений в УУЗР – World Overview of Conservation Approaches and Technologies

Решение новых глобальных проблем, стоящих перед человечеством, таких как изменение климата, резкое увеличение численности населения на планете, снижение качества их жизни, включающее растущую продовольственную необеспеченность, усложнение доступа к природным ресурсам, массовые миграции, требуют подготовки специалистов нового типа, обладающих достаточными компетенциями как в естественных (почвоведение, экология, агрономия, география, растениеводство), так и в социальных науках (экономика, социология, политология).

Одним из регионов, где негативные последствия изменения климата ощущаются особенно остро, является Центральная Азия. Эффективность решения экологических и социально-экономических проблем в Центральной Азии, вызванных деградацией и опустыниванием земель, может быть обеспечена научно обоснованным выбором соответствующих практик и подходов устойчивого управления земельными ресурсами (УУЗР). Очевидно, что повышение качества образования и компетенций, распространение знаний в области достижения целей устойчивого развития (ЦУР) ООН и рационального природопользования является одной из важнейших задач современных образовательных стандартов. Только путем подготовки специалистов широкого профиля в области УУЗР можно решить указанные задачи.

В 2018 и 2019 годах Региональное представительство Международного центра сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах по Центральной Азии и Южному Кавказу (ИКАРДА ЦАК), Евразийский центр по продовольственной безопасности МГУ имени М.В. Ломоносова (ЕЦПБ) при поддержке Международного научно-исследовательского института продовольственной политики (ИФПРИ) организовали в Ташкенте семинары для преподавателей аграрных ВУЗов Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана направленные на поддержку внедрения междисциплинарных учебных курсов по УУЗР в систему подготовки специалистов в области сельского хозяйства в Центральной Азии. Результатом работы семинаров стало определение основных тем и структуры подобных курсов, а также – решение о подготовке методического руководства по практикам УУЗР.

Основная цель настоящего руководства – заложить методическую базу для подготовки учебных курсов по УУЗР для преподавания будущим специалистам в области земледелия, почвоведения, растениеводства, мелиорации и управления водными ресурсами, ландшафтного планирования, рационального природопользования и других сельскохозяйственных, экологических, экономических и смежных специальностей в ВУЗах Центральной Азии.

Введение в устойчивое управление земельными ресурсами: понятия и концепции

О.В. Андреева, Р.Ч. Шарма

Значение земельных ресурсов. Современные вызовы

В наши дни деградация земель затрагивает людей и экосистемы на всей планете, способствуя изменению климата и одновременно являясь результатом глобальных изменений (Olsson et al., 2019). По существующим оценкам (Hori et al., 2001; Bai et al., 2008) к началу 21 века около 24% площади суши деградировало, непосредственно влияя на благосостояние более чем 1,5 миллиардов человек, при этом нагрузка на экосистемы и земельные ресурсы только возрастает. Антропогенной деградации подвержены 34% (1 660 млн га) сельскохозяйственных земель (ФАО, 2021). Растущее противостояние между спросом на блага, обеспечиваемые земельными ресурсами (продовольствие, вода и энергия), и ролью земельных ресурсов в поддержании и регулировании всех жизненных циклов на Земле, ощущается все сильнее (UNCCD, 2017; UNCCD, 2019) особенно в условиях изменения климата и усиливающихся засух. За последние 40 лет доля населения планеты, пострадавшего от засухи, выросла более, чем в два раза, и за тот же период времени от засух пострадало больше людей во всем мире, чем от любых других стихийных бедствий.

Изменение климата только усугубляет засуху во многих частях мира, увеличивая ее частотность, остроту и продолжительность. (ФАО, 2022). Поскольку земельные ресурсы на планете ограничены, внедрение практик устойчивого землепользования являются ключом к снижению деградации земель и обеспечению продовольственной безопасности. Современные глобальные исследования показывают высокую корреляцию между практикой землепользования и деградацией земель (UNCCD, 2017; Assessment millennium ecosystem, 2018; UNCCD, 2019). Опустынивание, деградация земель, эрозия почв и нехватка воды способствуют развитию социального напряжения и кризисов. В связи с этим деградацию земель можно рассматривать как рискообразующий фактор, особенно в ситуациях, когда постепенно снижается возможность использования земель для производства продовольствия и хранения запасов воды или отрицательно сказывается на других жизненно важных экосистемных услугах. Это, в свою очередь, усиливает незащищенность человека и при определенных обстоятельствах может

провоцировать или увеличивать риск возникновения конфликтов и приводить к экологической (или вынужденной) миграции населения (IOM and UNCCD, 2019). Учитывая, что миграция людей, как правило, мотивируется поиском лучших возможностей для их трудоустройства, развитие и масштабирование подходов устойчивого землепользования и восстановление экосистем может рассматриваться как один из путей обеспечения занятости населения и создания так называемых «зеленых профессий» (Andreeva et al., 2022).

Анализ современных практик и приемов устойчивого землепользования (WOCAT: Global SLM Database, 2020;

TerrAfrica, 2016; World Bank, 2018; FAO, 2017) показывают, что их реализация направлена не только на повышение продуктивности и борьбу с деградацией земель, опустыниванием и засухами, но и одновременно позволяет улучшить состояние почвенных и водных ресурсов, сохранить биоразнообразие и природное наследие, восстановить социально-экономическое равновесие и гендерное равенство.

В свете проводимого в настоящее время Десятилетия ООН по восстановлению экосистем (2021-2030 гг.) подчеркивается ведущая роль практик устойчивого землепользования в восстановлении

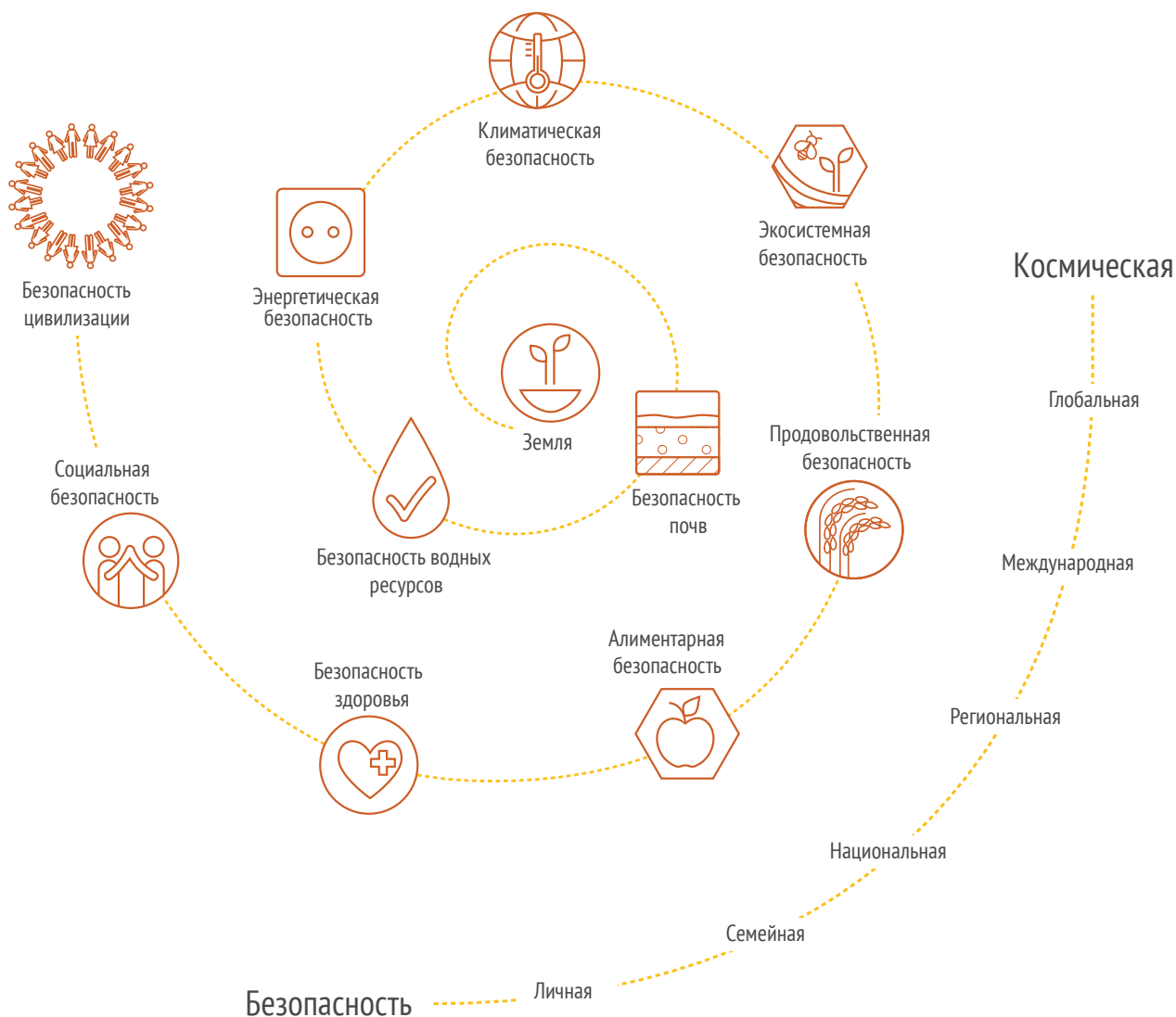


Рисунок 1.1. Значение земельных ресурсов и их основные функции (UNCCD, 2017).

и поддержании качества следующих видов экологических систем:

- 1) сельскохозяйственные угодья,
- 2) луга,
- 3) леса,
- 4) горы,
- 5) пресноводные ресурсы,
- 6) городские районы,
- 7) торфяники,
- 8) океаны и прибрежные районы.

Основной путь восстановления и охраны указанных экосистем – борьба с деградацией земель, совершенствование технологий промышленного и сельскохозяйственного производства, обеспечение необходимых средств к существованию людей при одновременном получении многочисленных

экологических сопутствующих выгод. Это глобальная программа, которая позволит смягчить антропогенную нагрузку на экосистемы и будет способствовать достижению ЦУР ООН.

Как известно, земельные ресурсы являются фундаментальной основой безопасности человечества (рис. 1.1). Одними из основных слагаемых устойчивого существования людей является обеспечение их здоровья, а также – безопасность почв и водных ресурсов, продовольственная безопасность.

Существует общее мнение о том, что при предотвращении деградации земель за счет применения практик устойчивого землепользования и грамотного управления ресурсами на основе использования научных знаний и местных особенностей территории, можно обойтись существенно меньшими затратами, чем при восстановлении уже деградированных или утраченных земель (рис. 1.2).



Рисунок 1.2. «Иерархия откликов» на процессы деградации земель (UNCCD, 2017).

Таким образом, широкое внедрение положительного опыта практик и технологий, которые позволяют *предотвращать, сокращать и обращать вспять* деградацию земель, является вкладом в цели устойчивого развития, в частности – в ЦУР 15: «*Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия*». Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием является основным агентством по выполнению задачи ЦУР 15.3.1. (United Nations Statistical Commission, 2020) – «Вести борьбу с опустыниванием, к 2030 году восстановить деградировавшие земли и почвы, включая земли, затронутые опустыниванием, засухами и наводнениями, и стремиться к тому, чтобы во всем мире не ухудшалось состояние земель». Статистическая комиссия ООН официально утвердила глобальный индикатор для мониторинга этой задачи, обязательный для мониторинга всеми странами ООН: *доля деградированных земель от их общей площади* (United Nations Statistical Commission, 2020). КБО ООН развивает подходы к оценке деградации земель на основе *концепции нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ)* и широко освещает вклад устойчивого управления земельными ресурсами в успешную адаптацию к изменению климата и смягчение его последствий (Orr et al., 2017).

К настоящему времени (на 01.08.2022 г.) уже 129 стран мира присоединились к добровольной программе по установке целей достижения нейтрального баланса деградации земель, в том числе и страны Центральной Азии – Казахстан, Кыргызстан и Узбекистан.

С активным развитием подходов устойчивого землепользования появляются и задачи его оценки (Orr et al., 2017; Kust et al., 2017) типологии и моделирования (Andreeva et al., 2021, Андреева и др., 2022).

Для этого предлагается использовать базовые подходы концепции НБДЗ, которая активно развивается в последние годы во всем мире. Согласно проведенным оценкам, устойчивое землепользование формирует один из главных механизмов, способствующих достижению НБДЗ (Orr et al., 2017).

КБО ООН определяет нейтральный баланс деградации земель как «*состояние, при котором количество и качество земельных ресурсов, необходимое для поддержки функционирования экосистем и экосистемных услуг, а также укрепления продовольственной безопасности, остается стабильным или увеличивается в конкретно определенных временных и пространственных параметрах и экосистемах*». Основными задачами НБДЗ являются:

- поддержание или увеличение запасов природного капитала и экосистемных услуг;
- поддержание или увеличение продуктивности для укрепления продовольственной безопасности, а также защиты водных и энергетических ресурсов;
- повышение устойчивости земельных ресурсов и популяций, зависящих от земель, к внешним воздействиям;
- поиск возможностей для взаимодействия в рамках достижения других социальных, экономических и экологических целей;
- укрепление ответственного и справедливого управления землевладением.

Таким образом, НБДЗ складывается, с одной стороны, за счет природного потенциала земель и мер по его поддержанию, а, с другой, – определяется степенью и скоростью развития неблагоприятных процессов, в общем виде называемых деградацией земель (United Nations Statistical Commission, 2016) (рис. 1.3).



Рисунок 1.3. Схема проведения исследований в области нейтрального баланса деградации земель (по Orr et al., 2017; Cowie et. al., 2018).

Деградация земель

Согласно КБО ООН, «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, полувзасушливых и сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и структурами расселения, таких, как: ветровая и/или водная эрозия почв; ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв; долгосрочная потеря естественного растительного покрова. При этом понятие «земля» трактуется КБО ООН как земная биопродуктивная система, включающая в себя почву, воду, растительность, прочую биомассу, а также экологические и гидрологические процессы, происходящие внутри системы.*

Согласно ГЭФ (Global Environment Facility, 2009), деградация земель определяется как *любое ухудшение естественного потенциала земли, которое влияет на целостность*

экосистемы либо за счет снижения устойчивой продуктивности, либо снижения биологического разнообразия. В «Оценке экосистем на пороге тысячелетия» (Assessment millennium ecosystem, 2005) отмечалась потеря экосистемных функций и услуг во всех наземных биотомах в результате изменений в землепользовании.

Формы деградации земель включают в себя снижение содержания питательных веществ и гумуса (в совокупности такие процессы называют *агроистощением*), ветровую и водную эрозию, потерю почвенного биоразнообразия, засоление, осолонцевание, уплотнение и подкисление. Как правило, антропогенное воздействие распространяется не только на почвы, но и на экосистемы в целом, затрагивая их водные ресурсы, леса и биоразнообразие. Понимание этих процессов и их влияния на экосистемные услуги на местном или региональном уровне обеспечивает разработку передовых практик устойчивого землепользования и определения индикаторов для мониторинга устойчивого землепользования.

Концепция устойчивого землепользования

Концепция устойчивого землепользования (УЗП) или устойчивого управления земельными ресурсами (УУЗР) зародилась на рубеже 1980-90-х годов 20-го века и была сформулирована в 1992 г. на Саммите ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро.

В том же 1992 г. была основана *Глобальная сеть по устойчивому управлению земельными ресурсами (World Overview of Conservation Approaches and Technologies) – WOCAT* (WOCAT: Global

SLM Database, 2020) в рамках которой начался сбор, документирование, оценка, обмен, распространение опыта в области УЗП. Идея WOCAT впервые для своего времени отразила жизненную важность конкретных практик УЗП и необходимость соответствующего управления знаниями в этой области. В 2014 году система WOCAT была официально признана КБО ООН в качестве основной рекомендуемой глобальной базы данных эффективных практик по УЗП. WOCAT функционирует в соответствии со своей стратегией,

разработанной с учетом основных современных глобальных вызовов в области управления земельными ресурсами.

Цель WOCAT заключается в улучшении земель и экосистем (включая почвы, воду, флору и фауну) и источников средств к существованию людей путем обмена, повышения и использования знаний об УЗП. Стратегия WOCAT – поддерживать адаптацию, инновации и принятие решений в области УЗП, включающие:

- повышение продуктивности земель и эффективности водопользования;
- улучшение обеспечения экосистемных товаров и услуг;
- содействие устойчивому использованию биоразнообразия;
- содействие продовольственной безопасности и адаптации / смягчению последствий изменения климата;
- снижение риска бедствий и конфликтов в области использования земельных и водных ресурсов.

На местном уровне внедрение практик УЗП зависит прежде всего от местных природно-климатических особенностей, типа почвы, рельефа местности, доступа к воде, а также от социально-экономических условий, таких, как доступ к финансам, рабочей силе и рынкам, а также культурного контекста и инфраструктуры.

В совокупности эта деятельность направлена на содействие рентабельным инвестициям в практики УЗП и их расширение, одновременно с постепенным сокращением деградации земель.

WOCAT стремится решать стратегические задачи путем следующих действий:

- создание и поддержание эффективной глобальной сети специалистов по УЗП, формирование новых партнерских отношений и максимальное взаимодействие;

- создание и поддержание глобальной базы знаний по УЗП, обобщение опыта и распространение целевой информации;
- укрепление потенциала землепользователей, исследователей, инструкторов, преподавателей для содействия принятию УЗП в различных масштабах с помощью учебных материалов;
- разработка стандартизированных подходов и методов для управления знаниями и поддержки принятия решений на местном, национальном и глобальном уровнях.

В настоящее время база WOCAT насчитывает более 2200 зарегистрированных практик по УЗП из 133 стран мира, среди которых достаточно обширно представлен опыт специалистов стран Центральной Азии. По данным на первое полугодие 2022 г. в системе насчитывается 159 технологий и подходов УЗП: специалисты Казахстана разработали 20 технологий и подходов, специалисты Кыргызстана – 18, специалисты Таджикистана – 181, специалисты Туркменистана – 3, специалисты Узбекистана – 28. Привлечение и обучение новых специалистов позволит расширить платформу по обмену знаниями в этом регионе.

Концепция устойчивости в контексте управления природными ресурсами активно развивается и обсуждается через рассмотрение различных компонентов экосистем, затронутых процессами деградации земель. Так, в 2005 г. в «Оценке экосистем на пороге тысячелетия» (Assessment millennium ecosystem, 2005) было отмечено, что устойчивое интегрированное управление земельными и водными ресурсами является ключевым методом предотвращения деградации земель и опустынивания и сохранения экосистемных услуг. Все способы защиты почв от эрозии, засоления и других форм деградации почвы являются эффективными мерами по предотвращению деградационных процессов.

Экосистемный подход был отражен в рамках Конвенции ООН по сохранению биоразнообразия (Guidelines for ecosystem-based approaches..., 2018), где уделяется особое внимание связи между опытом местного населения и традиционными знаниями, с одной стороны, и современной практикой адаптации к изменению климата и снижению риска бедствий, с другой стороны. Комплексный ландшафтный подход (Sayer et al., 2016) используется в качестве междисциплинарного подхода для оценки состояния экосистем и признан в качестве механизма для достижения целевых задач (Aichi biodiversity targets, 2020) в рамках Конвенции ООН о биологическом разнообразии. Этот подход широко

пропагандируется в мерах по достижению климатически сбалансированных ландшафтов, которые смягчают изменения климата и способны адаптироваться к ним. Все указанные подходы объединены идеей устойчивого развития и гармоничного взаимодействия между человеком и природой.

Исследования в области устойчивого управления земельными ресурсами последних лет включают не только экосистемные оценки, но также рассматривают экономические и социальные аспекты (Медведева, 2009, Сергиенко, 2014, Emerton and Snyder, 2018).

Понятия и определения

Понятие «Sustainable Land Management» переводится на русский язык по-разному в различных литературных источниках, однако наиболее устоявшимися и часто применимыми переводами являются – «устойчивое управление земельными ресурсами» и «устойчивое землепользование». Два этих термина не противоречат друг другу, отражая при этом различные подходы к управлению землями с точки зрения законодательных, нормативно-правовых и юридических аспектов. Кроме того, нередко понятие «управление земельными ресурсами» связано с понятием «управление почвенными ресурсами».

Понятия УУЗР/УЗП используются в следующих областях экологического и сельскохозяйственного менеджмента:

- интегрированное управление плодородием почвы (Глобальное почвенное партнерство, 2018),
- повышение содержания почвенного органического углерода (Chotte et al., 2019),

- ресурсосберегающее сельское хозяйство и улучшенное управление пастбищами (Liniger et al., 2011),
- восстановление экосистем в целом (Critchley et al., 2021).

Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) рассматривает УЗП как *путь к минимизации деградации земель, восстановлению деградированных территорий, сохранению природных ресурсов для производства продовольствия и обеспечению оптимального использования земельных ресурсов на благо нынешнего и будущих поколений* (FAO, 2022).

Согласно WOCAT, *устойчивое землепользование (УЗП, УУЗР) (Sustainable Land Management, SLM) – это использование земельных ресурсов, включающих почвы, воду, растительный и животный мир, для производства товаров и услуг, отвечающих изменяющимся потребностям людей, при условии обеспечения долгосрочного продуктивного потенциала этих ресурсов и сохранения их экологических функций.*

Партнерство между ФАО, Всемирным банком, Новым партнерством в интересах развития Африки (NEPAD) и другими учреждениями-исполнителями TerrAfrica определяет УЗП как *внедрение систем землепользования, которые благодаря соответствующей практике управления позволяют землепользователям максимизировать экономические и социальные выгоды от земель, сохраняя или усиливая экологические функции земельных ресурсов* (TerrAfrica, 2016).

Всемирный банк (World Bank, 2005) дает следующее определение SLM: *основанный на знаниях процесс, который помогает интегрировать управление земельными и водными ресурсами, биоразнообразие и окружающую среду (включая внешние факторы производства) для удовлетворения растущих потребностей людей в продовольствии при одновременном поддержании экосистемных услуг и средств к существованию*. Отмечается, что некорректное землепользование может привести к деградации земель и значительному снижению их продуктивности, утрате экосистемных услуг (биоразнообразие, гидрология, поглощение углерода) и функций водосборов и ландшафтов.

По определению ФАО (FAO, 2020), *устойчивое управление земельными ресурсами включает меры и методы, адаптированные к биофизическим и социально-экономическим условиям, направленные на защиту, сохранение и устойчивое использование ресурсов (почвы, воды и биоразнообразия) и восстановление деградированных природных ресурсов и их экосистемных функций*.

Как следует из приведенных определений, основное внимание при планировании мероприятий по устойчивому землепользованию уделяется сбалансированному использованию природных ресурсов при сохранении экосистемных функций и услуг (рис. 1.4).

В настоящее время принято, что Устойчивое управление земельными ресурсами (УУЗР) представляет собой *целостный подход к достижению долгосрочных продуктивных экосистем путем интеграции природного, социокультурного и экономического капитала и является одним из основных механизмов борьбы с деградацией земель и способом достижения нейтрального баланса деградации земель для обеспечения продовольственной безопасности и благосостояния людей* (Barbut, 2017).

Напротив, неустойчивые практики землепользования являются основными причинами деградации земель, особенно, – опустынивания и обезлесения, что ведет к снижению продуктивности земель. Последствиями такой деятельности является эрозия почв, ликвидация ареалов местообитаний, снижение сельскохозяйственной продуктивности и потеря экосистемных услуг в целом. Изменения климата только усугубляют указанные процессы деградации земель (Cowie et al., 2018).

Очевидно, что не существует единого и универсального подхода или практики устойчивого землепользования, которую можно было бы адаптировать для всех территорий. Методы устойчивого управления земельными ресурсами должны быть определены в строгом соответствии с природно-климатическими и социально-экономическими условиями местности и нацелены на решение конкретных проблем. Выбор соответствующих практик и подходов УУЗР является важным шагом в обеспечении эффективности управления и восстановления земель (FAO, 2020). Определение оптимальных подходов, методов или технологий, которые могут внедрить землепользователи для предотвращения деградации или восстановления уже деградированных земель в определенных природных и социально-экономических условиях, является одной из основных задач УУЗР.



Рисунок 1.4. Основы планирования мероприятий по УУЗР (UNCCD, 2017)

Внедрение практик УУЗР

Сформулировано 10 основных «законов», определяющих устойчивое управление земельными ресурсами (Lal, 2009):

1. Процессы деградации почвы обусловлены экономическими, социальными и политическими силами.
2. Концепция УУЗР актуальна только тогда, когда удовлетворены все основные потребности человека.
3. Поддержание пула питательных веществ и углерода в почвах может быть

обеспечено только соответствующими сбалансированными агротехнологиями.

4. Непогодородные почвы, обрабатываемые с минимальным вложением средств, дают низкую урожайность сельскохозяйственных культур и поддерживают лишь низкий уровень жизни людей.
5. Растения не могут «различать» питательные вещества, поставляемые через органические или неорганические источники в частности, – из органических

или минеральных удобрений); это вопрос логистики, стоимости и доступности.

6. Сельскохозяйственные земли могут быть источником или поглотителем парниковых газов в зависимости от типа землепользования и управления этими землями.
7. Углекислый газ, выделяемый при минерализации почвенного органического вещества, обладает тем же эффектом глобального потепления, что и углекислый газ, образующийся при сжигании ископаемого топлива.
8. Потенциал урожайности с применением селекционных сортов семян может быть реализован в полной мере только при выращивании сельскохозяйственных культур на плодородных почвах и в оптимальных агрономических условиях.
9. Устойчивое управление земельными ресурсами является двигателем экономического развития, политической стабильности и развития сельских общин, особенно в развивающихся странах.
10. Устойчивое управление почвой подразумевает использование современных инноваций, основанных на традиционных знаниях.

В соответствии с этим положениями определяются основные шаги по внедрению практик УЗП на местном, региональном и глобальном уровнях, как это представлено на рис. 1.5.

Для расширения масштабов реализации методов устойчивого землепользования

необходимо начать с анализа, выявляющего природные, социальные или административные ограничения (Этап 1). Далее необходимо привлечь все заинтересованные стороны к принятию решений о землепользовании на основе коллективной оценки экологических, социальных, экономических, технологических и политических условий и с учетом основных факторов, приводящих к деградации земель (Этап 2). Затем следует четко определить текущие масштабы деградации земель с точки зрения как биологической, так и экономической продуктивности (Этап 3). Следующий этап – это анализ возможных вариантов управления с использованием таких критериев, как совершенствование отбора сельскохозяйственных культур или повышение продуктивности биомассы, экономические выгоды/издержки и степень социального и культурного развития (Этап 4). Параллельно следует определить приоритетные варианты устойчивого землепользования и их потенциальные масштабы, основываясь на опыте успешных практик или местных благоприятных факторах (Этап 5). Необходимо создать демонстрационные участки для реализации экспериментальных проектов (Этап 6), с учетом необходимого финансирования.

Современные научные разработки и традиционные знания играют важнейшую роль в выборе оптимальных практик устойчивого землепользования с учетом местной специфики и определенных природных, социально-экономических, политических и финансовых условий.

Категории практик УУЗР

Практики устойчивого землепользования подразделяются на следующие категории:

- предотвращение изменения структуры землепользования и защита уязвимых земель;
- предотвращение, сокращение деградации земель и восстановление деградированных почв;
- контроль эрозии почв;

- повышение запасов воды в почве;
- контроль содержания органических веществ в почве (закрепление углерода в почве);
- управление и повышение плодородия почвы;
- содействие комплексному управлению почвами, сельскохозяйственными культурами и водами, а также интегрированными агролесомелиоративными и агролесопастбищными системами;



Рисунок 1.5. Уровни внедрения практик устойчивого землепользования (UNCCD, 2019).

- реабилитация и устойчивое управление засушливыми землями (например, – регулирование выпаса скота);
- повышение продуктивности сельскохозяйственных культур и воды и управление засоленными почвами в орошаемом земледелии.

Для определения практики УЗП к той или иной категории необходимо воспользоваться Анкетой по УЗП (WOCAT) (рис. 1.6), которая является основным инструментом для документирования, оценки и распространения опыта в области УЗП. Это – документ, который позволяет провести комплексную оценку природных, социальных и экономических условий реализации технологии. Особое внимание здесь уделяется применению традиционных методов и подходов, принятых для данной территории. Полное описание и классификация технологии позволяет определить слабые стороны проекта и преимущества внедрения инновационных подходов. Обязательный экономический расчет позволяет прогнозировать стоимость вложений и затрат на единицу площади. В каждом случае обязательно оценивается

прямое и косвенное влияние технологии (в пределах ее применения и за пределами территории внедрения).

Основными платформами знаний, предоставляющих информацию о классификации, методах внедрения и оценки практик УЗП, являются:

- Всемирный обзор природоохранных подходов и технологий (WOCAT)
- Технологии и практики для мелких сельхозпроизводителей (TECA)
- Климатический справочник по сельскому хозяйству
- Набор инструментов для устойчивого лесопользования (FAO)
- Управление горными водосборными бассейнами (FAO)
- Good Agricultural Practices (FAO)
- Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие (FAO)
- MEL. Monitoring, Evaluation, Learning (CGIAR)

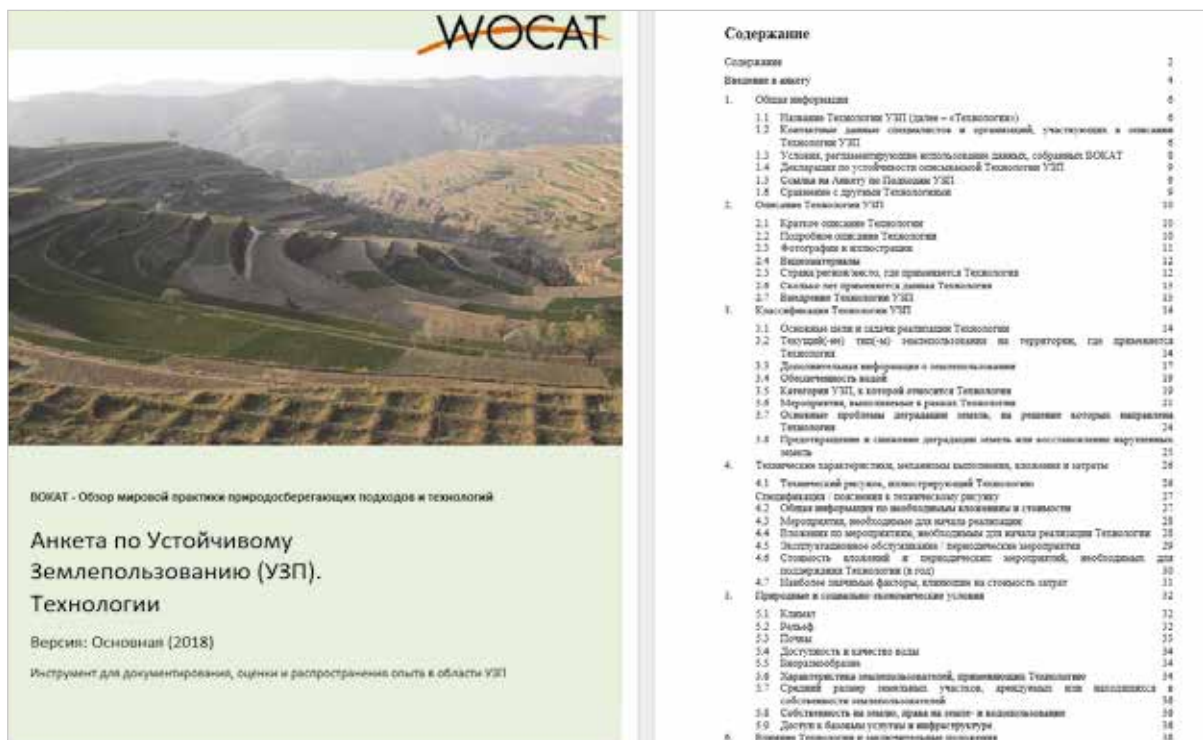


Рисунок 1.6. Фрагмент Анкеты по устойчивому землепользованию WOCAT.

Изменение климата

Наряду с неблагоприятными антропогенными факторами непосредственное влияние на земельные ресурсы оказывают изменения климата, приводящие либо к восстановлению природного или накопленного потенциала экологических систем, либо к усугублению имеющихся процессов деградации (в ряде случаев вызывая новые формы деградации земель). Согласно оценочному докладу IPCC (Olson et al., 2019) частота и интенсивность некоторых экстремальных погодных и климатических явлений увеличились в результате глобального потепления и с высокой долей вероятности будут продолжать расти (при определенных сценариях выбросов

парниковых газов в атмосферу). Для того, чтобы предотвратить, сократить и/или обратить вспять процессы деградации, смягчить воздействие изменения климата и/или адаптироваться к нему, необходим выбор адекватных технологий устойчивого управления земельными ресурсами (рис. 1.7).

Местные и региональные практики и технологии, основанные как на передовых научных достижениях, так и на традиционных знаниях местного населения, позволяют противостоять процессам опустынивания и деградации земель, способствуя также смягчению последствий изменения климата.



Рисунок 1.7. Концептуальная схема влияния изменения климата на землепользование (Olson et al., 2019).

Практики УУЗР в засушливых регионах повышают продуктивность сельского хозяйства и способствуют адаптации к изменению климата. Применение комплексного подхода по управлению культурами, почвенными и водными ресурсами может успешно использоваться для снижения степени деградации земель и повышения устойчивости сельскохозяйственных систем. Эти меры включают в себя диверсификацию сельскохозяйственных культур и внедрение засухоустойчивых видов растений, снижение интенсивности обработки почвы, внедрение усовершенствованных методов полива (капельное орошение и др.), методов сохранения влаги (например, сбор дождевой воды), а также сохранение растительного покрова и применение мульчирования.

Кроме того, необходимо отметить, что системы управления пастбищами повышают продуктивность пастбищных угодий и эффективность соответствующих экосистемных услуг. Комбинированное использование солеустойчивых культур, улучшенных методов ирригации, применение мульчи и компоста – все это является эффективными мерами для снижения вторичного засоления почв. Методы стабилизации песчаных дюн способствуют снижению песчаных и пыльных бурь. Методы агролесомелиорации и защитные лесополосы помогают снизить интенсивность эрозии почвы, стабилизировать и уменьшить пыльные бури, а также способствуют накоплению углерода в почве.

Международное сотрудничество в области УУЗР в Центральной Азии

Проблемы, вызванные изменением климата, напрямую угрожают продовольственной безопасности в различных регионах Земли. Увеличивающийся спрос на производство возрастающего количества продуктов питания усиливает необходимость более интенсивного сельскохозяйственного использования земель, что приводит к их деградации и порождает дефицит земельных ресурсов.

Международный центр сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах (ИКАРДА) работает в Центральной Азии для решения проблем рационального и эффективного управления земельными ресурсами этого региона. Миссия данного центра – сокращение бедности населения и повышение продовольственной безопасности региона за счет контроля баланса макро- и микроэлементов питания растений, водных ресурсов и мониторинга состояния окружающей среды в условиях нарастания глобальных экологических проблем,

включая изменение климата. Специалисты ИКАРДА объединяют в своих исследованиях методические подходы, связанные с сельским хозяйством, охраной природы и управлением водными ресурсами, с одной стороны, и подходы, рассматривающие экосистемные функции и услуги, жизненно важные для человека, и региональные ценности, с другой стороны.

Основное внимание в исследовательских проектах, осуществляемых ИКАРДА, уделяется засушливым регионам Центральной Азии, которые находятся в особых условиях рискованного земледелия, и где в полной мере проявляются проблемы низкого плодородия и эрозии почв, ограниченного доступа к водным и/или продовольственным ресурсам. Так, в рамках проекта «Исследования устойчивого управления земельными ресурсами» (SLM-R) программы «Инициатива стран Центральной Азии по управлению земельными ресурсами» (ИСЦАУЗР) (Gupta et al., 2009) исследователи

ИКАРДА разработали технологические приемы ведения сельскохозяйственного производства, которые могут быть

использованы не только в Центральной Азии, но и в других регионах мира (рис. 1.8-1.12).



Почвозащитное земледелие для ненарушенной почвы: сокращение вспашки, увеличение содержания гумуса, обогащение почвы растительными остатками и севообороты, которые включают благоприятные для почвы культуры (Нурбеков и др., 2016).

Рисунок 1.8. Сбор урожая, сбор соломы и посадка второго урожая; все операции выполняются с использованием принципа почвозащитного земледелия (фото: А. Нурбеков).



Посев в гребень для улучшения дренажа почвы, что способствует более быстрому просыханию и прогреванию почвы весной, а также обеспечивает лучшие почвенные условия для сельскохозяйственных культур, нуждающихся в качественном дренаже.

Рисунок 1.9. Посев пшеницы в гребень (фото: Т. Юлдашев).



Смешанные посевы с бобовыми культурами для повышения урожайности и улучшения здоровья почвы.

Рисунок 1.10. Смешанные посевы кукурузы и маша (фото: А. Нурбеков).



Рисунок 1.11. Посев бобовых в стерню пшеницы без обработки почвы (фото: А. Нурбеков).

Посев нового урожая в стерню предыдущего урожая уменьшает потребность в обработке почвы и сокращает интервал между двумя посевами.



Рисунок 1.12. Засухоустойчивый нут выращивается на богарных землях в качестве замены зерновых культур (фото: Т. Юлдашев).

Внедрение устойчивых к засухе сортов нута на богарных землях не только обеспечивает более высокий доход (чем традиционно выращиваемые злаки), но и способствует закреплению азота в почве из атмосферы.

Распространение опыта перспективных технологий УУЗР

Подходы, разработанные для УУЗР в рамках вышеописанного проекта ИСЦАУЗР, четко продемонстрировали для территории Центральной Азии высокий потенциал восстановления экосистемных услуг и повышения продуктивности агроценозов как на

благо людей, так и окружающей среды. Дальнейшие шаги специалистов ИКАРДА были направлены на распространение полученных результатов и развитие других инициатив, направленных на расширение потенциала практик УЗП.

В рамках Глобальной исследовательской программы по засушливым системам, проводимой под руководством ИКАРДА Консультативной группой по международным исследованиям в области сельского хозяйства (CGIAR), были апробированы различные инновационные технологии ведения аграрного производства на тестовых (контрольных) участках в регионе Аральского моря и Ферганской долины. Известно, что этот регион является ареной интенсивного ведения сельского хозяйства. Указанные работы проводились с привлечением местных фермеров при финансовой поддержке со стороны Российской Федерации.

Также ИКАРДА и партнеры разработали региональную мета-базу данных для динамической оценки риска деградации и восстановления земель, которая сформировала платформу для расширения подходов ИСЦАУЗР в более широком масштабе. Эта платформа включает ГИС-технологии, которые позволяют подбирать приемы УУЗР для регионов со сходными агроэкосистемами и структурой землепользования. Доступ к данной информации можно получить на портале ИКАРДА «Мониторинг, оценка и обучение» (Monitoring, Evaluation and Learning, 2020).

Кроме того, комплексная платформа обмена знаниями была создана для закрепления результатов исследований УУЗР в ИСЦАУЗР и содействия их широкому распространению среди заинтересованных сторон. Этот ресурс позволяет синтезировать и анализировать информацию, восполняет пробелы в знаниях, дает возможность распространения информации о технологиях и методах УУЗР на уровне фермеров, профильных специалистов, местных организаций и ответственных лиц, принимающих решения посредством комплексного использования веб-сайта, баз данных, консультативных услуг, тренингов, видеоматериалов и блогов. Ресурсы по технологиям и подходам УУЗР, применяемые ИКАРДА, доступны на английском и русском языках (ICARDA/IFAD/CACILM, 2012).

Другими образцами передовых практик устойчивого землепользования из различных регионов мира, опыт которых может быть распространен и в других странах, могут послужить примеры из базы данных WOCAT, представленные на платформе обмена знаниями КБО ООН (UNCCD, 2020) (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Практики устойчивого землепользования, представленные на платформе обмена знаниями КБО ООН (UNCCD, 2020).

Примеры практик УЗП	Описание
	<i>Технология по производству и применению биогазума в Кыргызской республике. Технология относится к категории комплексного управления почвенным плодородием.</i>

Примеры практик УЗП	Описание
	<i>Технология применения фито-пестицидов, внедренная в Таджикистане. Технология относится к категории снижения биологической деградации.</i>
	<i>Технология посадки деревьев совместно с устройством влагонакопительных каналов представлена специалистами из Туркменистана. Технология относится к категории защиты почв от эрозии почв и управления водными ресурсами, предотвращения биологической деградации.</i>

Обзор некоторых других подходов и технологий УУЗР, разработанных, задокументированных и внедренных при

поддержке ФАО, ГЭФ, ИКАРДА, проекта ИСЦАУЗР и других международных программ, приведен в Модуле 11.

Список источников

- Глобальное почвенное партнерство.
Пленарная ассамблея, 6 сессия. Рим,
11–13 июня 2018.
[https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/
GSP/sixth_plenary/RUSSIAN/GSPPA_
VI_2018_3_r.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/sixth_plenary/RUSSIAN/GSPPA_VI_2018_3_r.pdf)
- Медведева О.Е. 2009. *Проблемы устойчивого
землепользования в России*. Институт
устойчивого развития / Центр
экологической политики России, Москва.
- Нурбеков С.И., Жангазиев А.С.,
Аманова К.С. 2016. “Селекция озимой
мягкой пшеницы в Казахстане.”
Евразийский Союз Ученых, (2–5 (23)).
- Сергиенко А.М. 2014. “Внедрение
инновационных технологий как фактор
устойчивого землепользования:
социальные аспекты исследования
в сельских районах Алтайского края.”
Островские чтения, №1, стр. 349–354.
- ФАО. 2021. *Состояние Мировых Земельных
и Водных Ресурсов для Производства
Продовольствия и Ведения Сельского
Хозяйства. Системы на Пределе.
Сводный доклад 2021*. Рим.
<https://doi.org/10.4060/cb7654ru>
- Andreeva O.V., Lobkovsky V.A., Kust G.S.,
Zonn I.S. 2021. “The Concept of
Sustainable Land Management: Modern
State, Models and Typology Development”.
Arid Ecosyst. V. 11. P. 1–10.
- Andreeva O., Sebentsov A., Kust G., Kolosov V.
2022 (in print). *Study on Climate Change,
Land Degradation and Migration Nexus in
Central Asia*. United Nations Convention
to Combat Desertification, Institute of
Geography of Russian Academy of Sciences.
- Assessment Millennium Ecosystem. 2005.
Ecosystems and Human Well-Being (Vol. 5).
United States of America: Island press.
- Bai Z.G., Dent D.L., Olsson L.,
Schaepman M.E. 2008. “Identification by
Remote Sensing”. *Global assessment of
land degradation and improvement*. Report
01, ISRIC – World Soil Information,
Wageningen.
- Brondizio E.S., Settle J., Díaz S., Ngo H.T.
2019. *Intergovernmental Science-Policy
Platform on Biodiversity and Ecosystem
Services (IPBES) Global Assessment Report
on Biodiversity and Ecosystem Services of the
Intergovernmental Science-Policy Platform on
Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn.
<https://ipbes.net/global-assessment>
- Chotte J.L., Aynekulu E., Cowie A. et al.
2019. “Realising the Carbon Benefits of
Sustainable Land Management Practices:
Guidelines for Estimation of Soil Organic
Carbon in the Context of Land Degradation
Neutrality Planning and Monitoring.”
*A Report of the Science-Policy Interface.
United Nations Convention to Combat
Desertification*. UNCCD. Bonn.
[https://catalogue.unccd.int/1209_UNCCD_
SPI_2019_Report_1.1.pdf](https://catalogue.unccd.int/1209_UNCCD_SPI_2019_Report_1.1.pdf)
- Critchley W., Harari N., Mekdaschi-Studer R.
2021. *Restoring Life to the Land:
The Role of Sustainable Land Management
in Ecosystem Restoration*.
[https://www.unccd.int/sites/default/
files/documents/2021-10/211018_
RestoringLifeToTheLand_Report%20
%282%29.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2021-10/211018_RestoringLifeToTheLand_Report%20%282%29.pdf)
- Cowie A.L., Orr B., Victor M., et al. 2018.
“Land in balance: The scientific conceptual
framework for Land Degradation
Neutrality.” *Environmental
Science & Policy*, 79, 25-35.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.011>
- Emerton L., Snyder K.A. 2018. “Rethinking
sustainable land management planning:
Understanding the social and economic
drivers of farmer decision-making

- in Africa”. *Land Use Policy*, Volume 79, 684-694.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.041>
- FAO. 2017. *Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome, Italy.
- FAO. 2022. *Sustainable Land Management*.
https://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd16/documents/fao_factsheet/land.pdf
- FAO. 2022. *Drought and Agriculture*.
<https://www.fao.org/land-water/water/drought/droughtandag/en/>
- Guidelines for Ecosystem-based Approaches to Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction. 2018.
<https://www.cbd.int/sbstta/sbstta-22-sbi-2/EbA-Eco-DRR-Guidelines-en.pdf>
- Global Environment Facility. 2009. *Investing in Land Stewardship. GEF's Efforts to Combat Land Degradation and Desertification Globally*.
https://www.thegef.org/sites/default/files/publications/Investing-land-degradation-English_0.pdf
- Gupta R., Kienzler K., Martius C., Mirzabaev A., Oweis T., De Pauw E., ... Ikramov R. 2009. “Research prospectus: a vision for sustainable land management research in Central Asia.” *ICARDA Central Asia and Caucasus program. Sustainable agriculture in Central Asia and the Caucasus series*, 1, 84.
- Hori Y, Stuhlberger C., Simonett O. 2011. *Desertification: A Visual Synthesis*. UNCCD. Bonn, Germany.
- ICARDA/IFAD/CACILM. 2012. *Technologies and Approaches on Sustainable Land Management in Central Asia*
http://www.cacilm.org/docs/Tehnologii%20i%20podhody%20UUZR-SLM%20technologies%20and%20approaches_en.pdf
- Kust G., Andreeva O., Cowie A. 2017. “Land Degradation Neutrality: Concept development, practical applications and assessment.” *Journal of environmental management*, 195:1, 16-24.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.043>
- Lal R. 2009. “Laws of Sustainable Soil Management”. *Sustainable Agriculture*. Springer, Dordrecht.
https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8_2
- Lichtfouse E., Navarrete M., Debaeke P., Souchere V., Alberola, C. 2009. “Sustainable agriculture.” *Sustainable Agriculture*. Springer Netherlands.
<https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8>
- Liniger H.P., Studer R.M., Hauert C., Gurtner M. 2011. *Sustainable Land Management in Practice. Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa*.
<https://www.fao.org/3/i1861e/i1861e00.pdf>
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Nurbekov A., Kassam A., Sydyk D., Ziyadullaev Z., Jumshudov I., Muminjanov H., Feindel D., Turok J. 2016. *Practice of conservation agriculture in Azerbaijan, Kazakhstan and Uzbekistan*. FAO, Ankara, Turkey.
<http://www.fao.org/3/a-i5694e.pdf>
- Olsson L., Barbosa H., Bhadwal S., Cowie A., Delusca K., Flores-Renteria, D., ... Stringer, L. 2019. *IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land 5 Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and 6 Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems* (p. 1). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Orr, B.J., A.L. Cowie, V.M. Castillo Sanchez, P. Chasek, N.D. Crossman, A. Erlewein, G. Louwagie, M. Maron, G.I. Metternicht, S. Minelli, A.E. Tengberg, S. Walter, and S. Welton. 2017. *Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface*. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.

https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2019-06/LDN_CF_report_web-english.pdf

World Bank. 2018. *Agriculture Investment Sourcebook. Agriculture and Rural Development*. Washington, DC: World Bank. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/7308>.

Sanz M.J., De Vente J., Chotte J.L., Bernoux M., Kust G., Ruiz I., Almagro M., Alloza J.A., Vallejo R., Castillo V., Hebel A., Akhtar-Schuster M. 2017. “*Sustainable Land Management contribution to successful land-based climate change adaptation and mitigation. The Report of the Science-Policy Interface.*” United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn, Germany.

Sayer J.A., Margules C., Boedhihartono A.K., Sunderland T., Langston J. D., Reed J., ... Purnomo A. 2017. “Measuring the Effectiveness of Landscape Approaches to Conservation and Development.” *Sustainability Science*, 12(3), 465-476.

UNCCD. 2017. *The Global Land Outlook, first edition*. Bonn, Germany. https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-06/GLO%20Russian_Full_Report_rev1.pdf

UNCCD. 2019. *The Global Land Outlook. Northeast Asia Thematic Report*. Bonn, Germany.

https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2019-08/GLO%20Northeast%20Asia%20report_WEB.pdf

Электронные ресурсы:

Aichi biodiversity targets. 2020. Strategic plan. <https://www.cbd.int/sp/targets/>

Monitoring, evaluation and learning. 2020. <https://mel.cgiar.org>

FAO. 2020. SLM practices. <https://www.fao.org/land-water/land/sustainable-land-management/slm-practices/en/>

TerrAfrica. 2016. <https://www.fao.org/land-water/land/sustainable-land-management/terrafrica/en/>

UNCCD. 2020. Knowledge hub. <https://knowledge.unccd.int/>

United Nations Statistical Commission. 2020. SDG indicators. <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/>

WOCAT Global SLM Database. 2020. <https://www.wocat.net/en>

Деградация почв (земель) в Центральной Азии: подходы к оценке и практики управления

О.В. Андреева, А.А. Контобойцева, Д.А. Кодирова, А.С. Сорокин

В последние десятилетия деградация земель является одним из ведущих вызовов на планете. Эта проблема затрагивает все компоненты экосистем – почвы, воду и биоту, тем самым непосредственно влияя на здоровье и благополучие человека.

Деградация земель характеризуется снижением или полной утратой биологической и экономической продуктивности земли. Деградация земельных ресурсов часто вызвана действиями человека и усугубляется природными процессами, такими как изменение климата. Около 25% поверхности пахотных земель по всему миру считаются деградированными; ежегодно к общей площади деградированных земель добавляется около 12 млн га. Экономический ущерб от деградации земельных ресурсов оценивается в 490 миллиардов долларов США ежегодно, что составляет от трех до шести процентов всемирного валового внутреннего продукта (UNCCD, 2015).

Как правило, деградация земель является результатом нерационального использования или чрезмерной эксплуатации земельных ресурсов, а также проявляется в результате природных и климатических катаклизмов и чрезвычайных ситуаций. Деградация земель обусловлена тремя основными группами факторов:

биофизическими, определяющими режим и природные риски землепользования; институциональными, регулирующими политику землепользования; социально-экономическими – влияющими на спрос и управление земельными ресурсами (Глобальный климат и почвенный покров России..., 2019). К первым обычно относят климат, растительность, рельеф местности и доступность воды. Экономическая ситуация определяет управленческие решения. Институциональные факторы часто определяются исторически сложившимися культурными нормами, правами собственности и владения, а также воздействием политических и экономических решений.

Центральноазиатский регион является одним из очагов деградации земель и опустынивания, где наряду с экологическими проблемами остро стоят вопросы обеспечения продовольственной безопасности, сохранения социального баланса и здоровья населения (FAO, 2011; FAO, 2017; Lioubimtseva, 2018). Так, по данным Европейской комиссии по сельскому хозяйству (ФАО, 2015) в Центральной Азии и на Кавказе (ЦАК) основными факторами, способствующими деградации почв, являются рост населения и изменение климата (аридизация). Субрегион сталкивается 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 в условиях изменения климата. Основные причины деградации земельных и водных ресурсов связаны с их нерациональным использованием, усугубляемым повышенными рисками стихийных бедствий, таких как засуха, в условиях изменяющегося климата (ФАО, 2015).

Деградация пастбищных угодий, опустынивание, вырубка лесов, забрасывание пахотных земель, вторичное засоление и эрозия почв на пахотных землях являются характерными проявлениями деградации земель в странах Центральной Азии. Прямым последствием деградации почв и пахотных земель в течение последних десятилетий является сокращение ежегодной сельскохозяйственной прибыли в регионе примерно на 27% (SACILM, 2016). Для расширения масштабов использования комплексных методов управления природными ресурсами необходимы совместные усилия национальных правительств и международных организаций по привлечению инвестиций и оказанию технической поддержки землепользователям.

Государства Центральной Азии – Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан входят в так называемую «зону Приаралья». Территория обсыхающего Аральского моря на протяжении последних десятилетий является основной «горячей точкой» региона (Международный фонд спасения Арала..., 2019), где неконтролируемый забор воды на орошение

из рек Амударья и Сырдарья привел к экологической катастрофе (рис. 2.1) (Куст, 1999; Зонн и др., 2018; Jiang и др., 2019; Ruan, 2020).

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. Проблема усугубляется климатическими условиями в регионе. Возросла частота проявлений экстремальных климатических явлений, таких как частые засухи. В последние годы в регионе Аральского моря число дней с температурой выше 40° С в летний период увеличилось в два раза. Зимы стали холоднее и суровее (Summary report, 2019). Вследствие изменения температурного режима изменилась и структура атмосферного влагопереноса над территорией Центральной Азии. При этом осадки стали выпадать преимущественно в теплый период года, что привело к сокращению объемов горных ледников Памира и Тянь-Шаня (темп 0,2%–1% в год). Наблюдаются тенденции сокращения запасов снега в бассейнах горных рек региона, что ведет и к ухудшению условий водообеспеченности сельского хозяйства (Агентство МФСА,).

В Центральной Азии деградация земельных ресурсов (рис. 2.2) в значительной степени затрагивает население сельской местности, подрывая продуктивность и устойчивость фермерских хозяйств (ФАО, 2019), которые наиболее уязвимы в отношении бедности и безработицы и напрямую зависят от качества и продуктивности земель. Сельское хозяйство остается основным



Рисунок 2.1. Состояние Аральского моря в период с 1964 по 2017 гг. (Агентство МФСА, 2017).

источником доходов для сельского населения, включая животноводство (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан), лесную продукцию (Кыргызстан), маломасштабное сельское хозяйство (Казахстан, Таджикистан) и производство волокна (Таджикистан, Узбекистан). По оценкам на 2013 год (UNDP, 2013), более четверти населения Казахстана и Узбекистана уже живут на деградированных землях, в Кыргызстане, Таджикистане и Туркменистане эта доля составляет около 10-11%. В Узбекистане по оценкам экспертов (UNCCD, 2019) 4% всех деградированных земель относится к бассейну обсохшего Аральского моря.

В связи с ростом численности населения в Центральноазиатском и Европейском регионах (ожидается увеличение до 9,7 млн человек к 2050 году (UN DESA, 2017)), возрастет и спрос на продукты питания и корма, что повлечет изменения в структуре потребления на определенные виды товаров и услуг. Это, в свою очередь, создаст дополнительный стресс для природных ресурсов, в том числе земельных и водных, которые уже в настоящее время испытывают повышенную нагрузку в связи с нерациональным использованием.

В советский период был накоплен огромный опыт в исследовании аридных территорий, где основное внимание в связи с проблемой опустынивания уделялось именно среднеазиатским регионам. Аридные территории СССР занимали, по разным оценкам, от 200 млн га до 300 млн га (Харин и др., 1986; Бабаев и др., 1990), и их значительная часть была представлена песчаными пустынями и полупустынями. Экспертные оценки начала 2000-х годов также были акцентированы на процессах опустынивания в Центральной Азии, согласно которым до 80% территории Туркменистана и Узбекистана были подвержены опустыниванию, в Казахстане отмечалось до 66% опустыненных и деградированных земель (Saigal, 2003), в Кыргызстане и Таджикистане от 88% до 97% сельскохозяйственных земель подвержены эрозии почв (Джи, 2008). Недавние изменения в землепользовании создали серьезные проблемы для традиционных ландшафтов и систем хозяйствования, усилив процессы и последствия опустынивания и деградации земель. Эта тенденция особенно важна для достижения ЦУР 2, Задачи 2.3 и 2.4, связанные с устойчивым сельским хозяйством.

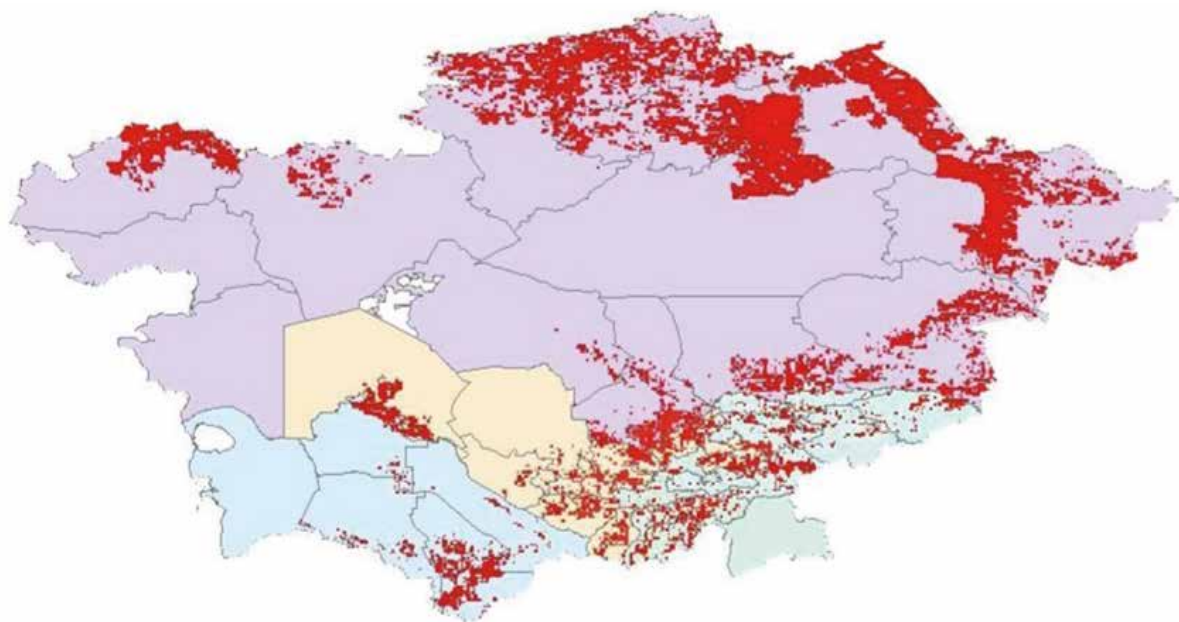


Рисунок 2.2. Районы деградации земель в Центральной Азии (Mirzabaev et al., 2016; Le et al., 2014), выделены красным цветом.

Основное давление на почвенные ресурсы в Центральной Азии оказывает нерациональное управление земельными и водными ресурсами, в частности, из-за неэффективного орошения и неустойчивых методов ведения сельского хозяйства (таких как производство монокультуры хлопка, ненадлежащее использование удобрений, недостаточный уход за почвой, выбивание пастбищных земель и т.д.), что приводит к эрозии почвы, потере органического вещества, истощению питательных веществ и вторичному засолению. Кроме того, среди негативных антропогенных воздействий

отмечаются незаконная вырубка леса, а также другие виды деятельности, такие как добыча полезных ископаемых и строительство (ФАО, 2015). Таким образом, деградации земель в Центральной Азии в значительной степени обусловлена чрезмерной эксплуатацией и ухудшением состояния природных ресурсов в результате деятельности человека, что усугубляется увеличением частоты проявлений экстремальных климатических явлений и стихийных бедствий (засух, наводнений и оползней).

Деградация почв

Понятие «*деградация почв*» отличается от понятия «*деградация земель*».

Деградация почв представляет собой совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, снижению их плодородия, количественному и/или качественному ухудшению состава, свойств и режимов почв, снижению природно-хозяйственной значимости земель.

До настоящего времени единое общепризнанное определение деградации почв отсутствует из-за многосторонности понятия, связанной как с природными, так и антропогенными обстоятельствами, включая экономическую деятельность человека (Куст и др., 2018). Деградированные почвы являются опасными природными (или природно-антропогенными) объектами, так как перестают выполнять экологические защитные функции и могут инициировать процессы общей деградации земной поверхности и изменения климатических условий. Деградация почв приносит огромный экономический ущерб, нарушая сложившееся экологическое равновесие и ухудшая социальные условия жизни людей (Добровольский, 2002).

В современном почвоведении (Добровольский, 2002) понятие «деградация

почв» или «деградация почвенного покрова» расценивается с позиций удобства и благополучия человека и окружающей его природной среды. В то же время, для почв как сложных биокосных систем, их деградация отнюдь не всегда является деградацией с точки зрения общей теории систем, то есть потери элементов и упрощения структуры этой системы вплоть до исчезновения самой системы. Современные определения понятия «деградация почв» так или иначе включают процессы ухудшения свойств почв и их качества с позиций получения первичной продуктивности:

«Деградация почв определяется как процесс, снижающий на количественном и/или качественном уровне реальную и/или потенциальную способность почвы производить продукты (товары) или услуги» (Global Assessment of Soil Degradation..., 1989).

«Деградация почв – это совокупность процессов, вызванных деятельностью человека и уменьшающих способность почв к поддержанию жизни людей» (Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием..., 1994).

«Деградация почв и земель представляет совокупность природных и антропогенных

процессов, приводящих к изменению функции почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель» (Методика определения размеров ущерба..., 1994).

«Деградация почв – изменение в функционировании почвенной системы, и/или в составе и строении твердой фазы, и/или регуляторной функции почв, имеющее результатом отклонение от экологической нормы и ухудшение параметров, важных для функционирования биоты и человека» (Герасимова и др., 2000).

Причины деградации почв и почвенного покрова в настоящее время как правило связывают с антропогенным воздействием, обуславливающим интенсивное землепользование, бедностью населения и экономическими предпосылками на глобальном уровне. Изменения, происходящие при этом, носят в основном локальный или региональный характер, территориально ограниченный тем или иным типом хозяйственной деятельности. Однако масштабы распространения деградационных процессов могут охватывать огромные пространства и непосредственно оказывать влияние на сопредельные территории. Так, деградация гидроморфных почв Приаралья характеризуется значительной степенью опустынивания, охватывающей более 50% площади, потерей биологического разнообразия, практически необратимыми нарушениями морфологической структуры ландшафтов, а также провоцирует эоловый перенос солей на сотни километров, воздействующей на почвенный покров сопредельных территорий (Аральское море и Приаралье, 2017).

Для определения роли почв и почвенного покрова в явлении опустынивания Г.С. Куст (1996, 1999) предложил схему, в которой аридность климата или его аридизация рассматривается в качестве *факторов опустынивания* (рис. 2.3). Разнообразные антропогенные воздействия рассматриваются в качестве *агентов опустынивания*, а в совокупности

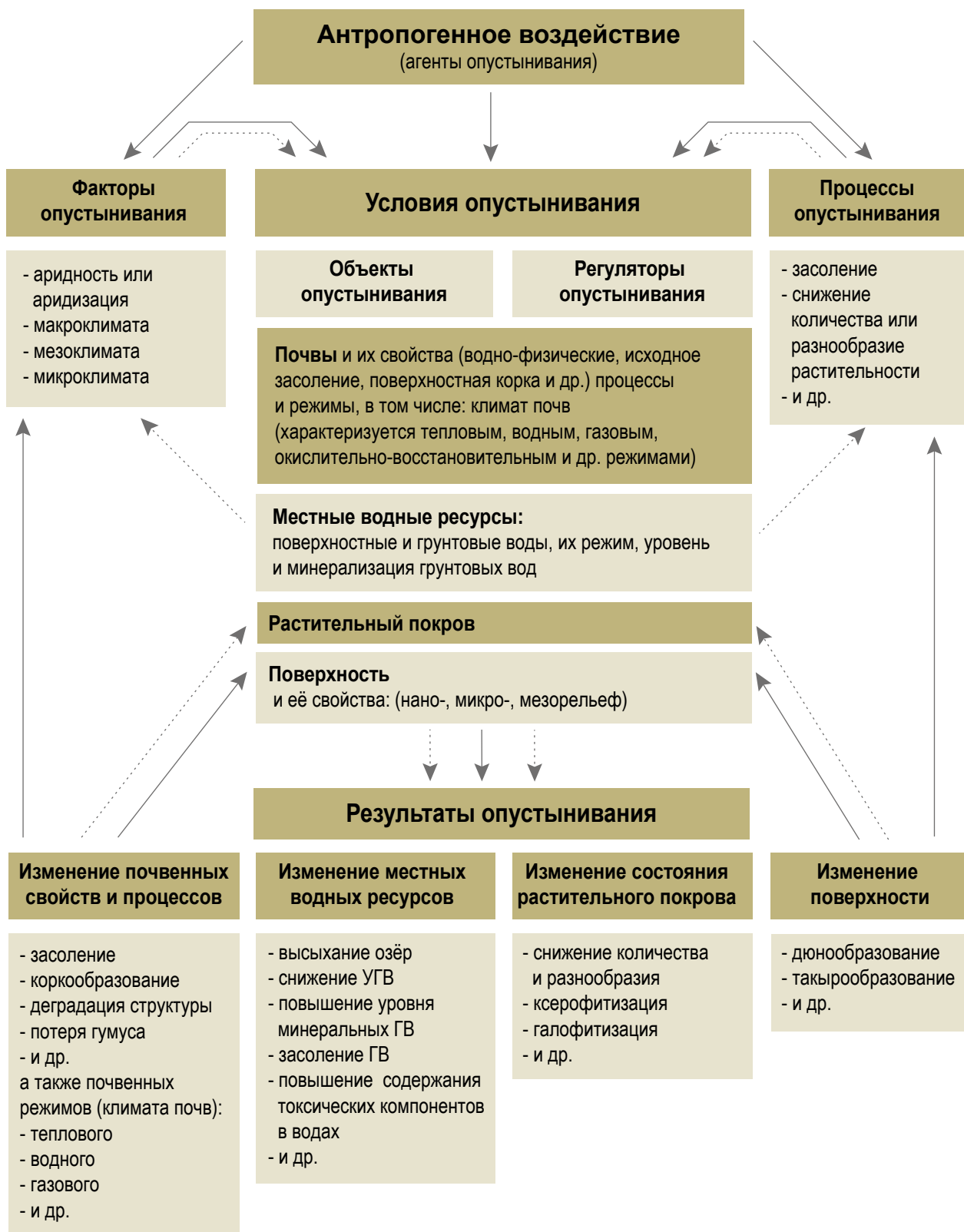
с инициируемыми ими *природными процессами*, ведущими к опустыниванию, – в качестве *причин опустынивания*.

Все компоненты экосистем, изменяющиеся при опустынивании (почвы, грунтовые и поверхностные воды, рельеф, биота) выступают при этом в качестве *условий опустынивания*, являясь, с одной стороны, – *объектами опустынивания*, а, с другой, – *регуляторами воздействия* на экосистемы факторов и причин опустынивания (рис. 2.3).

Согласно приведенной схеме, объекты опустынивания играют в явлении опустынивания не только пассивную роль. Так, например, если на одних почвах какое-либо внешнее воздействие может приводить к сильному опустыниванию территории, то на других почвах оно же приведет к более слабому проявлению опустынивания или не приведет к таковому совсем. И, наоборот, на одних и тех же почвах разные воздействия могут приводить к разным результатам, причем при комплексном влиянии может происходить усиление или ослабление воздействия в зависимости от сочетания воздействий (Куст, 1999). Таким образом, деградационные изменения почв не являются детерминированными, неизбежно следующими за любым антропогенным воздействием. Утрата устойчивости почв под влиянием деятельности человека и, как следствие, – их деградация, происходят только при неадекватном применении тех или иных способов воздействия на почвы. Деградация почв в большинстве случаев происходит при комбинированном воздействии природных и антропогенных факторов, при этом антропогенное влияние создает предпосылки для резкой активизации природных воздействий. Деградация естественных почв при антропогенном воздействии одновременно приводит к деградации и связанных с ними сообществ растительных и животных организмов (Добровольский и др., 2012).

Принято выделять три основные группы *видов деградации почв* (Снакин и др., 1992):

Физическая деградация – ухудшение физических и водно-физических свойств почвы, нарушение почвенного профиля.



—————> прямые воздействия агенты + процессы = причины опустынивания
> опосредованные воздействия объекты + регуляторы = условия опустынивания

Рисунок 2.3. Схема взаимодействия факторов, агентов, условий и результатов опустынивания (Куст, 1999).

Биологическая дегградация – сокращение численности видового разнообразия и оптимального соотношения различных видов микроорганизмов, загрязнение почвы патогенными микроорганизмами, ухудшение санитарно-эпидемиологических показателей.

Химическая дегградация – ухудшение химических свойств почв: истощение запасов питательных элементов, вторичное засоление и осолонцевание, загрязнение токсикантами.

Снижение содержания органического углерода в почвах является одним из основных критериев дегградации почвы. В настоящее время проблеме потери органического углерода в почве уделяется особое внимание, которая может быть выделена по значимости в отдельную категорию дегградации почв (FAO, 2017). Поддержание и увеличение запасов почвенного органического углерода (ПОУ), позволяет обеспечить продовольственную безопасность, сократить масштабы бедности, обеспечивает адаптацию к изменению климата и смягчению его последствий, а также способствует достижению нейтрального баланса дегградации земель и целей устойчивого развития (UNCCD, 2015; FAO, 2019; IPCC, 2019; Bray, 2019; Gerlitz et al., 2020). Устойчивое управление земельными ресурсами может способствовать решению поставленных задач как на локальном уровне, так в глобальном масштабе.

Одна из первых попыток классифицировать *типы дегградации почв* была предпринята на международном уровне в 1990 г. (GLASOD, 1990). Было выделено 13 типов дегградации, среди которых в первую очередь выделялись водная эрозия, ветровая эрозия, эоловый перенос, потеря питательных веществ и/или органического вещества, засоление, подкисление, загрязнение, уплотнение и физическая дегградация, заболачивание.

Этот список позднее был отредактирован и формализован (Commission of the

European Communities, 2006) в результате были сформулированы основные *типы дегградации почв: водная и ветровая эрозия; снижение запасов органического вещества; уплотнение; засоление; оползни*. Кроме этого, было отмечено уплотнение почвы при постоянном покрытии почвы непроницаемой поверхностью и загрязнение почвы (преднамеренное или непреднамеренное внесение опасных веществ в почву).

Крупномасштабные региональные исследования и оценки дегградации почв, земель и опустынивания, которые широко проводились в 1980-1990х годах на территории Средней Азии и Казахстана (Карта антропогенного..., 1987), в Узбекистане (Опустынивание в Узбекистане..., 1988), Туркменистане (Бабаев и др., 1990; Гуртмурадов и др., 1984), Казахстане (Зонов, 1984, Аханов, 1984, Карибаева др., 1991), Приаралье (Попов В.А., 1990, Куст, 1999) позволили выделить ряд основных дегградационных процессов и явлений, характерных для этого региона, что нашло отражение в более поздних международных документах: водная эрозия, ветровая эрозия, засоление, осолонцевание, снижение биологической продуктивности, дегградация растительного покрова, снижение содержания почвенного органического углерода, уплотнение, изменение гидрологического режима грунтовых вод.

Глобальное почвенное партнерство ФАО и Межгосударственный технический совет по почвам (ITPS) (FAO, 2017с) выделяют в настоящее время 10 так называемых «почвенных угроз», которые также отражают основные виды дегградации:

- эрозия почв (водная и ветровая);
- снижение содержания органического вещества в почве;
- загрязнение почв;
- дисбаланс питательных элементов;
- засоление / усиление щелочности / осолонцевание почв;

- запечатывание почвы, уничтожение почвенного покрова как такового;
- снижение почвенного биологического разнообразия;
- подкисление почв;
- переуплотнение почв;
- переувлажнение почв.

Основные *причины деградации почв* связаны непосредственно со сложившейся традиционной системой землепользования в сельском хозяйстве и работой промышленных предприятий. К ним относятся, главным образом (Куст, 1999):

- перевыпас и недовыпас скота;
- вырубка деревьев и кустарников;
- ирригация;
- распашка крутых склонов и слабое применение противоэрозионных мероприятий;
- низкая эффективность существующих коллекторно-дренажных систем (КДС) и некачественная промывка засоленных земель;
- близкое залегание уровня грунтовых вод и невысокая эффективность существующих КДС;
- беспорядочное движение автотранспорта, передвижение гусеничных и колесных тракторов и других видов механизмов;
- интенсификация изыскательских, буровых, строительных и других видов работ;
- осушение и засоление дна водоемов в результате снижения их уровня;
- забрасывание земель.

Так, например, в Туркменистане, где сельское хозяйство находится в прямой зависимости от систем орошения, расширение зон ирригации привело к деградации почв практически по всей стране (О'Нага, 1997).

Надо отметить, что причины и процессы деградации почв неразрывно связаны. Так, вторичное засоление почв может быть вызвано как перевыпасом скота, так и происходить в результате подъема высокоминерализованных грунтовых вод при орошении. Ветровая эрозия может быть либо результатом превышения допустимой нагрузки на пастбища, либо быть вызвана распашкой почв легкого гранулометрического состава.

Таким образом, в настоящее время проблема деградации почв весьма обширна и затрагивает такие области как:

- нарушение биоэнергетического режима почв и экосистем;
- патологическое состояние почвенных горизонтов и профиля почв;
- нарушение водного и химического режима почв;
- затопление, разрушение и засоление почв водами водохранилищ;
- загрязнение и химическое отравление почв;
- деградация ландшафтов районов с распространением многолетней мерзлоты;
- разрушение почв военными действиями.

В данном пособии основной акцент будет сделан на оценке состояния продуктивных земель, опираясь на основные типы деградации почв (СЕС, 2006) и в свете основных положений Глобального стратегического механизма в области продовольственной безопасности и питания (2017), включающего, в том числе, такие положения как: деградация почв, воздействие изменения климата на сельское хозяйство, рост неопределенности относительно прогнозов урожайности культур, учащение наводнений и засух, а также последствия изменения климата для сельскохозяйственных территорий как к одному из факторов повышения уровня продовольственной безопасности.

Засоление почв

Засоление почв является серьезным вызовом, который требует координации между странами, имеющими общие водные и земельные ресурсы. Международное сотрудничество также необходимо для привлечения и управления инвестициями в земельные и водные ресурсы.

Примечательно, что засоление является как причиной, так и следствием других проблем в сельском хозяйстве. Борьба с засолением почв должна рассматриваться в сочетании с другими мероприятиями, направленными на устойчивую интенсификацию сельского хозяйства, как одна из основ продовольственной безопасности.

Несмотря на то, что для Центральной Азии характерно широкое природное распространение засоленных почв, связанное с историей формирования территорий, в частности, – с наличием и свойствами соленосных пород, а также с эоловой миграцией засоленного материала (Ковда, 1968; Панкова и др., 1996; Панкова и др., 2013), засоление почв является серьезной проблемой во многих засушливых и сельскохозяйственных районах.

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 (Классификация и диагностика почв..., 1977). Солевой горизонт является диагностическим, позволяющим отделить засоленные почвы от незасоленных. К засоленным относят все почвы, в пределах 2-метрового слоя которых встречается солевой горизонт. К потенциально засоленным относят почвы, содержащие соли в подстилающих породах на глубине 2–5 метров или в грунтовых водах (Засоленные почвы России, 2006).

Засоленные почвы классифицируют по степени токсичности, которая определяется по: концентрации солей в почвенном растворе 3–5 г/л (Ковда, 1968); сумме токсичных солей, полученных методом водных вытяжек, – 0,05–0,15% (Базилевич и др., 1972); удельной электропроводности фильтратов из насыщенных водой почвенных паст – 2–4 мСм/см (USDA..., 1954). При оценке пригодности почв для выращивания конкретных культур используются специальные группировки почв по засолению, разработанные с учетом солеустойчивости растений (Бреслер и др., 1987).

Среди засоленных почв выделяют две группы: 1) засоленные почвы без солонцового горизонта (Saline soils) и 2) с выраженным солонцовым горизонтом (Natric/Solonetzic/Sodic horizon), который для этой группы почв является диагностическим (Alkalisols). К первой группе относят солончаки и другие засоленные почвы без солонцового горизонта, ко второй – солонцы и солонцеватые почвы.

Солончаки – почвы, содержащие в поверхностном слое токсичные (легкорастворимые) соли в высоких количествах: более 0,5% при содовом химизме и более 1% при хлоридно-сульфатном засолении, что исключает рост и развитие большинства сельскохозяйственных культур (Классификация и диагностика почв..., 2004; Классификация и диагностика почв..., 1977). Поверхностный слой в случае пахотных почв – это весь пахотный горизонт (0–15 (30) см), в случае целинных почв – верхние 15 см. На поверхности солончаков обычно выделяется солевая корка, содержание солей в которой достигает в среднем 10–20% и более.

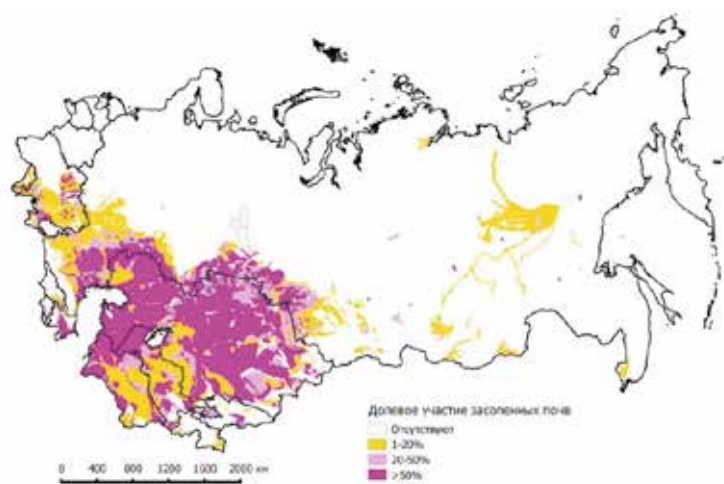
Все другие типы почв, содержащие в своем профиле соли, также относятся к категории засоленных (например,

светло-каштановые глубокозасоленные). В зависимости от глубины расположения верхней границы солевого горизонта почвы относятся к поверхностно-засоленным (если граница расположена в пределах верхних 30 см), срединно-засоленным (30-100 см) или глубокозасоленным (100-200 см). На поверхности таких почв в некоторых случаях может образовываться сезонный солевой налет, что, тем не менее, не является основанием отнесения их к категории солончаков, так как средневзвешенное содержание солей в поверхностном

15-сантиметровом слое таких почв не превышает 1% (0,5% при содовом химизме).

Солонцы и солонцеватые почвы имеют глинисто-дифференцированный профиль, состоящий из надсолонцового горизонта и солонцового оглиненного горизонта (Natric/Solonetzic horizon), который обладает специфическими физико-химическими свойствами и является диагностическим.

Засоленные почвы распространены почти во всех странах Центральной Азии. Основная часть засоленных земель приходится на



Страна	Казахстан	Кыргызстан	Таджикистан	Туркменистан	Узбекистан	Всего
Площадь засоленных почв, млн.га (по цифровой карте)	140,3	1,2	0,6	17,3	15,6	175

Рисунок 2.4. Распространение засоленных почв в Евразийском регионе (Хитров и др. 2008а).



Рисунок 2.5. Преобладающий химизм засоленных почв в Евразийском регионе (Хитров и др., 2008б).

Казахстан (140,3 млн га), далее следуют Туркменистан (17,3 млн га) и Узбекистан (15,6 млн га). Доля засоленных земель в Кыргызстане и Таджикистане составляет 1,2 и 0,6 млн га соответственно (рис. 2.4). По химическому составу солей преобладают почвы сульфатного типа засоления (рис. 2.5).

Причины засоления почв многофакторны, сложны и различаются по странам Центральной Азии, но в значительной степени обусловлены чрезмерной эксплуатацией природных ресурсов и нерациональными практиками землепользования и управления водными ресурсами.

По данным ФАО (ФАО, 2015), в Центральной Азии от 40 до 80% орошаемых земель подвержены вторичному засолению. Так, например в Казахстане площадь засоленных почв (в том числе солонцеватых, щелочных почв и сочетаний с другими почвами) составляет около 41% (Боровский, 1982), в то время как на территории Узбекистана засоленными почвами охвачено более 46% территории (Кузиев и др., 2009, 2010) (рис. 2.6). Например, площадь засоленных земель в Навойской области Узбекистана за период

с 2000 по 2014 годы выросла с 3% до 13,9% от общей площади региона (Kulmatov et al., 2018).

Вторичное засоление – засоление почв при орошении ее минерализованными водами или пресными водами в результате подъема уровня минерализованных грунтовых вод. При орошении почв минерализованными водами соли, содержащиеся в воде, накапливаются в почвенном профиле. Даже если почву орошают пресными водами, но в результате фильтрации происходит повышение уровня почвенно-грунтовых вод, их поднятие и испарение сопровождается накоплением солей в почвенном профиле.

Главными причинами вторичного засоления почв в Центральной Азии являются факторы, вызывающие быстрый подъем уровня грунтовых вод и накопление солей в прикорневой зоне – чрезмерное орошение, высокие потери воды из каналов и полей орошения и невысокая эффективность дренажа. Недостаточный уход за дренажной сетью усиливают мобилизацию солей из глубоких водоносных горизонтов. Специалисты указывают на то, что более 70% солей, переносимых трансграничными реками, происходит из дренажных систем,

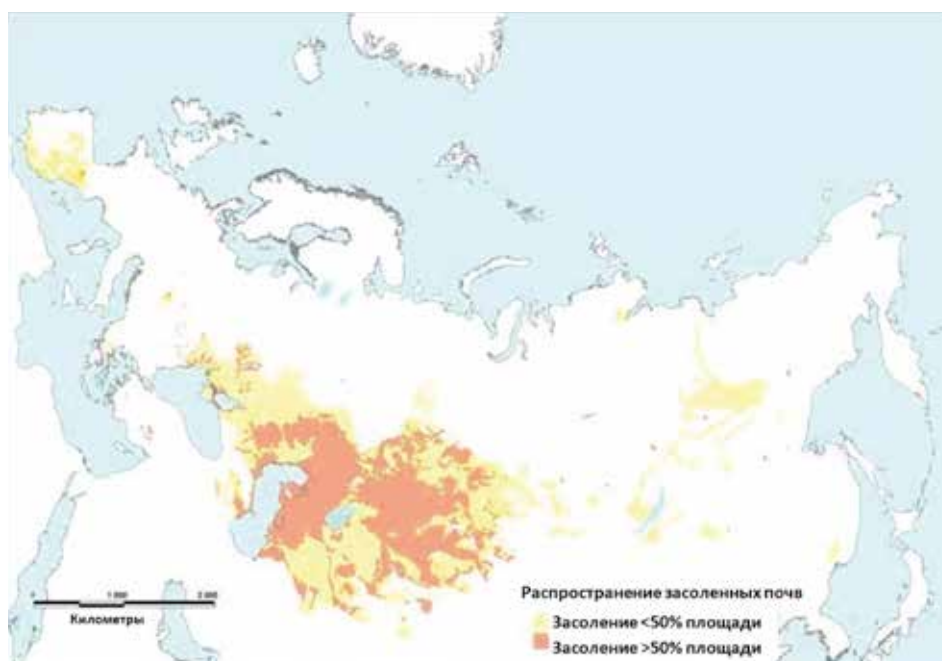


Рисунок 2.6. Распределение засоленных почв в Европе и Центральной Азии (ФАО, 2015).

которые «сбрасывают» от 10% до 25% воды из каналов обратно в реки (оставшаяся часть вод отводится в пустынные понижения – «поглотители») (Bucknall и др., 2003). Вода, непригодная для сельского хозяйства и питьевых нужд и имеющая минерализацию 1,5-1,8 г/л и жесткость 2 ПДК, продолжает поступать

к водопользователям/потребителям в низовьях Амударьи. Основные системы землепользования в этих регионах были определены как зоны риска, где природные и антропогенные факторы перекрывают и усиливают друг друга (Ковда, 1968; Панкова и др., 1996; Аральское море и Приаралье, 2017).

Водная эрозия почв

Эрозия почв – это совокупность взаимосвязанных процессов отрыва, переноса и отложения почвы (иногда материнской и подстилающей пород) поверхностным стоком временных водных потоков или ветром. В зависимости от фактора разрушения эрозию делят на водную и ветровую (дефляция).

Водная эрозия почв – процессы разрушения верхних наиболее плодородных горизонтов почв и подстилающих пород водой, перемещение продуктов разрушения и их переотложение. По характеру воздействия на почву различают линейную водную эрозию – размыв почв, материнских и подстилающих пород концентрированными потоками воды, плоскостную водную эрозию, выражающуюся в сравнительно равномерном смыве почвы мелкими струями талых и дождевых вод.

Плоскостная (поверхностная) эрозия – смыв верхнего горизонта почвы под влиянием стекающих по склону дождевых или талых вод. Механизм поверхностной эрозии связан с разрушающей ударной силой дождевых капель и с воздействием поверхностного стока дождевых и талых вод.

Линейная (овражная) эрозия – размыв почв в глубину более мощной струей воды, стекающей по склону. На первой стадии линейной эрозии образуются глубокие струйчатые размывы (до 20-35 см) и промоины (глубиной от 0,3-0,5 м до 1-1,5 м). Дальнейшее их развитие приводит к образованию оврагов. Линейная эрозия приводит к полному уничтожению почвы.

Региональная геологическая особенность Центральной Азии состоит в том, что значительная часть ее территории расположена в зоне распространения лессовых пород, мощность которых колеблется от 5-10 до 150 м. Интенсивное орошение лессовых территорий стало причиной возникновения ряда негативных процессов и явлений – просадок, оврагообразования, эрозии, суффозии, плоскостного смыва, засоления почв, развития псевдокарста и т.д. Эти процессы и явления стали возможными вследствие несоблюдения режима орошения почв, излишней подачи воды на поля, недоучета таких свойств лессовых пород, как быстрая размокаемость и размываемость. Уже в первые годы освоения огромных степных массивов было отмечено большое количество случаев просадочных деформаций оросительных каналов, повреждения гидротехнических сооружений. В связи с этим принято выделять ирригационную эрозию, которая делится на подвиды в зависимости от способа орошения – эрозия при поливе напуском, по бороздам, по полосам, по чекам, при дождевании. Ирригационная эрозия провоцирует развитие псевдокарста.

В результате проявления поверхностной эрозии последовательно развиваются слабо-, средне- и сильносмываемые почвы. Эрозионный процесс начинается с образования промоин, которые впоследствии перерастают в овраги. Крупные овраги глубиной до 40-50 м и более, как правило, имеют вертикальные откосы. Активному протеканию эрозионных процессов на орошаемых лессовых массивах



Рисунок 2.7. Эрозия лессовой породы в результате утечки воды из оросительного канала (Андижан).



Рисунок 2.8. Проявление суффозионных процессов.

в значительной степени способствует распашка склонов, нерегулируемый сброс излишков поливной воды, аварии на водонесущих сооружениях, перевыпас и др. Кроме того, развитие оврагов происходит в результате утечек воды из оросительных каналов и нерегулируемого сброса использованных поливных вод (рис. 2.7).

Суффозионные процессы особенно интенсивно протекают в лессовых породах, имеющих зернисто-пленочную структуру и обладающих высокой активной пористостью. Полив по бороздам, то есть самотечным способом, наиболее способствует развитию суффозионных процессов (рис. 2.8).

Увеличению оползневых процессов в значительной степени способствует освоение горных и предгорных районов.

В результате подрезок склонов при строительстве автомобильных и железных дорог, прокладки каналов, разработки месторождений полезных ископаемых, сооружения крупных водохранилищ и интенсивного орошения предгорных участков меняется напряженное состояние массивов лессовых пород на склонах, изменяется их влажностный режим, что способствует активному развитию просадок, эрозии, суффозии и, как следствие, – оползней.

Применение противозерозионных практик устойчивого землепользования для решения проблем, связанных с проявлением эрозии, особенно актуально в связи с такими проявлениями изменения климата как усиление снеготаяния в горах и интенсивное выпадение осадков.

Ветровая эрозия почв

Ветровая эрозия почв (дефляция) – процессы разрушения ветром верхних наиболее плодородных горизонтов почв и подстилающих пород, перемещение продуктов разрушения и их переотложение. Интенсивность дефляции зависит от скорости ветра, устойчивости почвы,

наличия растительного покрова, особенностей рельефа и от других факторов. Огромное влияние на ее развитие оказывают антропогенные факторы. Резко активизируется дефляция при уничтожении растительности, нерегулируемом выпасе скота, неправильном применении



Рисунок 2.9. Пыльная буря. Аральское море (NASA, 29.04.2008).



Рисунок 2.10. Пыльная буря. Аральское море (NASA, 26.03.2010).

агротехнических мер. Механизм ветровой эрозии заключается в выдувании, переносе и отложении мельчайших почвенных частиц. Выдувание различают площадное, или плоскостное, понижающее поверхность скоростью до 3 см в год, и локализованное, приуроченное к дорогам (гольвег) и пухлым солончакам, или сорам, образующее сорово-дефляционные впадины.

Климатические условия Центральной Азии весьма благоприятны для возникновения пыльных бурь. Продолжительные периоды без дождя, наличие больших площадей

песчаных и глинистых пустынь, бедность и слабая сомкнутость растительного покрова, частые штормовые ветры, – все это факторы, обуславливающие развитие пыльных бурь на территории стран Центральной Азии. На этой обширной территории пыльные бури наблюдаются круглый год и нередко наносят значительный ущерб населению, вызывают эрозию почв, что приводит весной к гибели семян и неокрепших всходов, наносит значительный вред пастбищному животноводству (Орловский и др., 2013).

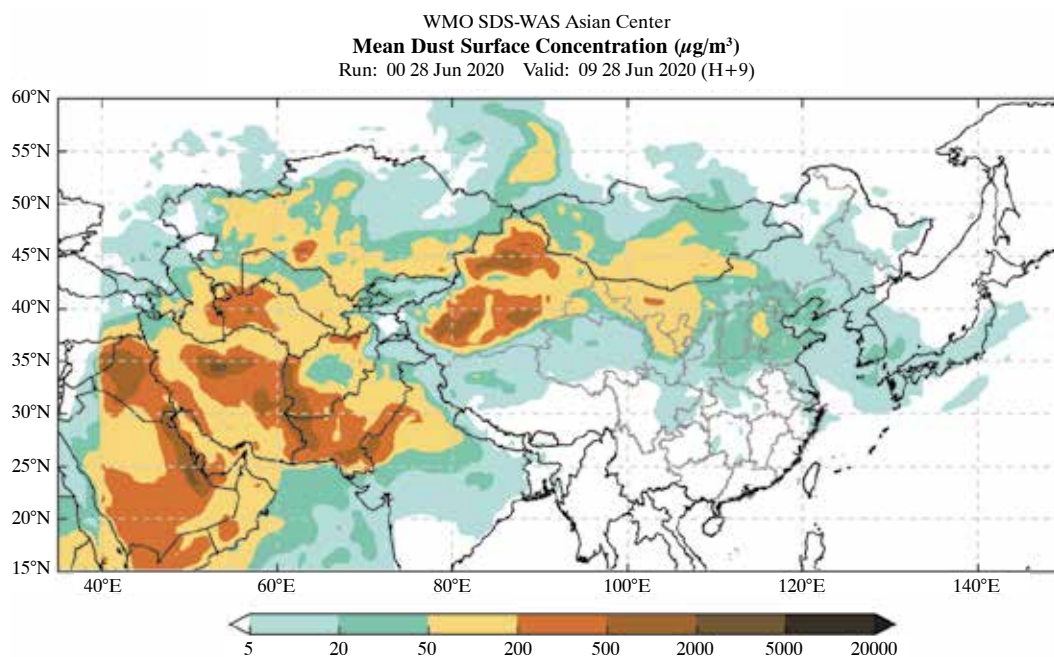


Рисунок 2.11. Средняя концентрация пыли на поверхности (WMO SDS-WAS Asian Center, 2019).

По данным Академии наук Таджикистана, за последние 30 лет количество пыльных бурь в стране увеличилось как минимум в 10 раз. В начале 90-х годов XX века они происходили всего два-три раза в год, а в последние годы регистрируется до 35 бурь ежегодно (Central Asia Media, 2020). Учащаются пыльные бури, переносящие пыль и соль с высохшего дна Аральского моря, что угрожает не только жителям Узбекистана, но и сопредельных республик (рис. 2.9, 2.10).

Аэрозоли (особенно, минеральная пыль) напрямую влияют на региональный и глобальный климат. Частицы пыли действуют как ядра конденсации для образования теплых и холодных облаков. Изменение микрофизического состава

облаков изменяет их способность поглощать солнечную радиацию. Частицы пыли также влияют на рост облачных капель и кристаллов льда, таким образом влияя на количество и перераспределение осадков. Переносимая по воздуху пыль обладает таким же действием, что и парниковый эффект: она поглощает и рассеивает солнечную радиацию, поступающую в атмосферу Земли (WMO SDS-WAS Asian Center, 2019).

Система предупреждений о песчаных и пыльных бурях и их оценки основана Всемирной метеорологической организацией и позволяет в режиме реального времени определять концентрации пыльных частиц (рис. 2.11).

Снижение содержания органического углерода в почве

Органический углерод почв является ключевой характеристикой качества земель для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого управления земельными ресурсами, а также играет центральную роль в глобальном цикле углерода в биосфере. Потери органического углерода связаны, в первую очередь, с нерациональным землепользованием, что приводит к различным проявлениям деградации почв. При внедрении практик устойчивого землепользования почва может выполнять основную функцию в смягчении последствий изменения климата путем поглощения углерода и снижения выбросов парниковых газов в атмосферу. Помимо содействия смягчению последствий изменения климата путем удаления CO_2 из атмосферы, увеличение содержания органического углерода в почвах улучшает здоровье и плодородие почвы, способность удерживать воду и питательные вещества и устойчивость к засухе, повышает продовольственную безопасность.

Засушливые территории Центральной Азии характеризуются дефицитом воды,

низким содержанием гумуса и питательных веществ в почве. Однако запасы углерода довольно значительны благодаря обширным площадям и долгосрочному депонированию почвенного органического углерода на недеградированных участках (FAO, 2017b). В тоже время накопление углерода в засушливых районах ограничивается различными биоклиматическими условиями и происходит крайне медленно.

Поскольку сельское хозяйство является одним из основных источников парниковых газов (ПГ), на долю которого приходится 14% мировых выбросов ПГ, то этот сектор обладает высоким потенциалом уменьшения последствий изменения климата (FAO, 2011). Меры, направленные на снижение выбросов CO_2 , включают основные принципы и подходы устойчивого управления земельными ресурсами и направлены на снижение темпов обезлесения и деградации лесов, внедрение усовершенствованных агротехнических приемов ведения сельского хозяйства (минимальная обработка почв, комплексное использование питательных веществ и водных ресурсов),

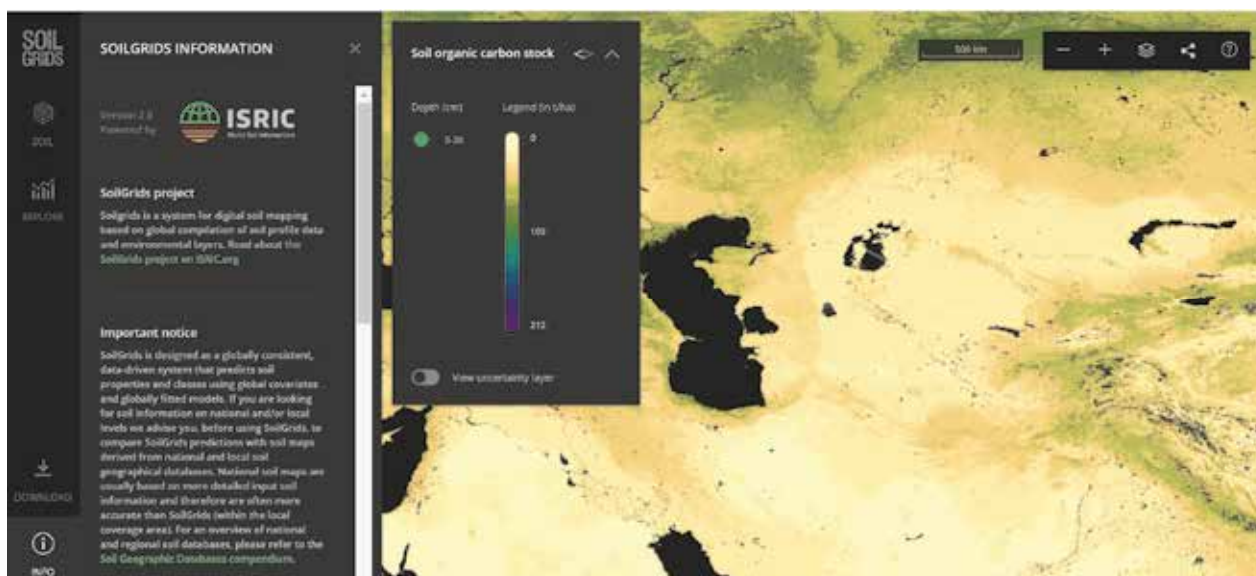


Рисунок 2.12. Фрагмент карты запасов почвенного органического углерода SoilGrids250 (SoilGrids and WoSIS, 2020).

модернизацию и совершенствование системы животноводства, применение методов почвозащитного земледелия, улучшение методов лесопользования, лесоразведения и лесовосстановления, агролесоводства, совершенствование управления лугопастбищным хозяйством, восстановления деградированных земель.

Одним из инструментов, позволяющих определять запасы углерода и их изменения в пересчете на единицу площади, измеряемых в тоннах эквивалента $\text{CO}_2/\text{га}$ в год, является метод EX-ACT (FAO, 2011). Этот метод предварительной оценки углеродного баланса можно использовать

при разработке структуры проекта и принятии решений по финансовым аспектам в дополнение к стандартному предварительному экономическому анализу инвестиционных проектов.

Содержание и динамика запасов почвенного органического углерода для слоя почв 0-30 см является одним из трех ключевых индикаторов нейтрального баланса деградации земель. Мониторинг этого параметра осуществляется с помощью специализированного модуля TRENDS. EARTH, в котором в качестве контрольных значений для расчета использована база данных SoilGrids250 ISRIC (SoilGrids and WoSIS, 2020) (рис. 2.12).

Мониторинг и оценка процессов деградации почв (земель)

В настоящее время одним из основных методов оценки состояния земель является мониторинг с использованием материалов дистанционного зондирования Земли из космоса. Этот метод позволяет следить за динамикой землепользования и структурой пахотных земель и причинами их изменений и деградации (Kaplan et al., 2014; Leng, 2020),

эффективностью использования водных и земельных ресурсов (Zhang et al., 2019), динамикой продуктивности земель (de Beurs et al., 2015; Zhou et al., 2019), деградацией лесов (Chen et al., 2016), определять «горячие точки» деградации.

Основным международным инструментом по оценке состояния земель в настоящее

время является уже упоминавшийся выше модуль TRENDS.EARTH (TRENDS.EARTH, 2015), работающий как приложение для геоинформационной системы QGIS. Это – инструмент поддержки и принятия решений по отчетности ЦУР 15.3.1 для Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием..., 1994).

Показатель ЦУР15.3.1 определяется как *доля деградированных земель по отношению к общей площади суши* и включает 3 субиндикатора – *динамику изменений наземного покрова* (рис. 2.13), *динамику продуктивности земель* (рис. 2.14) и *запасы почвенного органического углерода* (рис. 2.15).

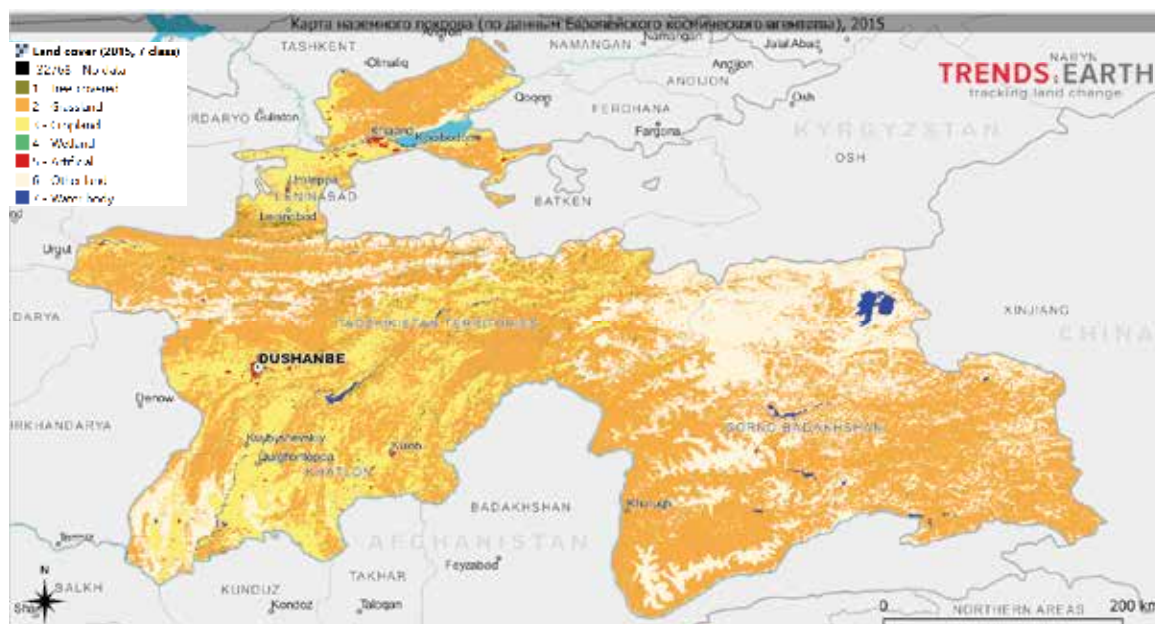


Рисунок 2.13. Карта наземного покрова Таджикистана (TRENDS.EARTH, 2021). Составлена по данным на 2015 г.

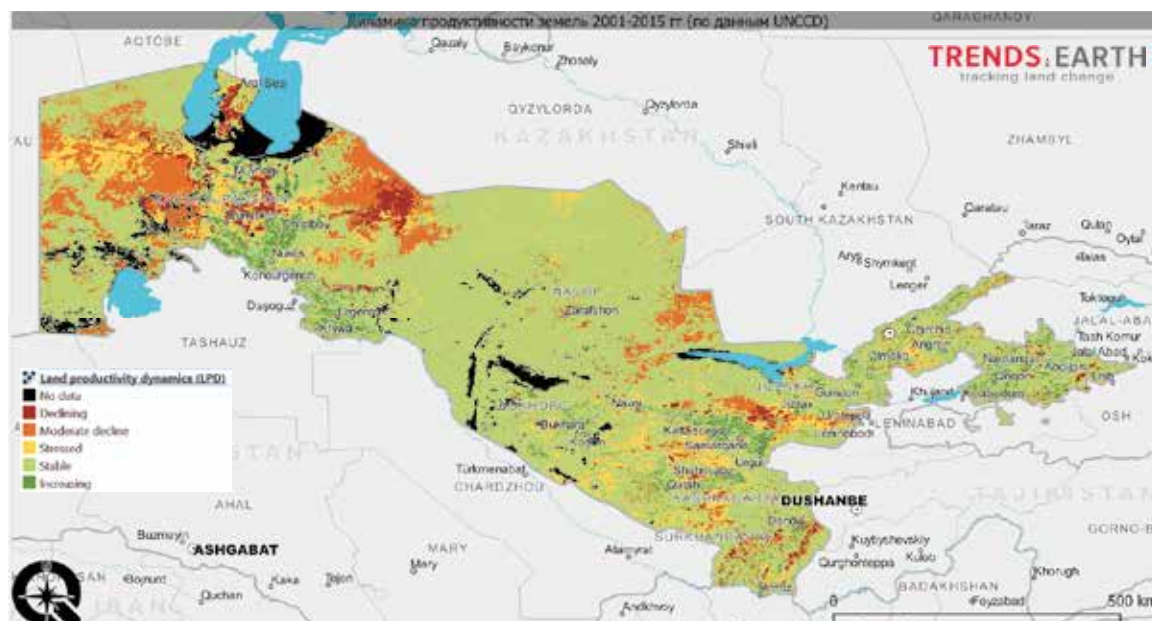


Рисунок 2.14. Карта динамики продуктивности земель Узбекистана (TRENDS.EARTH, 2021). Составлена по данным на 2015 г.

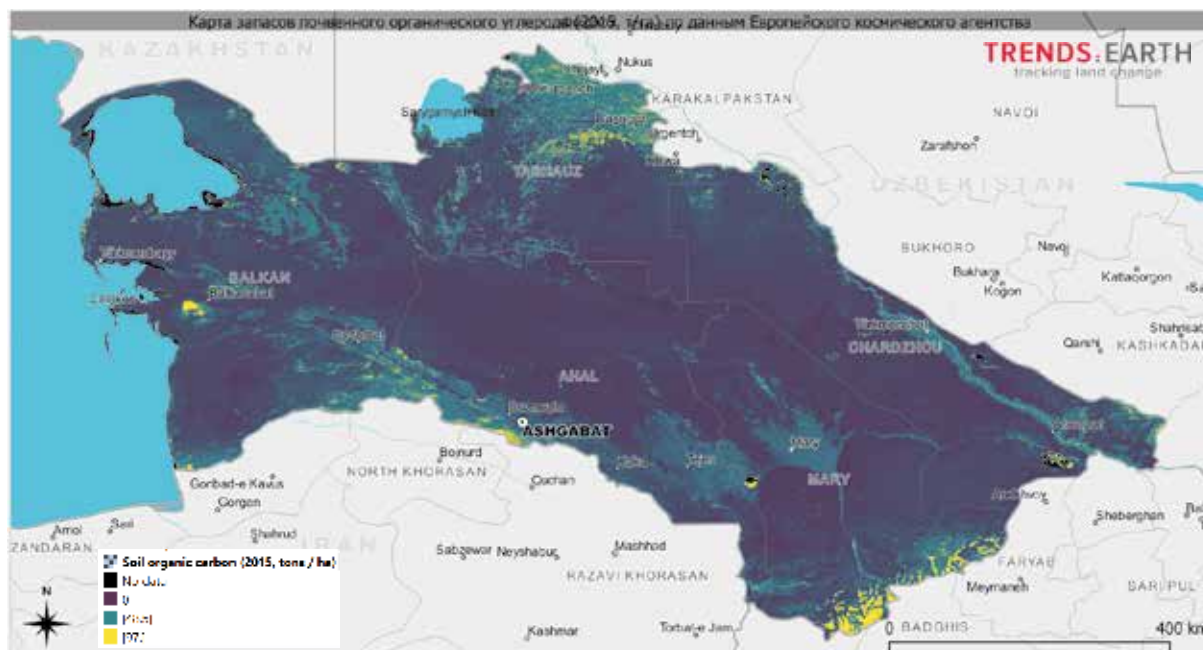


Рисунок 2.15. Карта запасов почвенного органического углерода Туркменистана. (TRENDS.EARTH, 2021). Составлена по данным на 2015 г.

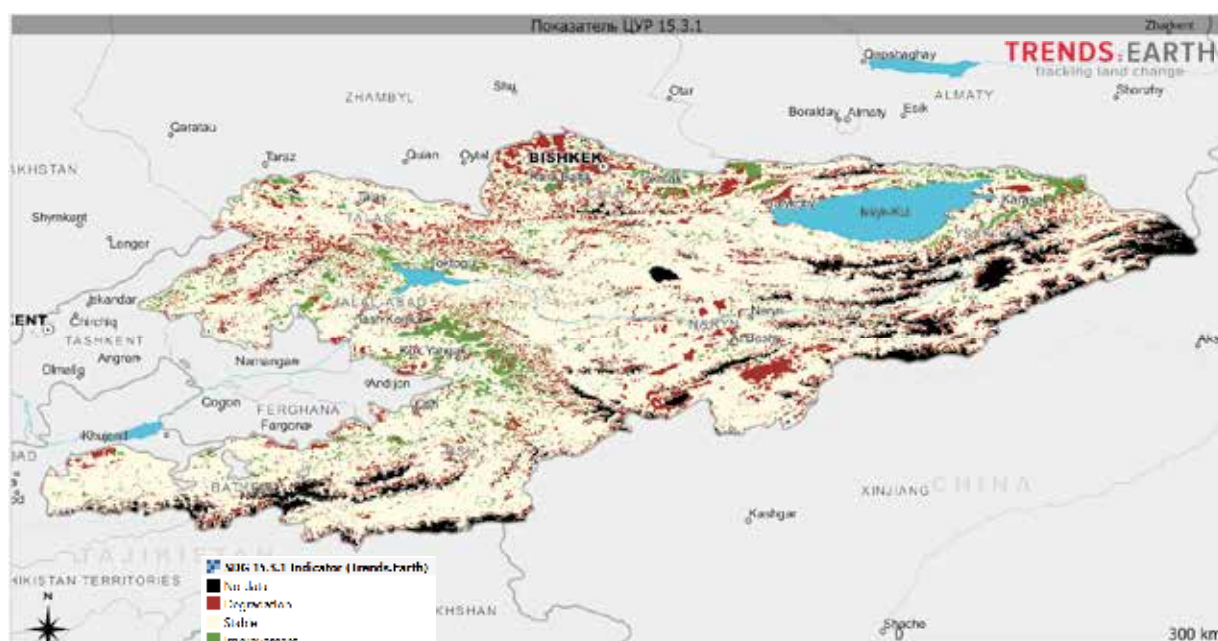


Рисунок 2.16. Карта деградированных земель Кыргызстана. Показатель 15.3.1. ЦУР. (TRENDS.EARTH, 2021).

Интегральная оценка 3-х под-индикаторов позволяет получить значения итогового показателя 15.3.1. (рис. 2.16, 2.17).

Таким образом, в настоящее время модуль TRENDS.EARTH – основной инструмент, позволяющий провести оценку доли деградированных земель и сравнить по

степени деградации как отдельные регионы внутри страны, так и соседние государства на единой методологической основе и с использованием постоянно обновляющихся материалов дистанционного зондирования Земли. Кроме того, этот модуль предоставляет информацию в реальном времени о состоянии

TRENDS.EARTH
tracking land change

Summary of SDG 15.3.1 Indicator		
	Area (sq km)	Percent of total land area
Total land area:	191 784,5	100,00%
Land area improved:	11 745,9	6,12%
Land area stable:	139 537,6	72,76%
Land area degraded:	24 286,1	12,66%
Land area with no data:	16 214,9	8,45%

The boundaries, names, and designations used in this report do not imply official endorsement or acceptance by Conservation International Foundation, or its partner organizations and contributors. This report is available under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

For more information on Trends.Earth, see <http://trends.earth>, or contact the team at trends.earth@conservation.org.

Рисунок 2.17. Итоговые значения показателя 15.3.1 ЦУР для Кыргызстана. (TRENDS.EARTH, 2021).

почвенно-растительного покрова, эффективности мер по борьбе с деградацией земель и опустыниванием и фактические данные, необходимые для контроля и повышения качества земель и смягчения последствий климатических изменений.

Таким образом, деградация земельных ресурсов представляет собой острую проблему, которая затрагивает все республики Центральной Азии и все сильнее влияет на экономику и качество жизни людей в каждой из них. Из почти 400 млн га земель в этом регионе две трети являются засушливыми с экстремальными биофизическими ограничениями аридного и континентального климатов, уязвимыми даже к небольшим нагрузкам. Каждая центральноазиатская страна стоит перед

вызовами, связанными с ее ландшафтами и сельскохозяйственными потребностями, однако имеют место повсеместные потери плодородного слоя и питательных веществ, необходимые для роста и развития растений, сокращение продуктивности посевов и пастбищ, потери биоразнообразия и среды обитания, повышение засоленности и обезлесения, засоренности пасбищ сорняками.

Внедрение и широкое распространение практик устойчивого управления земельными ресурсами наряду с оценкой и мониторингом состояния земель позволит не только сократить масштабы деградационных процессов в почвах, но и адекватно отреагировать на современные вызовы, связанные с изменением климата.

Список источников

- Аральское Море и Приаралье. 2017. *Обобщение работ НИЦ МКВК по мониторингу состояния и анализу ситуации*. Ташкент: Бюро ЮНЕСКО в Ташкенте.
- Бабаев А.Г., Залетаев В.С. 1990. “Эталонные Объекты Экологического Мониторинга в Аридных Зонах.” *Проблемы Освоения Пустынь*. 5. С.3-9.
- Базилевич Н.И., Панкова Е.И. 1972. “Опыт Классификации Почв по Содержанию Токсичных Солей и Ионов.” *Бюллетень Почвенного Института Имени В.В. Докучаева*. Вып. 5. С. 36-40.
- Боровский В.М. 1982. *Формирование Засоленных Почв и Галогеохимические Провинции Казахстана*. Алма-Ата: Наука.
- Бреслер Э., Макнил Б.Л., Картер Д.Л. 1987. *Солончаки и Солонцы*. Ленинград: Гидрометеиздат.
- Герасимова М.И., Караваева Н.А., Таргульян В.О. 2000. “Деграляция Почв: Методология и Возможности Картографирования.” *Почвоведение*. 3. С. 358–365.
- Глобальный Климат и Почвенный Покров России: Опустынивание и Деграляция Земель, Институциональные, Инфраструктурные, Технологические Меры Адаптации (Сельское и Лесное Хозяйство). 2019. Национальный доклад. Ред.: Эдельгериев Р.С.-Х. Том 2. Москва: ООО «Издательство МБА».
- Гуртмурадов Д., Реджепбаев К. 1984. “Земельные Ресурсы Туркменистана и Принципы Оценки их Плодородия.” *Природные Условия и Ресурсы Пустынь СССР, их Рациональное Использование*. Ашхабад. «Ылым». С. 191–196
- Джи К.Й. 2008. *Деграляция Земельных Ресурсов в Центральной Азии*. ADB TA 6356-REG: Проект поддержки межстрановой рамочной основы «Инициатива стран Центральной Азии по управлению земельными ресурсами». http://www.cawater-info.net/bk/water_land_resources_use/russian_ver/pdf/gis-final-report-ru.pdf
- Добровольский Г.В. 2002. *Деграляция и Охрана Почв*. Москва: Издательство МГУ.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. 2012. *Экология Почв. Учение об Экологических Функциях Почв*. Москва: Издательство МГУ.
- Егоров В.В., Иванова Е.Н., Фридланд В.М., Розов, Н.И. 1977. *Классификация и диагностика почв СССР*. Рипол Классик.
- Засоленные Почвы России. 2006. Ред.: Шишов Л.Л., Панкова Е.И. ИКЦ «Академкнига». Москва:
- Зонн И.С., Куст Г.С., Орловский Н.С., Ши Пей Чжун, Тянь Юй-Чжао. 2018. *Пустыни и Опустынивание: Энциклопедия*. Москва: Издательство МГУ.
- Зонов Г.В. 1984. “Эколого-Географические Особенности Дефляции Бурых Пустынных Почв Казахстана.” *Природные Условия и Ресурсы Пустынь СССР: их Рациональное Использование*. Ашхабад. «Ылым». С. 196-200.
- Карибаева К.Н., Курочкина Л.Я. 1991. *Смены Растительности и их Регулирование при Пастбищном Использовании*. Алма-Ата: Ылым.
- КБО ООН. 2016. *Постановка Целей для Нейтрального Баланса Деграляции Земельных Ресурсов – Техническое*

- Руководство. Программа постановки целей.*
- Классификация и Диагностика Почв России. 2004. Смоленск: Ойкумена.
- Классификация и Диагностика Почв СССР.* 1977. Москва: Колос.
- Ковда В.А. 1968. *Почвы Аридной Зоны. Почвы Аридной Зоны Как Объект Орошения.* Москва.
- Конвенция Организации Объединенных Наций по Борьбе с Опустыниванием в Тех Странах, Которые Испытывают Серьезную Засуху и/или Опустынивание, Особенно в Африке. 1994. Париж.
- Кузиев Р.К., Сектименко В.Е. 2009. *Почвы Узбекистана.* Ташкент.
- Кузиев Р.К., Сектименко Е.В., Исмонов А. 2010. *Атлас Почвенного Покрова Республики Узбекистан.* Ташкент.
- Куст Г.С. 1996. *Опустынивание и Эволюция Почв Засушливых Территорий (на Примере Приаралья).* Докт. Дисс. Москва.
- Куст Г.С. 1999. *Опустынивание: Принципы Эколого-Генетической Оценки и Картографирования.* Москва: Институт почвоведения МГУ-РАН.
- Куст Г.С., Андреева О.В., Зонн И.С. 2018. *Деградация Земель и Устойчивое Землепользование: Словарь-Справочник.* Москва: Перо.
- Макаров О.А., Строков А.С., Цветнов Е.В., Абдулханова Д.Р., Красильникова В.С., Щербакова Л.С. 2020. "Оценка Ущерба от Деградации Почв и Земель Субъектов Российской Федерации." *Земледелие.*
- Методика Определения Размеров Ущерба и Деградации Почв и Земель. 1994. Москва.
- Орловский Н.С., Орловская Л., Индуиту Р. 2013. "Опасные и Особо Опасные Пыльные Бури в Средней Азии." *Аридные Экосистемы.* Т.19. 4(57). С.49-58.
- Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И.А., Новикова А.Ф., Благоволин Н.С. 1996. *Природное и Антропогенное Засоление Почв Бассейна Аральского моря.* Москва: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева.
- Панкова Е.И., Конюшкова М.В. 2013. "Климат и Засоленность Почв Пустынь Центральной Азии." *Почвоведение.* № 7. С. 771–777. <https://doi.org/10.1134/S1064229313070065>
- Попов В.А. 1990. *Проблема Арала и Ландшафты Дельты Амударьи.* Ташкент: Фан.
- Рафиков А.А. 1988. *Опустынивание в Узбекистане и Борьба с Ним.* Ташкент: Фан.
- Снакин В.В., Кречетов П.П., Кузовникова Т.А., Минашина Н.Г., Карпачевский Л.О., Алябина И.О., ... Ананьева Н.Д. 1992. *Система Оценки Степени Деградации Почв.* Пушкинский Научный центр РАН (Пушино)
- ФАО. 2019. *Региональный Обзор Состояния Продовольственной Безопасности и Питания в Европе и Центральной Азии. Роль Миграции, Сельских Женщин и Молодежи в Устойчивом Развитии.* Будапешт.
- ФАО. 2015. *Борьба с Деградацией Земель для Обеспечения Продовольственной Безопасности и Сохранения Услуг, Предоставляемых Почвенными Экосистемами, в Европе и Центральной Азии – Международный Год Почв.* ЕСА/39/15/3 <http://www.fao.org/3/a-mo297r.pdf>
- ФАО. 2016. *Земельные ресурсы и продовольственная безопасность Центральной Азии и Закавказья.* Ред.: Красильникова П.В., Конюшковой М.В., Варгаса Р. Рим.
- ФАО. 2017. *Глобальный Стратегический Механизм в Области Продовольственной Безопасности и Питания.* <http://www.fao.org/3/MR173RU/mr173ru.pdf>

- Харин Н.Г., Орловский Н.С., Бабаева Т.А. 1994. *Пояснительная Записка к Карте Антропогенного Опустынивания Аридных Территорий СССР*. Ашхабад, «БІЛЫМ».
- Харин Н.Г., Орловский Н.С., Когай Н.А., Мукулбекова Г.Б. 1986. “Современное Состояние и Прогноз Опустынивания в Аридной Зоне СССР.” *Проблемы Освоения Пустынь*. № 5. С. 55-58
- Хитров Н.Б., Калинина Н.В., Крылова Е.С., Рухович Д.И., Вильчевская Е.В. 2008. “Степень Засоления Почвы.” *Агроэкологический Атлас России и Сопредельных Стран: Экономически Значимые Растения, их Вредители, Болезни и Сорные Растения*. www.agroatlas.ru/map/Salt_degree.zip
- Хитров Н.Б., Калинина Н.В., Крылова Е.С., Рухович Д.И., Вильчевская Е.В. 2008. “Химизм засоления почв.” Афонин А.Н.; Грин С.Л.; Дзюбенко Н.И.; Фролов А.Н. (ред.). *Агроэкологический Атлас России и Сопредельных Стран: Экономически Значимые Растения, их Вредители, Болезни и Сорные Растения*. http://www.agroatlas.ru/en/content/Soil_maps/index.html
- Allison L.E., Richards L.A. 1954. “Soil and Water Conservative Research Branch, Agricultural Research Service.” *Diagnosis and Improvement of Saline And Alkali Soils* (No. 60). US Department of Agriculture.
- Bray A.W. Kim J.H. and Schrupf M. Peacock C. anBanwart S. and Schipper L ... & Arias-Navarro. 2019. CIRCASA DELIVERABLE D1.3 *The Science Base of a Strategic Research Agenda – Executive Summary*. Portail Data INRAE <https://doi.org/10.15454/YUFPFD>
- Bucknall J., Klytchnikova I., Lampietti J., Lundell M., Scatasta M., Thurman M. 2003. *Irrigation in Central Asia. Social, Economic and Ecological Considerations*. The World Bank. <https://web.worldbank.org/archive/website00993/WEB/PDF/IRRIGA-3.PDF>
- CACILM. 2016. *Addressing Land Degradation in Central Asia: Challenges and Opportunities*. Knowledge Management II. Policy Brief. <http://cacilm.org/docs/land-degradation-factsheet-en.pdf>
- Chen Y., Luo G., Maisupova B., Chen X., Mukanov B.M., Wu M., ... Li, C. 2016. “Carbon Budget from Forest Land Use and Management in Central Asia During 1961–2010”. *Agricultural and Forest Meteorology*, 221, 131-141. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.02.011>
- Commission of the European Communities (CEC). 2006. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. *Thematic Strategy for Soil Protection*. COM 231 Final, Brussels. https://esdac.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/Policies/Directive/com_2006_0231_en.pdf
- De Beurs, K.M., Henebry, G.M., Owsley, B.C., Sokolik, I., 2015. “Using Multiple Remote Sensing Perspectives to Identify and Attribute Land Surface Dynamics in Central Asia 2001–2013.” *Remote Sens. Environ.* 170, 48–61. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.08.018>
- FAO. 2011. Economic and Policy Analysis of Climate Change. <http://www.fao.org/tc/exact/ex-act-home/en/>
- FAO. 2017a. *The State of Food Security and Nutrition in Europe and Central Asia*. <http://www.fao.org/3/a-i8194e.pdf>
- FAO. 2017b. *Unlocking the Potential of Soil Organic Carbon*. Outcome Document of The Global Symposium on Soil Organic Carbon 21-23 March. FAO. Rome, Italy.
- FAO. 2017c. *Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management*. Rome, <http://www.fao.org/3/i6874en/I6874EN.pdf>
- FAO. 2019. *Sustainable Development Goals*. <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/en/>

- FAO/GSP. 2017. *Soil Organic Carbon: The Hidden Potential*. FAO. Rome. Italy
- Gebreselassie S., Kirui O.K., Mirzabaev A. 2016. "Economics of Land Degradation and Improvement in Ethiopia." *Economics of Land Degradation and Improvement – a Global Assessment for Sustainable Development*. 401-430 Springer. Cham.
- Gerlitz L., Vorogushyn S., Gafurov A. 2020. "Climate Informed Seasonal Forecast of Water Availability in Central Asia: State-Of-The-Art and Decision Making Context." *Water Security*.
<https://doi.org/10.1016/j.wasec.2020.100061>
- Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD). 1989.
<http://www.fao.org/3/v4360e/V4360E04.htm#Global%20assessment%20of%20soil%20degradation%20>
- Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD). 1990.
<https://www.isric.org/projects/global-assessment-human-induced-soil-degradation-glasod>
- 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*.
<https://www.ipcc.ch/srcl/>
- International Organization for Migration and United Nations Convention to Combat Desertification (2019): Addressing the Land Degradation – Migration Nexus: The Role of the United Nations Convention to Combat Desertification. IOM, Geneva.
- Jiang L., Jiapaer G., Bao A., Li Y., Guo H., Zheng G., Chen T., De Maeyer P. 2019. "Assessing Land Degradation and Quantifying its Drivers in the Amudarya River Delta." *Ecological Indicator*. 107.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105595>
- Kaplan S., Blumberg D.G., Mamedov E., Orlovsky L. 2014. "Land-Use Change and Land Degradation in Turkmenistan in the Post-Soviet Era." *Arid Environment*. 103, 96–106.
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.12.004>
- Kulmatov R., Groll M., Rasulov A., Soliev I., Romice M.. 2018. "Status Quo And Present Challenges of The Sustainable Use and Management of Water and Land Resources in Central Asian Irrigation Zones – The Example of The Navoi Region (Uzbekistan)." *Quaternary International*. Volume 464, Part B, 15. Pages 396-410.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.11.043>
- Le Q.B., Nkonya E., Mirzabaev A. 2014. "Biomass Productivity-Based Mapping of Global Land Degradation Hotspots." *ZEF-Discussion Papers on Development Policy*, (193). Bonn, Germany.
- Leng X., Feng X., Fu B. 2020. "Driving Forces of Agricultural Expansion and Land Degradation Indicated by Vegetation Continuous Fields (VCF) Data in Drylands From 2000 to 2015." *Global Ecology and Conservation*. 23.
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01087>
- Lioubimtseva E. 2018. "Food Security Factors and Trends in Central Asia." *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*. 134–141.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21983-5>
- Mirzabaev, A., Goedecke, J., Dubovyk, O., Djanibekov, U., Le, Q.B., Aw-Hassan, A. 2016. Economics of Land Degradation in Central Asia. In: Nkonya, E., Mirzabaev, A., von Braun, J. (eds) Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-19168-3_10
- O'Hara S.L. 1997. "Irrigation and Land Degradation: Implications for Agriculture in Turkmenistan, Central Asia." *Arid Environ*. 37, 165–179.
<https://doi.org/10.1006/jare.1996.0238>
- Saigal S. 2003. Kazakhstan: Issues and Approaches to Combat Desertification. *ADB and The Global Mechanism*.

- UN DESA. 2017. World Population Prospects. The 2017 Revision. Key Findings and Advance Tables.
https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf
- UNCCD. 2015. *Нейтральный Баланс Деградации Земельных Ресурсов Программа Постановки Целей Постановка Целей для Нейтрального Баланса Деградации Земельных Ресурсов – Техническое Руководство*.
https://www.unccd.int/sites/default/files/inline-files/LDN%20TS%20Technical%20Guide_Draft_Russian.pdf
- UNCCD. 2019. *Summary Report on the LDN Target Setting Programme in the Republic of Uzbekistan*. Global Mechanism of the UNCCD
- UNDP. 2013. *Доклад о Человеческом Развитии 2013. Возвышение Юга: Человеческий Прогресс в Многообразном Мире*.
http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2013_ru.pdf
- UNEP. 2016. *Третье Национальное Сообщение Республики Узбекистан по Рамочной Конвенции ООН об Изменении Климата*. Ташкент.
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/TNC_Uzbekistan_under_UNFCCC_rus.pdf
- USDA. 1954. *Agriculture Handbook 60*. US Govt. Printing Office, Washington DC.
- Van Lynden G.W.J., Oldeman L.R. .1997. *The Assessment of the Status of Human-Induced Soil Degradation In South And Southeast Asia*. ISRIC.
- Zhang J., Chen Y., Li Z., Song J., Fang G., Li Y., Zhang Q. 2019. “Study on the Utilization Efficiency of Land and Water Resources in the Aral Sea Basin.” *Central Asia. Sustainable Cities and Society*. 51.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101693>
- Zhou Y., Zhang L., Xiao J., Williams C.A., Vitkovskaya I., Bao A. 2019. “Spatiotemporal Transition of Institutional and Socioeconomic Impacts on Vegetation Productivity in Central Asia Over Last Three Decades.” *Science of the Total Environment*. 658, 922–935.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.155>
- Электронные ресурсы:**
- Агентство МФСА. 2017.
<http://aral.uz/wp/ifas/%D0%B01/>
- Международный фонд спасения Арала в Республике Казахстан. 2019. Мониторинг Эффективности Водопользования в Центральной Азии.
http://kazaral.org/wp-content/uploads/2019/12/14-WUEMoCA-liebelt_russ.pdf
- Central asia media. 2020.
<https://centralasia.media/news:1364860>
- NASA. Earth polychromatic imaging camera. 2008.
<https://epic.gsfc.nasa.gov/>
- NASA. Earth polychromatic imaging camera. 2010.
<https://epic.gsfc.nasa.gov/>
- SoilGrids and WoSIS. 2020.
<https://soilgrids.org/>
- TRENDS.EARTH. 2021.
http://trends.earth/docs/en/about/general_info.html
- UN. 2010-2020. Десятилетие Организации Объединенных Наций, посвященное пустыням и борьбе с опустыниванием.
https://www.un.org/ru/events/desertification_decade/
- WMO SDS-WAS Asian Center. 2019.
<http://www.asdf-bj.net/publish/Forecast/ENSEMBLE/Mean-Ensemble/index.html>

Системы земледелия в Центральной Азии: история и современное состояние

У.М. Махмадєрзода

Понятия и виды систем земледелия

С древних времен для получения большего количества урожая, земледелец экспериментировал с различными способами выращивания различных культур растений, использования и обработки почвы. Так формировались комплексы взаимосвязанных технологий, мелиоративных и организационно-экономических мероприятий, направленные на эффективное использование земли, восстановление и повышение плодородия почвы, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, называемые *системами земледелия* (Сельскохозяйственная электронная библиотека знаний, 2020).

Понятие «система земледелия» не тождественно «системе ведения сельского хозяйства». Под последней понимается организация производства в определенных природных и экономических условиях, основанная на достижениях современной науки и техники, направленная на увеличение сельскохозяйственной продукции с единицы площади при наименьших затратах труда и средств. Система ведения хозяйства состоит из следующих элементов:

- 1 – специализации производства (направление

хозяйства); 2 – комплекса агротехнических мероприятий; 3 – системы мероприятий по животноводству; 4 – системы машин; 5 – системы организационно-экономических мероприятий. Важным звеном этих мероприятий является научно обоснованная система земледелия (Основы земледелия и растениеводства, 1981; Земледелие с основами почвоведения и агрохимии, 1981; Основы земледелия и растениеводства, 1990; Витязев и др., 1991).

Система земледелия, как составная и неразрывная часть системы ведения хозяйства, также не является постоянной. Возникновение и смена их происходят в связи с развитием человеческого общества, науки и техники (Рюбензам, 1969).

В XVIII в. известные русские ученые А.Т. Болотов и И.М. Комов впервые пытались дать научное определение и обоснование системе земледелия. Они разделяли системы земледелия по их влиянию на плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур. Степень этого влияния зависит от правильного сочетания растениеводства и скотоводства. Чем больше будет вывезено на поля навоза,

писал И.М. Комов, тем больше будет хлеба. В этот период система земледелия (хлебопашества) определялась как «способ выращивания культурных растений для получения прибыли» (Основы земледелия и растениеводства, 1990; Витязев и др., 1991; Воробьев, 1991).

В XIX в. А.В. Советов, И.А. Стебут, А.С. Ермолов, Д.Н. Прянишников и др. отличали одну систему земледелия от другой по способам использования земли, соотношению земельных угодий (пашня, луг) и различных групп культурных растений. Впервые определение системы земледелия дал А.В. Советов в 1866 году. В своей работе «О системах земледелия» он писал: «Различные формы, в которых выражается тот или другой способ земледелия, принято называть системами земледелия» (Основы земледелия и растениеводства, 1980; Витязев, 1991; Воробьев, 1991).

Д.Н. Прянишников считал главными признаками системы полеводства (земледелия) способ использования земли и соотношение площадей, занятых различными группами культур (зерновые, кормовые и технические), дающими или не дающими навоз в хозяйстве. По его мнению, характер системы полеводства зависит от системы ведения хозяйства. Позже уже дал формулировку системы земледелия В.Р. Вильямс. В его формулировке все понятия о системе земледелия сведены к структуре почвы. В 1933 г. он писал: «Система мероприятий, при помощи которых мы поддерживаем прочность, то есть неразмываемость водой комковатой структуры почвы, носит название системы земледелия». Образование почв В.Р. Вильямс рассматривал как процесс биологический. Им создано учение о малом биологическом круговороте веществ, и впервые дана агрономическая характеристика плодородия почвы (Витязев и др., 1991; Воробьев, 1991; Основы земледелия и растениеводства, 1980; Основы земледелия и растениеводства, 1990; Королев и др., 1967).

Выдающаяся роль в развитии современного земледелия принадлежит К.А. Тимирязеву,

основоположнику учения о фотосинтезе растений, основанного на законе сохранения энергии. Он творчески развивал биологию и физиологию растений и все новое ценное в науке стремился внедрить в практику сельского хозяйства (Витязев и др., 1991; Воробьев, 1991).

Развитие систем земледелия проходило в течение длительного исторического периода (около десяти тысячелетий). Известный русский ученый А.В. Советов (1826–1901), первым разработавший классификацию систем земледелия, писал: «Нет сомнения, что та или другая система земледелия выражает ту или иную степень гражданского развития народов». Они возникали и развивались под влиянием конкретного исторического этапа развития общества, которому соответствовал тот или иной способ землепользования и возделывания земли. То есть системы земледелия совершенствовались по мере накопления практического опыта и научных знаний (Воробьев, 1991; Основы земледелия и растениеводства, 1981).

Основными признаками всех *систем земледелия* являются способы использования земли, воспроизводства плодородия почвы. Способ использования земли выражается в соотношении земельных угодий и в структуре посевных площадей, а способ воспроизводства плодородия почвы – в комплексе агротехнических и мелиоративных мероприятий в соответствии с возделываемыми культурами. Эти признаки, определяющие интенсивность и рациональность системы, положены в основу классификации систем земледелия.

Разработка систем земледелия для различных природно-экономических районов разных стран и их внедрение в сельскохозяйственных предприятиях различных форм собственности – одна из важнейших задач аграрной науки и практики в настоящее время.

Под системами земледелия понимают «комплекс взаимосвязанных организационно-экономических,

агротехнических, мелиоративных, почвозащитных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, агроклиматических ресурсов, биологического потенциала растений, на повышение плодородия почвы с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур» (Общее земледелие..., 1978; Воробьев, 1991; Королев и др., 1967).

Система земледелия должна обеспечивать интенсивное, высокоразвитое, экологически эффективное производство растениеводческой продукции высокого качества при рациональном использовании сельхозугодий и расширенном воспроизводстве почвенного плодородия. Системы земледелия должны обеспечивать надежную защиту почв от водной и ветровой эрозии, охрану окружающей среды от загрязнения ядохимикатами и минеральными удобрениями, борьбу с засухой, создание благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур и жизни человека (Общее земледелие с основами почвоведения, 1978; Земледелие с основами почвоведения и агрохимии, 1981; Воробьев, 1987).

В России и Центральной Азии сельское хозяйство приходится вести в очень разнообразных, часто сложных почвенно-климатических условиях – от сухих степей до горных районов. Поэтому современные системы земледелия должны быть адаптированы к конкретным ландшафтам, отвечать требованиям экологической безопасности.

Расшифровывая это определение, необходимо прежде всего отметить ряд принципиальных моментов. Во-первых, всякая система земледелия представляет собой целостную систему совокупно взаимосвязанных и взаимно-обуславливающих друг друга мероприятий, соответствующих конкретным почвенно-климатическим условиям, биологическим особенностям возделываемых культур и научно-техническому и организационно-экономическому состоянию хозяйства. Исключение или даже ослабление

любого элемента (звена) данной системы изменяет направленность, интенсивность и результативность функционирования этой системы земледелия. Во-вторых, в конкретную систему земледелия не обязательно должны входить все элементы (звенья), присущие современным системам земледелия, поскольку они могут не обуславливаться существующими условиями. Более того, даже в современных системах земледелия имеющиеся звенья не равнозначны и не первостепенны для достижения оптимальной результативности: одни из них будут определяющими, ведущими, а другие – сопутствующими фоновыми, но такими же необходимыми, как и первые (Основы земледелия и растениеводства, 1980; Основы земледелия и растениеводства, 1990).

Примитивные системы земледелия. Это первые системы земледелия. При таком производстве использовали только природное или естественное плодородие почвы. В обработке находилось не более одной четверти пригодных для пахоты земель, и по мере снижения урожаев земледелец переходил на новый, плодородный участок. Это было возможно лишь при наличии свободных земель и отсутствии частной собственности на землю. Примитивные системы земледелия характерны для дофеодального общества. Однако в южных и восточных районах России залежная и переложная система существовала до начала XX в., что было обусловлено высоким естественным плодородием черноземов (Воробьев, 1991; Воробьев и др., 1977). В лесных районах были распространены *подсечно-огневая* и *лесопольная* системы земледелия, в степных – *залежная* и *переложная*.

Для всех примитивных систем земледелия были характерны не только низкий уровень использования земли, но длительный и медленный процесс восстановления плодородия почвы под влиянием естественных факторов, низкая продуктивность полей и большие затраты тяжелого ручного труда.

Экстенсивные системы земледелия.

Отсутствие свободных земель, ограниченность крестьянских земельных наделов, растущий спрос на товарное зерно заставляли земледельца чаще распахать перелоги.

Паровая система земледелия пришла на смену примитивным, когда продолжительность перелога сократилась до одного года. Это был крупный шаг по пути интенсификации земледелия, так как земля стала использоваться лучше – посевы зерновых культур заняли больше половины площади пашни. Наиболее типичным стал трехпольный севооборот: 1 – чистый пар, 2 – зерновые, 3 – зерновые; реже – двух- четырехпольные севообороты с обязательным полем чистого пара. Плодородие почвы восстанавливалось в паровом поле, которое удобряли навозом и несколько раз обрабатывали в течение года, иногда двух лет. Но при несовершенной обработке и недостатке удобрений почва не успевала очиститься от сорняков и восстановить плодородие за один год парования. Кроме того, из-за распашки кормовых угодий и отсутствия посевов кормовых культур паровое поле часто использовалось для выпаса скота, что резко снижало его агротехническое значение (поздний, или крестьянский, пар). Паровая система в России возникла в начале XVI в. и была широко распространена до начала XX в. Затем подверглась критике как консервативная система земледелия. В Западной Европе она была заменена значительно раньше более прогрессивными плодосменной и другими системами земледелия (Основы земледелия и растениеводства, 1980; Основы земледелия и растениеводства, 1990).

Многопольно-травяная, или выгонная, система земледелия возникла в результате развития паровой системы в приморских и горных странах с влажным климатом и развитым животноводством (Германия, Нидерланды, Швеция, Австралия и др.). Например, в Германии в прибалтийских районах она сменила в середине XVIII в. паровую систему и была известна под названием Мекленбургской (Рюбензам и др.,

1980; Основы земледелия и растениеводства, 1990).

В севооборотах выгонной системы земледелия высокий удельный вес многолетних трав в сочетании с чистым паром обеспечивали благоприятные условия для повышения плодородия почвы. Но, как и при паровой системе земледелия, это достигалось, в основном, за счет природных факторов, без широкого использования промышленных удобрений и других средств воздействия человека на почву. Примером многопольно-травяной системы земледелия может служить следующий севооборот: 1–6 – многолетние травы, 7 – лен, 8 – чистый пар, 9 – озимая рожь, 10 – яровые зерновые, 14 – чистый пар, 15 – озимая рожь. В России и других странах с континентальным климатом многопольно-травяная система земледелия не нашла широкого применения. Однако уже в 30-е и послевоенные годы отдельные ее элементы применялись в СССР: многопольно-травяные кормовые почвозащитные севообороты и лугопастбищные севообороты – составная часть травопольной системы земледелия.

Переходные системы земледелия. Поскольку в паровых и многопольно-травяных системах земледелия плодородие почвы определяется природными факторами, лишь поддерживаемыми человеком (посев многолетних трав, обработка почвы), но без значительного использования промышленных средств, то их нельзя считать интенсивными. Однако они были основой для перехода к интенсивным системам земледелия через промежуточные формы, что стало возможным с развитием капитализма в Западной Европе уже в XVIII в., а позже, в XIX в. и в России.

Улучшенная зерновая система земледелия возникла на основе совершенствования паровой и многопольно-травяной систем земледелия. Чистый пар заменялся посевом многолетних трав, или в зернопаровые севообороты вводили одно-два поля многолетних трав. Переход многопольно-травяной системы земледелия в улучшенную зерновую происходил путем сокращения

площади посевов многолетних трав и расширения площади посевов зерновых культур с использованием зерно-паро-травяных севооборотов. Севообороты улучшенных зерновых систем земледелия представляют собой зерновое трехполье, дополненное полем многолетних трав: 1 – чистый пар, 2 – озимые с подсевом клевера, 3 – клевер, 4 – яровые зерновые; или 1 – чистый пар, 2 – озимые с подсевом клевера и тимофеевки, 5 – яровые зерновые, 6 – чистый пар, 7 – озимые, 8 – яровые зерновые.

Улучшенная зерновая система земледелия, широко применявшаяся в Нечерноземной зоне РСФСР, позволила резко повысить урожайность яровых зерновых культур и улучшить использование земли. В некоторых регионах СССР начали широко возделывать пропашные культуры (сахарная свекла, подсолнечник, картофель и др.). Однако, перейти к плодосменному использованию земли крестьянские хозяйства не могли из-за их слабости и технической отсталости.

В улучшенных зерновых системах земледелия стали эффективнее использовать землю – уменьшилась площадь чистого пара и увеличилась общая площадь посевов. Больше применяли удобрений и лучше обрабатывали почву, так как совершенствовалась земледельческая техника, вводились посевы пропашных культур. С совершенствованием улучшенной зерновой системы чистые пары стали заменять занятыми, что с развитием и широким использованием промышленных средств производства в земледелии создало предпосылки для перехода к современным интенсивным системам земледелия.

Разновидностью улучшенной зерновой системы земледелия является *сидеральная система земледелия*, при которой в паровом поле возделывают растения на зеленое удобрение – сидераты. Эта форма использования земли и повышения плодородия почвы известна с древних времен, но в конце XIX в. немецкий ученый Шульц-Люпитц сформулировал научные основы системы земледелия

с применением зеленого и минеральных удобрений. Сидеральная система земледелия пригодна для районов с достаточно влажным климатом, на почвах легкого гранулометрического состава. Она распространена в некоторых районах Нечерноземной зоны России и на орошаемых землях Центральной Азии и Закавказья. Ее совершенствование связано с использованием сидератов как промежуточных культур.

Травопольная система земледелия была разработана выдающимся советским почвоведом и агрономом В.Р. Вильямсом в результате объединения улучшенной зерновой и многопольно-травяной систем земледелия. Ее основой служат два севооборота – полевой зернопаротравяной и кормовой (луговой), характерный для многопольно-травяной системы земледелия. Полевой севооборот состоял из двух зернопаровых звеньев и четырех полей многолетних трав, а в луговой были введены посевы однолетних трав. Тем самым, в районах с хорошим обеспечением влагой создавалась прочная кормовая база для развития животноводства, а значит, и для увеличения выхода навоза и роста урожаев при полевом зернопаротравяном севообороте.

Такая система севооборотов вместе с другими элементами травопольной системы земледелия рекомендовалась повсеместно во всех природных зонах СССР в 20–30-е гг. XX в. вместо трехпольных севооборотов. Главная ее цель – повышение плодородия почвы биологическим путем при помощи посева многолетних бобовых и злаковых трав. При этом важное значение придавалось структуре почвы. Однако в послевоенные годы научные исследования и сельскохозяйственная практика показали, что травопольная система земледелия не во всех почвенно-климатических зонах служит эффективным средством повышения продуктивности земледелия. Кроме того, была доказана несостоятельность отдельных положений этой системы – значение структуры почвы как главного показателя ее плодородия, недопустимость посева озимых культур

по пласту многолетних трав, недооценка минеральных удобрений на бесструктурных почвах, отрицание боронования и прикатывания как агротехнических приемов и др. Травопольная система не учитывала всего многообразия почвенно-климатических условий в различных зонах Советского Союза и, в конечном итоге, нашла свое применение лишь в тех районах, где возделывание многолетних трав агротехнически и экологически оправдано.

Интенсивные системы земледелия. Уже с середины XVIII в. в странах Западной Европы паровая и другие экстенсивные или переходные системы земледелия стали вытесняться интенсивной *плодосменной системой земледелия*, при которой чисто зерновое хозяйство уступило место сельскохозяйственному производству с развитым животноводством и возделыванием технических и пропашных культур. Это потребовало введения интенсивных методов возделывания сельскохозяйственных культур и воспроизводства плодородия почвы. Характерные признаки плодосменной системы земледелия: распашка естественных кормовых угодий и превращение их в пашню, отсутствие чистого пара, наличие бобовых и пропашных культур в структуре посевных площадей и обязательное их чередование с зерновыми культурами, использование повышенных доз удобрений, особенно минеральных, тщательная обработка почвы (Леонтьев и др., 1963; Основы земледелия и растениеводства, 1990).

Структура посевных площадей в плодосменной системе земледелия в наибольшей степени позволяет эффективно чередовать культуры с различными биологией и технологией возделывания. Плодосменная система земледелия сыграла большую роль в развитии сельского хозяйства в Западной Европе. В России плодосменная система пропагандировалась русскими учеными в конце XVIII и в XIX вв., но нашла ограниченное применение лишь в некоторых помещичьих хозяйствах, выращивающих сахарную свеклу и картофель для заводских целей. Техническая отсталость крестьянских

хозяйств не позволяла им использовать эту интенсивную систему земледелия.

Промышленно-заводская (пропашная) система земледелия возникла как наиболее интенсивная и энергоемкая в условиях бурного развития торгового земледелия, когда всю пахотно-пригодную землю занимали товарными культурами. Земледелие приобретает промышленный характер в специализированных овощеводческих хозяйствах вокруг крупных промышленных центров, в хозяйствах, специализирующихся на производстве картофеля, сахарной свеклы, табака и других технических культур. При этой системе земледелия под пропашные культуры отводят больше 50% пашни, широко применяют высокие дозы органических и минеральных удобрений, орошение. Научно обоснованная агротехника – высшая форма земледелия, которая практически не зависит от погодных условий.

Современные системы земледелия. Современные системы земледелия должны обеспечивать рост урожайности культурных растений за счет факторов интенсификации земледелия – применения удобрений, мелиорации, орошения, механизации, автоматизации, почвозащитных, ресурсосберегающих и экологически чистых технологий, совершенствования орудий и машин. Все это в сумме должно обеспечить повышение экономической эффективности использования земли.

Все средства интенсификации должны использоваться с учетом последних достижений сельскохозяйственной науки и передового опыта, чтобы предусмотреть высокопродуктивное использование пригодных земель для выращивания самых ценных высокоурожайных культур, сортов и гибридов. Соотношение между отдельными культурами в севообороте при интенсивных системах земледелия устанавливается с учетом государственных, хозяйственных и личных потребностей в соответствии с требованиями рынка относительно разных сельскохозяйственных продуктов, специализацией хозяйства и почвенно-климатическими условиями.

Таким образом, современные системы земледелия направлены на эффективное использование земли и прочих ресурсов с целью получения в конкретных природных и экономических условиях максимального количества сельскохозяйственной продукции с наименьшими расходами. Направлены они также на борьбу с засухой, эрозией почв, обеспечение экологической безопасности и охрану окружающей среды (Основы земледелия и растениеводства, 1990; Витязев, 1991; Воробьев, 1991; Научные основы современных систем земледелия, 1992).

Разнообразные природные и экономические факторы определяют необходимость применения различных систем земледелия в разных условиях. Однако, всем современным системам как основе ведения любого хозяйства в условиях современного агроландшафта присущ высокий научно-технический уровень:

- научно обоснованная структура посевных площадей и система севооборотов с культурами и сортами интенсивного типа;
- прогрессивная, экологически чистая технология возделывания сельскохозяйственных культур с широким использованием новейшей техники, научно обоснованных систем удобрения, обработки и защиты почвы от эрозии, интегрированной системы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков;
- система воспроизводства плодородия почвы и защиты окружающей среды.

В соответствии с принятой в агрономии классификацией в настоящее время наибольшее распространение получили следующие системы земледелия.

Зернопаровая почвозащитная система земледелия возникла на базе паровой системы земледелия в условиях засушливых степей Северного Кавказа, Поволжья, Зауралья, Западной Сибири, Северного Казахстана. В структуре посевных площадей преобладают зерновые продовольственные

(пшеница, рожь) и фуражные (ячмень, овес) культуры. Важную роль в устойчивом производстве и высоком выходе зерна играет наличие в севооборотах этой системы чистого пара (до 25% общей площади пашни).

Воспроизводство плодородия почвы обеспечивается применением органических и минеральных удобрений в сочетании с почвозащитной системой обработки почвы, полосным размещением посевов и чистого пара, кулисами, с влагонакоплением и очищением почвы от сорняков в паровых полях.

При большом выносе питательных веществ воспроизводство плодородия почвы достигается высокими дозами органических и минеральных удобрений в сочетании с почвозащитными мероприятиями против водной эрозии (Основы земледелия и растениеводства, 1990; Научные основы современных систем земледелия, 1992).

Зернотравяная, или улучшенная зерновая почвозащитная система земледелия, в севооборотах которой не менее половины площади пашни занимают зерновые культуры, а остальную часть – многолетние и однолетние травы; при отсутствии чистых паров применяют посевы промежуточных культур. Обеспечивает средний выход зерна и высокий выход сочных и грубых травяных кормов с 1 га севооборотной площади. Применяется в хозяйствах животноводческого направления лесной, лесостепной зон и в других районах с достаточным увлажнением (450–700 мм осадков), при орошении и на склоновых землях.

Воспроизводство плодородия почвы обеспечивается за счет посевов многолетних трав, внесения органических и минеральных удобрений при высоком уровне защиты почвы от эрозии и экологической чистоте технологии.

Плососменная система земледелия – это система, при которой зерновые культуры занимают не больше половины севооборотной площади, а на остальной части размещают бобовые и пропашные

культуры. Применяются посевы промежуточных культур. Обеспечивается наибольший выход растениеводческой продукции с 1 га пашни. Распространена в хозяйствах с многоотраслевой структурой в лесной, лесостепной зонах и на орошаемых землях (Воробьев др., 1977; Основы земледелия и растениеводства, 1990).

Воспроизводство плодородия почвы обеспечивается за счет высоких доз органических и минеральных удобрений и оптимального чередования культур в плодосменном севообороте в сочетании с почвозащитными мероприятиями против водной эрозии.

Травопольная система земледелия – основа интенсивного кормопроизводства в хозяйствах с крупными мясомолочными животноводческими комплексами, обеспечивающая выход с 1 га севооборотной площади до 10 т корм. ед. в отличие от известной в истории земледелия травопольной системы В.Р. Вильямса эта современная система земледелия характеризуется преобладанием посевов многолетних и однолетних трав при незначительном удельном весе пропашных кормовых культур. Применяется в районах достаточного и избыточного увлажнения, на орошаемых и склоновых землях.

Воспроизводство плодородия почвы с окультуриванием и углублением пахотного слоя дерново-подзолистых и других малоплодородных почв, их защита от водной эрозии обеспечиваются за счет интенсивного использования многолетних трав, высоких доз органических и минеральных удобрений (Витязев, 1991; Воробьев, 1991; Основы земледелия и растениеводства, 1980).

Пропашная (промышленно-заводская) система земледелия, при которой большую часть пашни занимают под пропашные культуры: овощные, сахарную свеклу, картофель, кукурузу, хлопчатник и др. Применяют повторные и промежуточные культуры. Обеспечивается высокий выход продукции с 1 га севооборотной площади, но со значительным выносом питательных веществ и физическими нагрузками на почву

(уплотнение, распыление). Такая система земледелия распространена в пригородных хозяйствах овощекртофелеводческого направления, в южных хозяйствах, специализирующихся на производстве интенсивных пропашных культур – сахарной свеклы, кукурузы на зерно, хлопчатника, клеверицы, подсолнечника и других.

Кроме основных перечисленных систем земледелия, в разнообразных почвенно-климатических условиях России возможно применение и других, как традиционных, так и появляющихся новых альтернативных систем земледелия.

Глубокие изменения в общественно-политической сфере, в социально-экономической жизни стран СНГ определили необходимость совершенствования и развития систем земледелия. Это связано с многоукладностью сельскохозяйственного производства в условиях перехода к рыночной экономике, обострением экологических проблем на фоне изменения климата и большого количества землевладельцев, частной собственности на землю.

В этих обстоятельствах возрастает значение агроландшафтного подхода к разработке и совершенствованию зональных систем земледелия. Это значит, что они должны быть хорошо адаптированы, то есть увязаны с местным ландшафтом, отвечать требованиям экологической чистоты и создавать предпосылки для рационального использования земли и повышения почвенного плодородия, для получения высоких и устойчивых урожаев. Основопологающей становится задача формирования адаптивно-ландшафтного земледелия, тесно увязанного с ландшафтной экологией в конкретных почвенно-климатических условиях (Воробьев, 1991; Основы земледелия и растениеводства, 1980; Научные основы современных систем земледелия, 1992).

Адаптивно-ландшафтная система земледелия должна обеспечивать устойчивое производство сельскохозяйственной продукции с учетом развития науки

и техники, экономических и материальных ресурсов с сохранением устойчивости агроландшафта и расширенным воспроизводством почвенного плодородия (Основы земледелия и растениеводства, 1980; Витязев, 1991; Воробьев, 1991; Научные основы современных систем земледелия, 1992; Агроэкологическая оценка земель..., 2005).

Всякая система земледелия состоит из отдельных звеньев – составных частей, каждая из которых решает свои, характерные именно для этой цели земледелия задачи. Основными 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. Каждая из этих составных частей, как и системы земледелия в целом, изменяется в зависимости от почвенно-климатических условий, отражает их с учетом региональных особенностей.

Строение любой современной системы земледелия определяется наличием в ней блоков, элементов (звеньев) и совокупностью взаимоопределяющих связей. В системе выделяют группу взаимообусловленных и взаимозависимых приемов и мер, решающих задачи единого качественного уровня, называемую «блоком системы земледелия» или, просто, «блоком». Вместе с тем, входящие в блок отдельные законченные и полноценные приемы, методы или меры, способные обеспечить конечное решение конкретных, но ограниченных по содержанию вопросов, и рассматривают как звенья (элементы) системы земледелия (Научные основы современных систем земледелия, 1992, 1992; Кирюшин, 1995; Агроэкологическая оценка земель..., 2005).

Структура современной системы земледелия безотносительно к конкретной почвенно-климатической и хозяйственно-социальной ситуации в достаточно полной и ясной форме представлена в таблице 3.1.

Органическая (биологическая) система земледелия, как и несколько других видов альтернативного земледелия (экологическая, органо-биологическая, биодинамическая и подобные системы), появилась вследствие научно-технического прогресса в странах с высоким уровнем химизации. Ее основные принципы:

- смена современного земледелия его «экологизацией» и «биологизацией», то есть создание земледелия, не вредящего окружающей среде, которое обеспечивало бы человека и животных биологически полноценными продуктами питания;
- ведение земледелия на основе максимальной реутилизации и рециркуляции всех отходов хозяйств;
- повышение рентабельности хозяйства.

Решить эти задачи можно при помощи отказа от искусственных химических веществ, хотя отдельные направления альтернативного земледелия допускают использование определенных средств химизации. При этом новые системы земледелия должны быть конкурентоспособными и обеспечивать удовлетворительные урожаи. Речь идет не о возврате к старому, экстенсивному земледелию, хотя умное принятие отдельных его мер не исключается (Гришина, 1986; Довбан, 1990).

В мире все большую популярность приобретает именно биологическая или органическая система земледелия, основанная на исключении или значительном сокращении применения минеральных удобрений и пестицидов. Главные ее преимущества – высокое качество сельскохозяйственной продукции, уменьшение загрязнения окружающей среды, сохранение и даже повышение плодородия почвы. Фермерские хозяйства, которые переходят на эту систему земледелия, все чаще называют ее экологической. Они обрабатывают почву и разводят скот без использования искусственных удобрений, средств для опрыскивания или добавок к корму.

Таблица 3.1. Структура и содержание современных систем земледелия.

Блоки	Звенья (элементы)
Агротехнический	1. Система организации территории и севооборотов. 2. Система обработки почвы. 3. Система защиты сельскохозяйственных растений. 4. Система противоэрозионных мероприятий. 5. Система удобрений. 6. Система семеноводства. 7. Система технологии выращивания культурных растений.
Мелиоративный	1. Система химической мелиорации. 2. Система водной мелиорации. 3. Система сельскохозяйственной и ландшафтной лесомелиорации. 4. Система окультуривания природных кормовых угодий.
Организационно-экономический	1. Система организации труда и форм производственной деятельности. 2. Система форм оплаты труда. 3. Система хранения продукции. 4. Система переработки и сбыта продукции.
Ландшафтно-экологический	1. Система природоохранных мероприятий. 2. Мониторинг экологического состояния ландшафта территории. 3. Система контроля и бонитировки почв сельско-хозяйственных угодий. 4. Система контроля за уровнем ПДК экзогенных веществ в окружающих средах. 5. Система экологического контроля получаемой продукции.

Система земледелия no-till (англ. *не вспахивать*), или система нулевой обработки почвы. Суть этой системы такова: каждый полученный урожай культуры должен повышать содержание органического вещества в почве, поэтому урожай следующей культуры должен расти не за счет внесения дополнительного количества удобрений, а за счет повышения плодородия почвы. Данная система предусматривает отказ от механической обработки почвы. В тоже время отсутствие механической обработки почвы обуславливает изменение и всех других составляющих системы земледелия – системы удобрения, семеноводства, системы севооборотов, организации территории, структуры посевных площадей. Система no-till рассматривается как комплексный подход к почвозащитному и ресурсосберегающему

земледелию, который подробно освещен в Модуле 7 настоящего Руководства.

Таким образом, все современные системы земледелия являются основой интенсификации сельского хозяйства – процесса резкого роста производства зерна, технических, кормовых и овощных культур на основе расширенного восстановления плодородия почвы. Они характеризуются высоким техническим оснащением производства, использованием более эффективных способов обработки почвы, внесением органических и минеральных удобрений с расчетом на запланированный урожай, интенсивными почвозащитными технологиями выращивания сельскохозяйственных культур, мелиоративными, а также прогрессивными организационно-хозяйственными мерами.

История развития и современное состояние систем земледелия в Центральной Азии

Из древней истории известны «дельтовые» государства – в дельте Нила, Тигра и Евфрата, Инда и др. Поселения человека в дельте, точнее, – в дельтах, Амударьи известны с неолита (VI – IV тыс. до н.э.). Менялись природные условия, мигрировали реки, и человек переселялся вслед за ними. Первые земледельческие участки были приурочены именно к устьям (дельтам) рек. Центральнoазиатские реки протекают в своем верхнем течении в горных долинах, здесь, местами, земледелие могло возникнуть рано. Изучение памятников древнеземледельческой культуры Маргианы, Согда, Ферганы, Хорезма, Северной Бактрии и земель древнего орошения в низовьях Амударьи, Сырдарьи и Зеравшана показало, что орошаемое земледелие в Центральной Азии возникло в двух благоприятных по естественно-географическим условиям зонах – в долинах предгорий и на поймах или дельтах больших равнинных рек (Гафуров, 1972; Ирригация Узбекистана, 1975; Миддендорф, 1982; Литвинский и др., 1983).

Центральная Азия – один из древнейших районов высокой земледельческой культуры. Здесь, как и во всех странах Востока, находящихся в зоне сухого субтропического климата, «климатические условия и своеобразие поверхности... сделали систему искусственного орошения при помощи каналов и ирригационных сооружений основой восточного земледелия» (Современный кишлак Средней Азии, 1927; Жалилов, 1977).

В первой половине I-го тысячелетия до н.э. основную массу населения Центральной Азии составляли родственные племена, говорившие на иранских языках. По своему хозяйственному укладу они разделялись на две группы: земледельческие племена с оседлым образом жизни и кочевые

племена. Главные средства к существованию этим племенам обеспечивало скотоводство.

В середине – второй половине I-го тысячелетия до н. э. земледельцы «осели» в древних земледельческих районах, а кочевые скотоводы распространились по предгорной и горной территории. Скотоводы и земледельцы не были изолированы друг от друга. Мирные отношения между ними сменялись острой борьбой, определяя историю народов Центральной Азии. В Евразии нет другого региона, где бы так соприкасались и даже переплетались культуры или, вернее, цивилизации земледельцев и скотоводов. Земледельцы всецело зависели от речных долин и той системы орошения, которую они создавали. В этом смысле орошаемое земледелие всегда ограничено территориально и не может в силу своих особенностей развиваться экстенсивным путем. Без орошения земледелие в районах Центральной Азии невозможно. Другое же направление хозяйства – скотоводство – обладало возможностями для экстенсивного развития, в этом отношении оно было более перспективным (Гафуров, 1972).

В предгорьях южной части Центральной Азии земледелие возникло во времена раннего неолита. Во II-м тысячелетии оно развивалось также в Хорезме и некоторых других областях, но во времена бронзового века было еще малопродуктивным. В большинстве центральноазиатских районов население жило скотоводством и охотой.

В VII–VI вв. до н. э. в связи с освоением производства железных изделий и с созданием ирригационных систем в приречных низменностях у земледельческого населения Центральной Азии начинает складываться классовое

общество. Именно в это время возникают поселения городского типа в районе современных городов Самарканда (древняя Мараканда), Мары, Балха (древние Бактры) и в ряде мест Южного Таджикистана. В этот период в земледельческих районах Центральной Азии произошли (по сравнению с эпохой бронзы) изменения в хозяйстве, общественной жизни и культуре. Археологическими материалами зафиксировано расширение зоны ирригационного земледелия на основе искусственного орошения (Литвинский и др., 1983).

В Хорезме ирригационная система охватывала всю дельту Амударьи. На правом берегу открыты Кой-Крылган-калинский и Джанбас-калинский магистральные каналы. От них перпендикулярно отходили многочисленные средние и мелкие каналы, подававшие воду непосредственно на поля. В IV в. до н. э. площадь орошаемых земель в низовьях Амударьи и Сырдарьи составляла приблизительно 3,5 млн га. Здесь выращивали просо, пшеницу, ячмень, в садах разводили абрикосы, сливы, персики и виноград, бахчевые культуры и кунжут. Масштабы ирригационного хозяйства свидетельствуют о привлечении массы рабочей силы (Хорошхин, 1876; Шахназаров, 1908).

Наиболее крупные земледельческие оазисы Центральной Азии расположены в ее южной части. Это Ферганская долина, орошаемая водами Сырдарьи и многочисленных горных рек, Бухарский и Самаркандский оазисы в долине реки Зеравшан, Ташкентский оазис, питаемый водами рек Чирчика и Ангrena, Мургабский, Тедженский оазисы – вдоль рек Мургаба и Теджена. Ахальский и Атекский оазисы, расположенные в подгорной части Копетдага, орошаются небольшими речками, стекающими с гор. Значительные площади орошены человеком вдоль среднего течения Амударьи. Далеко к северу от этого зеленого пояса отстоит Хорезмский оазис, расположенный в дельте Амударьи. На долю его жителей выпала самая упорная борьба с природой, поскольку оазис со всех

сторон окружен пустыней, песчаные волны которой знойный ветер неумолимо гонит в сторону полей и садов. Реку Амударья в древности называли Джейхун – «кипящая», имея в виду крутой нрав ее течения, поэтому взять у нее воду для орошения было не просто. Чтобы направить часть потока реки в прорытые магистральные каналы и более мелкие арыки, по которым вода подавалась на поля, земледельцы перегораживали реку плотинами (Александров, 1918; Миддендорф, 1982; Батраков, 1955; Гафуров, 1972).

Земля без воды не имела для земледельца ценности по пословице «родит не земля, а вода». Сельское общество в лице выборного мираба строго регулировало потребление воды. У мираба имелись водяные часы (сосуд с маленьким отверстием на дне по типу античной клепсидры) для точного отпуска воды на поля согласно праву каждого земледельца на известную меру времени полива.

Дефицит воды побуждал население создавать ее резервные запасы, сооружая разного рода водохранилища. В городах ими являлись хаузы – довольно глубокие бассейны, которые могли питаться подземными водами. В Бухаре, например, хаузы были непроточными, отчего вода в них быстро портилась, становясь источником различных заболеваний (Ирригация Узбекистана, 1975; Абрамова, 1989).

В Центральной Азии пригодны для земледелия и горные долины. Основное земледельческое население в горах Памиро-Алая – это припамирские народности и таджики. Высокогорное земледелие на Памире – тоже орошаемое, поскольку отличительная особенность климата этой горной системы в том, что количество осадков уменьшается по мере увеличения высоты. Горцы широко используют влагу ручьев и родников, так как воду из мало-мальски крупной реки взять можно только в очень немногих местах. Вследствие этого горные ирригационные системы с инженерной точки зрения очень оригинальны – это каналы из дерева

и дерна, удерживаемые на скалистых обрывах с помощью кронштейнов, висячие желоба-водоводы, специальные отстойники и водосливы (Гафуров, 1972).

Все этапы земледельческого цикла у народов Центральной Азии сопровождались комплексом обрядовых действий, символически направленных на стимулирование плодородия. Центральным аграрным культом являлся культ деда-земледельца Бобо Дехкона – покровителя земледелия. Еще в начале XX в. среди горных таджиков в каждом селении имелся свой «Бобо Дехкон». Это был крепкий хозяин и уважаемый человек. Он начинал все земледельческие работы, посвящал мальчиков в земледельцы, давая им в руки серп. При колхозном строе такого дехканина назначали председателем совета урожайности (Современный кишлак Средней Азии, 1927; Батраков, 1955; Гафуров, 1972).

Этнографы выделяют на территории Центральной Азии конца XIX – начала XX в. три главных хозяйственно-культурных типа: 1 – оседлые жители оазисов, ведущих интенсивное земледельческое хозяйство с применением искусственного орошения; 2 – полуоседлое население, сочетающее скотоводство с земледелием; 3 – кочевники-скотоводы. В шести из пятнадцати выделенных географами на территории Центральной Азии природно-хозяйственных зон в дореволюционный период, судя по историко-этнографическим материалам, преобладал хозяйственно-культурный тип оседлых земледельцев, ведущих свое хозяйство на искусственно орошаемых землях и межгорных долинах и на равнинных предгорьях; в трех зонах – хозяйственно-культурный тип кочевников-скотоводов, значительная часть которых занималась также нерегулярным земледелием на своих зимовках и у временных источников и родников пустынной зоны; в четырех – хозяйственно-культурный тип полуоседлых земледельцев и скотоводов, для которых было характерно занятие нерегулярным поливным и каирным

земледелием на окраинах земледельческих оазисов и в низовьях рек, иногда сочетавшееся с рыболовством. Несколько иной вариант этого же хозяйственно-культурного типа мы видим в горных районах, где горнопастбищное и отгонное скотоводство иногда сочеталось с богарным, неполивным (богара – посевы под весенние дожди) и мелкооазисным поливным земледелием (Гафуров, 1972; Хорошхин, 1876; Шахназаров, 1908).

Характерные признаки основных районов Центральной Азии (орошаемого земледелия) – континентальность и засушливость климата с высокими температурами летом и обилием солнечного света. Здесь ощущается острый недостаток влаги. Поэтому доминирующее положение в системах земледелия здесь занимает искусственное орошение пахотных земель. В этих условиях земледелия должно быть направлено на повышение эффективности использования влаги, уменьшение непроизводительного испарения, соблюдение технологии поливов.

В Советский период на орошаемых землях Центральной Азии выращивали, в основном, хлопчатник, пшеницу, рис, люцерну, кукурузу, бахчевые, также было развито плодоводство и виноградарство. В орошаемых районах Центральной Азии в этот период, в зависимости от природно-экономических условий, внедрялись, главным образом, пропашные и плодосменные севообороты.

Современное состояние системы земледелия на орошаемых землях Центральной Азии.

Главное в системе орошаемого земледелия заключается в экономном расходовании влаги и получении высоких урожаев наиболее ценных культур при непременном повышении плодородия почвы. Чем лучше создаются условия жизни для культурных растений, тем более рационально эти растения используют воду: в частности, – снижается их транспирационный коэффициент. В этой связи очень важно правильное применение удобрений и обработки почвы с учетом местных условий и биологических особенностей

возделываемых культур (Воробьев, 1991; Основы земледелия и растениеводства, 1990).

На орошаемых землях проектируют наиболее интенсивные системы земледелия: пропашные, плодосменные. Их основная задача заключается в эффективном использовании поливной воды при безусловном сохранении водопропускной структуры – основы почвенного плодородия.

Орошение позволяет регулировать водный режим почвы, что дает возможность получать высокие урожаи наиболее ценных культур. При разработке системы орошаемого земледелия необходимо учитывать климатические, почвенные, экономические условия. Этими условиями, в основном, определяется состав культур, севообороты, системы обработки почвы и удобрений и др.

Севообороты на орошаемых землях отличаются высокой степенью специализации, то есть насыщением ведущей культуры. Особенно это выражено в районах хлопководства, рисосеяния, овощеводства и др. В районах, специализирующихся на производстве хлопка, распространены травяно-пропашные (люцерно-хлопковые) севообороты, в которых хлопчатник занимает 70–75 % от всей площади севооборота, а остальную часть – люцерна. В рисовых севооборотах практикуют посевы риса в течение двух или трех лет, а затем их сменяет люцерна или другие культуры.

С орошением связаны некоторые особенности в системе обработки почвы. Они обусловлены необходимостью сочетания приемов обработки с поливами, которые влияют на физические свойства почвы.

Основную обработку под пропашные культуры проводят на глубину 30–32 см, а в период вегетации после каждого полива рыхлят междурядья. Если на поле применяют предпахотный или влагозарядковый полив, то для уничтожения появляющихся всходов сорняков проводят полупаровую обработку почвы.

Другие характерные звенья орошаемого земледелия – это система удобрений и система мероприятий по защите растений, взаимосвязанные с экологическими принципами. Повышенные нормы внесения минеральных удобрений, необходимые для восполнения выноса элементов питания из почв, создают серьезную опасность для окружающей среды, поскольку макроэлементы питания растений в избыточных количествах могут проникать в глубокие почвенные горизонты и грунтовые воды. Поэтому минеральные удобрения вносят вместе с органическими, используя при этом слаборастворимые формы. Особенно опасно при несбалансированном минеральном питании накопление в сельскохозяйственной продукции нитратов и тяжелых металлов. Химические средства защиты растений применяют с учетом их растворимости и токсической опасности для окружающей природной среды и человека. На орошаемых землях осуществляют мониторинг биохимического состояния почвы и продукции, включающий детальное обследование полей, поскольку экотоксиканты способны мигрировать и концентрироваться в отдельных чеках (Основы земледелия и растениеводства, 1990; Ирригация Узбекистана, 1975; Глобальные проявления изменений климата..., 2004).

Важная задача в орошаемом земледелии – предупреждение вторичного засоления и заболачивания почвы. Причинами этих явлений служат – повышенное содержание солей в поливной воде, близость минерализованных грунтовых вод или засоленных слоев почвы. Неправильный режим орошения может повысить уровень грунтовых вод и вызвать заболачивание.

Для предупреждения вторичного засоления почв рекомендуется периодически применять глубокую мелиоративную вспашку, гипсование, высевать люцерну. Чтобы не происходило заболачивания почв, необходимо строго регулировать расход воды при поливах, не допуская ее избытка,

своевременно и рационально планировать поля для равномерного распределения воды, обсаживать постоянные каналы и водохранилища деревьями. Древесные насаждения, защищая посевы от суховея, также предохраняют водохранилища от наноса ила, песка, снижают расход влаги и т. д.

Важное значение для функционирования системы орошаемого земледелия имеют технические средства, позволяющие с минимальным ущербом для почвы выполнять основные агрономические мероприятия. Современные энергетические тяговые средства должны быть оборудованы дополнительными колесами, широкопрофильными шинами, а комбайны – гусеничным двигателем.

Современная система земледелия в Центральной Азии должна быть направлена на эффективное использование земли, сохранение и повышение плодородия почвы, получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Однако в современных условиях положение в земледелии заметно осложнилось: севообороты стали грубо нарушаться, уменьшилось в несколько раз внесение органических и минеральных удобрений, сократилось применение защитных мероприятий. Нарушение системы земледелия привело к тому, что стало падать плодородие почвы, ухудшаться фитосанитарное состояние полей. Создалась реальная угроза трансформирования некоторых пахотных земель в разряд пастбищных или других менее ценных категорий сельскохозяйственных угодий.

В этих условиях возникла необходимость пересмотра систем ведения хозяйствования, в том числе и систем земледелия. Разрабатывая и совершенствуя системы земледелия для каждого конкретного хозяйства, необходимо:

- обеспечить воспроизводство плодородия почв;
- усовершенствовать системы земледелия и агротехнологии,

сделав их наименее затратными и высокопроизводительными, добиться экологической безопасности производства;

- повысить урожаи, валовые сборы сельскохозяйственных культур, сделать их стабильными;
- обеспечить должное качество сельскохозяйственной продукции;
- сохранить почву, водные ресурсы и ландшафты в целом от деградации, засоления и загрязнения.

Основой устойчивости земледелия является правильное использование пашни с оптимальным количеством в севообороте паров, зерновых пропашных, многолетних трав, овощных и бахчевых культур.

Для предотвращения дальнейшей деградации плодородия прежде всего необходимо обеспечить бездефицитный баланс содержания органического вещества. Это возможно экономично сделать только на основе биологизации земледелия (освоение плодосменных севооборотов, использование органических удобрений и сидерацию). Наиболее действенным средством регулирования баланса органического вещества в агроценозах является возделывание многолетних и однолетних бобовых трав (люцерна, эспарцет, однолетние клевера).

Богарное земледелие. Богарное земледелие распространено в предгорьях, на окраине оазисов, оно позволяет использовать неудобные для искусственного орошения земли. Богара (бахора) – в переводе с персидского «весенний» – это земли в зоне орошаемого земледелия, но не за счет искусственного орошения, а за счет весенней влаги, попадающей в почву вследствие таяния снега и дождей. Поскольку точного прогноза на количество влаги дать затруднительно, богарные поля обычно занимают под засухоустойчивые зерновые, кормовые, бахчевые растения.

Адаптация систем земледелия Центральной Азии к условиям изменяющегося климата

Проблема изменения климата на планете – глобальное потепление – вызывает огромный интерес и беспокойство мировой общественности. В 1995 г. на межправительственной конференции в Мадриде ООН провозгласила глобальное потепление научно доказанным фактом.

Изменение климата – это проблема не только будущего, но и настоящего, так как стратегия современного земледелия должна учитывать появление этого стрессового фактора природной среды. В ряде стран Центральной Азии эта стратегия более подвержена различного рода воздействиям в отличие от экономически развитых стран, где высокая технологическая оснащенность сельского хозяйства обеспечивает ее значительную устойчивость. Уязвимость к изменению климата усугубляется в Центральной Азии прогнозируемым ростом численности населения, истощением природных ресурсов, ограниченностью земель, которые в перспективе могли бы стать пригодными для ведения сельского хозяйства (Глобальные проявления изменений климата..., 2004).

Сельскохозяйственная ресурсная база Центральной Азии находится, главным образом, в засушливых и полузасушливых климатических зонах с резко континентальным климатом, который характеризуется жарким летним и холодным зимним периодами. Среднегодовое количество осадков, основная часть которых приходится на весну и зиму, составляет примерно 270 мм и варьируется от 600 мм до 800 мм в горных и от 80 мм до 150 мм в пустынных районах. Основные сложности, вызванные климатическими условиями, состоят в значительных колебаниях объема осадков в течение одного сезона и между сезонами. Производственный потенциал данных агроэкологических зон в низменностях и высокогорной

местности для пропашного земледелия и животноводства еще больше сокращается из-за неэффективных методов земледелия, в том числе, – из-за истощения питательных веществ в почве и нарушения структуры почв. Традиционные методы обработки почвы еще больше снижают плодородие почвы, так как существенно увеличивается плотность сложения пахотного горизонта. В ряде случаев эти методы приводят к утрате почвенного слоя. Это также касается орошаемого земледелия при выращивании хлопчатника с применением сложившихся методов обработки почвы (Глобальные проявления изменений климата..., 2004; Иванов, 2004).

Рост численности населения, увеличение нагрузки на пастбища, засухи и наводнения, ограниченность доступа к технологиям, способствующим повышению урожайности, и отсутствие эффективной системы маркетинга / сбыта сельскохозяйственной продукции – все это также является причинами сокращения и/или стагнации сельскохозяйственного производства, ухудшения продовольственной безопасности и неполноценного питания. Данные негативные тенденции будут усугубляться, если фермеры не реформируют практику земледелия в целях обеспечения устойчивости производства и снижения рисков, связанных с изменением климата (Сельскохозяйственная электронная библиотека знаний, 2020; Marongwe et al., 2011).

Для смягчения последствий изменения климата необходимо содействие в переходе от традиционных систем земледелия к технологиям почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия (ПРЗ). Под почвозащитным и ресурсосберегающим земледелием понимается система земледелия, при которой компоненты

и мероприятия по агротехнике, защите растений, обеспечению питательными веществами, водными и энергетическими ресурсами базируются на устойчивом экологическом фундаменте, который состоит из трех взаимосвязанных принципов: 1 – минимальное повреждение структуры почвы (прямой посев с нулевой обработкой почвы); 2 – сохранение почвенного покрова (мульчирование с использованием стерни и покровных культур); 3 – диверсификации (севооборот и/или чередование культур), включая покровные культуры. Принципы ПРЗ применимы по отношению к различным системам ведения сельского хозяйства, которые сложились в местных условиях и адаптированы к ним, в том числе, – к системам выращивания пропашных, овощных и плодовых культур, агролесоводству, органическим и растениеводческо-животноводческим системам, где используется ручной, гужевой и механизированный труд (Сельскохозяйственная электронная библиотека знаний, 2020). Подробнее о перспективах внедрения ПРЗ в Центральной Азии пойдет речь в Модуле 7 настоящего Руководства.

Системы, базирующиеся на обработке почвы, могут быть продуктивными, но в долгосрочной перспективе неустойчивы в экологическом и экономическом отношениях, потому что степень деградации почв (от эрозии и других форм снижения плодородия почвы), как правило, выше, чем способность почвы к самостоятельному восстановлению (Сельскохозяйственная электронная библиотека знаний, 2020).

Такой переход будет способствовать созданию сельского хозяйства

с рентабельным производством продовольственных товаров, кормовых и прядильных культур, адаптированного под климатические изменения и сохранению экосистемы. Для адаптации к изменениям климата необходимо наличие развитой аграрной системы, способной справляться с изменением и переменчивостью климата, и, соответственно, – с ростом популяции вредителей.

Изменение климата также потребует более рационального использования природных ресурсов, в связи с чем необходимы:

- инвентаризация и переоценка агресурсов и ассортимента культурных растений;
- пересмотр принципов природоохранных мероприятий;
- формирование экологического каркаса природных зон за счет новых агротехнологий, комплекса мелиораций, агролесомелиоративного обустройства сельхозугодий и адаптивных систем ландшафтного землеустройства и земледелия.

Представляется острой необходимостью формирования эффективной государственной политики по технологическому переоснащению АПК, развитию сельских территорий, освоению адаптивно-ландшафтных систем земледелия, способных обеспечить высокую адаптивную мобильность и устойчивость отрасли в условиях глобальных тенденций изменения климата, возрастающего влияния техногенеза, реабилитации естественно и антропогенно нарушенных территорий.

Список источников

- Абрамова Т.А. 1989. *Вековые Изменения Природы Побережий Каспийского и Аральского Морей за Два Последних Тысячелетия*. Южные моря СССР: географические проблемы исследования и освоения. Москва: Наука.
- Агроэкологическая Оценка Земель, Проектирование Адаптивно-Ландшафтных Систем Земледелия и Агротехнологий. 2005. Ред.: Кирюшина В.И., Иванова А.Л. М.: ФГНУ «Росинформагротех».
- Александров Н.Н. 1918. *Земледелие в Сыр-Дарьинской Области: Описание Приемов Земледелия Преимущественно Ташкентского Хлопкового и Сухоземледельческого Района*. Ташкент.
- Батраков В.С. 1955. *Характерные Черты Сельского Хозяйства Ферганской Долины в Период Кокандского Ханства*. Ташкент: САГУ. Нов. Серия, (628).
- Витязев В.Г., Макаров И.Б. 1991. *Общее Земледелие*. Москва: МГУ.
- Воробьев С.А. 1991. *Земледелие*. Москва: «Агропромиздат».
- Воробьев С.А., Буров Д.И., Тыликов А.М. 1977. *Земледелие*. Москва: Колос.
- Гафуров Б.Г. 1972. *Таджики. Древнейшая, Древняя и Средневековая История*. Москва.
- Глобальные Проявления Изменений Климата в Агропромышленной Сфере. 2004. Ред.: Иванова А.Л. Москва.
- Гришина Л.А. 1986. *Гумусообразование и Гумусное Состояние Почв*. Москва: Изд-во «Москва».
- Жалилов С. 1977. *Из Истории Орошения Земель Ферганской Долины (на узбекском языке)*. Ташкент: Фан.
- Земледелие с Основами Почвоведения и Агрохимии. 1981. Ред.: Воробьева С.А. Москва: Колос.
- Иванов А.Л. 2004. «Проблемы Глобального Проявления Техногенеза и Изменений Климата в Агропромышленной Сфере.» *Сборник Трудов Всемирной Конференции по Изменению Климата*. Москва. ГУ «ВНИИГМИ-МЦД».
- Ирригация Узбекистана. 1975. Ред.: Бедринцева К.Н., Коржавина Б.Д. Ташкент: Фан.
- Кирюшин В.И. 1995. *Методика Разработки Адаптивно-ландшафтных Систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур*. Москва.
- Королев А.В., Навроцкий С.К., Федосеева М.П. 1967. *Общее земледелие с мелиорацией*. Ленинград: Колос.
- Леонтьев В.М., Карнаухов И.П., Иванов Д.А. 1963. *Основы Земледелия и Кормопроизводства*. Москва: «Сельхозиздат».
- Литвинский Б.А., Седов А.В., Тепай-шах. 1983. *Культура и Связи Кушанской Бактрии*. Москва.
- Миддендорф А. 1882. *Очерки Ферганской Долины*. Санкт-Петербург.
- Научные Основы Современных Систем Земледелия. 1992. Ред.: Каштанов А.И. Москва: «Агропромиздат».
- Общее Земледелие с Основами Почвоведением. 1978. Ред.: Заева П.П., Коротков А.А. Москва: Колос.
- Основы Земледелия и Растениеводства. 1980. Ред.: Косинского В.С. Москва: Колос.
- Основы Земледелия и Растениеводства. 1990. Ред.: Никляева В.С. Москва: «Агропромиздат».

- Основы Земледелия. 1981. Ред.:
Гуренева М.Н. Москва: Колос.
- Рюбензам Э., Рауэ К. 1980. *Земледелие*.
Москва: Колос.
- Современный Кишлак Средней Азии. 1927.
Ред.: Карп Б.Б., Сусова И.Е. Вып. VI.
Ташкент: издание Средне-Азиатского
Бюро ЦК ВКП.
- Хорошхин А.П. 1876. *Сборник Статей
Касающихся до Туркестанского Края*.
Санкт-Петербург.
- Шахназаров А.И. 1908. *Сельское Хозяйство
в Туркестанском Крае*. Санкт-Петербург.
- Montgomery D. 2007. *Dirt: the Erosion of
Civilizations*. Berkeley: University California
Press.
- FAO. 2008. *Save and Grow: a Policymaker's
Guide to the Sustainable Intensification
of Smallholder Crop Production*. Report
of the International Technical Workshop.
Rome.
- Marongwe L.S., Kwazira K., Jenrich M.,
Thierfelder C., Kassam A., Friedrich T.
2011. "An African Success:
the Case of Conservation Agriculture
in Zimbabwe." *International Journal of
Agricultural Sustainability*,
9(1), 153-161.
- Электронные ресурсы:**
- Сельскохозяйственная электронная
библиотека знаний 2020.
<http://www.cnshb.ru/akdil/>

Обработка почвы как основа возделывания культур

А.Ж. Асаналиев, В.А. Султанбаева, К.Ж. Баялиева

Производство продовольствия во многом зависит от качества почвенного покрова, поэтому важно, чтобы почвы были здоровыми и высокопродуктивными. Однако воздействие человека на почвы может достигать критических масштабов, и почвы в этом случае перестают выполнять свои важные функции. В республиках Центральной Азии после распада Советского Союза возник ряд серьезных проблем в сфере управления земельными ресурсами, что привело к экономическому, социальному и экологическому кризису в этих странах. Интенсифицировались процессы деградации почв – ветровая и водная эрозия, уплотнение, засоление, вымывание органических и питательных веществ, подкисление, загрязнение. Все эти процессы приводят к негативным последствиям для урожая и производительности животноводства, снижению уровня сельскохозяйственных доходов.

Обработка почвы является основой возделывания сельскохозяйственных культур и важнейшим агротехническим мероприятием, способствующим повышению эффективного плодородия почвы и урожайности этих культур. Под обработкой почвы понимают механическое воздействие на почву

рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий в целях создания оптимальных условий жизни для возделываемых растений и уничтожения сорняков. С помощью обработки почвы регулируется водный, воздушный, питательный, тепловой режимы почвы, влагообеспеченность и интенсивность биологических процессов растений, а главное, – поддерживается благоприятное фитосанитарное состояние почвы и посевов (Баздырев, 2008). При обработке происходят увеличение мощности пахотного слоя, а также заделка органических и минеральных удобрений, гербицидов, извести и других мелиорантов в целях повышения плодородия и степени окультуренности почвы.

На обработку почвы в среднем расходуется 30–40 % энергии, потребляемой в сельском хозяйстве, то есть это довольно энергоемкий технологический процесс. В этой связи, ученые и фермеры начинают обращать внимание на агротехнологии, основанные на сокращении обработки почвы (Баздырев, 2008; ФАО, 2012а; ФАО, 2015). В современном земледелии используется пять методик обработки почвы: отвальная (классическая), безотвальная, комбинированная, нулевая и минимальная.

Отвальный (классический) метод обработки почвы

Одной из самых энергозатратных обработок почвы считается отвальная (классическая) методика обработки почвы, поскольку она требует привлечения значительного количества оборудования. Обработка почвы при этом методе происходит с полным или частичным оборачиванием пахотного горизонта для изменения местоположения разнокачественных слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении; при этом почва

усиленно разрыхляется и перемешивается, подрезаются и заделываются в нее растительные остатки и удобрения.

Отвальная обработка защищает почву от возбудителей инфекции. В частности, патогенные грибы (преимущественно из растительных остатков) накапливаются на поверхности почвы, а после отвальной обработки они перемещаются глубже, откуда не могут вызвать заражение сельскохозяйственных культур.

Безотвальный метод обработки почвы

Безотвальный метод обработки почвы – воздействие на почву в вертикальном направлении рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин без изменения расположения генетических горизонтов и дифференциации обрабатываемого слоя по плодородию в целях рыхления или уплотнения почвы, подрезания подземных и сохранения надземных органов растений на поверхности почвы. При безотвальном способе обработки почвы пользуются плугами со снятыми отвалами, чизельными плугами, чизельными культиваторами, тяжелыми культиваторами, при этом не производится оборачивание пахотного слоя с сохранением пожнивных остатков на поверхности почвы.

В определенных почвенно-климатических и агротехнических условиях с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур целесообразно проводить вместо классической вспашки безотвальную обработку почвы. Прием эффективен в условиях недостаточного увлажнения, на землях, подверженных ветровой и водной эрозии. Безотвальная обработка способствует снегозадержанию, сохранению влаги в теплый период,

поддержанию биологической активности, сохранению структуры почвы и созданию благоприятных условий для сохранения гумуса, что особенно важно для почв с маломощным гумусовым горизонтом.

Использование безотвальной обработки почвы также имеет ряд экономических преимуществ:

- снижение финансовых затрат за счет исключения обработки почвы тяжелой техникой (вспашка, рыхление почвы, нарезка рядков, прополка, окучивание и т.д.);
- снижение трудозатрат при уходе за растениями;
- возможность применения универсальных орудий обработки почвы.

При данном методе обработки почвы требуется соблюдать высокую культуру земледелия. Так, необходимо строго придерживаться сроков выполнения агротехнических работ в зависимости от особенностей климата. Кроме того, в данном случае нужно предпринимать дополнительные усилия для борьбы

с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур.

Из недостатков применения безотвальной обработки следует отметить

трудность заделки в почву органических и минеральных удобрений, слабое крошение обрабатываемого слоя почвы, а также тот факт, что остатки сорных растений являются источником развития ряда заболеваний.

Комбинированная обработка почвы

Комбинированные способы включают обработку комбинированными и обычными почвообрабатывающими орудиями и машинами, обеспечивающими различное сочетание по горизонтам и слоям, а также по срокам осуществления отвального, безотвального и роторного способов обработки почвы.

Роторная обработка почвы – воздействие на почву вращающимися рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин для устранения дифференциации обрабатываемого слоя по сложению и плодородию активным крошением

и тщательным перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений с образованием гомогенного (однородного) слоя почвы. Роторная обработка осуществляется четырьмя резами.

Мульчирующая обработка почвы содержит в себе приемы механической обработки с покрытием поверхности почвы измельченными, как правило, природными органическими материалами.

Гребне-грядовая обработка почвы – обработка орудиями со специальными приспособлениями и нарезкой гребней и гряд.

Нулевой метод обработки почвы

Нулевой метод обработки почвы (также известен как «no-till», ноу-тилл), подразумевает обработку почвы без вспашки, внесение посадочного материала, средств защиты растений и удобрений поверх растительных остатков. Нулевая обработка является одним из трех компонентов почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия (ПРЗ), о котором подробно речь идет в Модуле 7 настоящего Руководства. Данный метод обработки почвы предотвращает потерю органического вещества и влаги, и предотвращает развитие водной и ветровой эрозии. Поэтому нулевую обработку целесообразно применять в засушливых регионах, так а также на полях, расположенных на склонах в условиях влажного климата, и в

местностях, где традиционный способ земледелия с нарушением поверхностного слоя невозможен или запрещен. Для успешного применения нулевой обработки почвы ее необходимо дифференцировать в зависимости от почвенно-климатических условий региона, наличия соответствующих возможностей хозяйств и материально-технической базы (Киреев и др., 2011).

Нулевая обработка почвы требует специальной техники и соблюдения технологий и отнюдь не сводится к простому отказу от пахоты. Система нулевой обработки почвы имеет следующие преимущества по сравнению с традиционной обработкой:

- экономия ресурсов (горючего, удобрений, трудовых затрат, времени, снижение амортизационных затрат);

- снижение затрат значительно превышает незначительное снижение урожайности, и, соответственно, – повышается рентабельность;
- сохранение и восстановление плодородного слоя почвы;
- снижение или же даже полное предотвращение эрозии почв;
- накопление влаги в почве, что особенно актуально в семиаридных и аридных условиях;
- увеличение урожайности культур за счет вышеупомянутых факторов.

Существует и несколько недостатков у системы нулевой обработки почвы:

- система непригодна на избыточно увлажненных, заболоченных почвах (в таких местах она может использоваться лишь при условии создания хороших дренажных систем);
- относительная сложность и необходимость строгого соблюдения агрокультуры, то есть севообороты, виды и нормы использования

ядохимикатов и т.п. должны быть подобраны специально для конкретного агрохозяйства из учета климата, почв, распространенных в этой местности сорняков и вредителей и других факторов;

- неровные участки поверхности необходимо выравнивать для равномерного распределения семян;
- система приводит к накоплению в верхних слоях патогенов и вредителей, требует активной химической защиты растений;
- происходит снижение процесса нитрификации аммонийного азота, а процессы денитрификации, наоборот, – активируются в анаэробных условиях, создаваемых при нулевой обработке. Снижение нитрификации может приводить к накоплению солей аммония. В щелочных почвах накапливается аммиак, который может быть токсичен для корней растений, в особенности на первых неделях развития корневой системы растений. Процессы денитрификации приводят к потере азота в виде газа (N_2): $NO_3 - NO_2 - NO - N_2O - N_2$.

Минимальный метод обработки почвы

Минимальный метод обработки почвы – это научно обоснованная обработка, которая обеспечивает снижение энергетических затрат за счет уменьшения числа проводимых операций, глубины обрабатываемой поверхности поля, а также совмещения нескольких операций и приемов в одном рабочем процессе, применение гербицидов (Киреев и др., 2011). При данном методе обработки глубина рыхления почвы равна глубине заделки семян, то есть гораздо меньше, чем при безотвальной.

Минимальная обработка почвы позволяет сократить производственные затраты (в расчете на 1 га посева) на 15-20%, расход топлива – на 30-35%, повысить

производительность труда на 25-30%, защитить почву от эрозии, увеличить содержание органического вещества в верхнем слое почвы и обеспечить сопоставимый по величине с традиционной вспашкой урожай сельскохозяйственных культур.

В последние годы минимализация обработки почв рассматривается как одно из главных условий экологизации земледелия, и на смену затратным технологиям с применением вспашки все чаще приходят технологии ресурсосберегающие, способствующие преодолению многих трудностей, сложившихся в земледелии.

Минимализация обработки почвы связана с необходимостью соответствия физических параметров плодородия почвы требованиям культурных растений. При этом указанные требования носят зонально-биоклиматический характер.

Так, плотность сложения почвы характеризует ее состояние и степень уплотнения. Различают для растений оптимальную и для почвы равновесную плотности. Наиболее благоприятные условия для роста растений складываются при оптимальной плотности почв. За равновесную принимают плотность длительно не обрабатываемой почвы при полевой влагоемкости (для пахотного горизонта отсутствие обработки должно составлять 1-2 года, для подпахотного – 2-3 года). При минимизации обработки почвы должно быть меньше различий между оптимальной и равновесной плотностями.

При использовании широкозахватных сельскохозяйственных машин и орудий уменьшается число проходов по полю тракторного агрегата. Все это ведет к повышению производительности сельскохозяйственной техники и снижению ее уплотняющего действия на почву. Все большее распространение получает минимизация обработки почвы при проведении различных полевых работ с помощью одной машины или агрегата.

Преимущества минимальной обработки почвы заключаются в следующем:

- сокращается число и глубина основных, предпосевных и междурядных обработок почвы в севообороте в сочетании с применением гербицидов;
- происходит замена глубоких обработок почвы поверхностными и мелкими с использованием широкозахватных орудий, обеспечивающих высококачественную обработку за один проход агрегата;
- происходит совмещение нескольких технологических операций и приемов в одном рабочем процессе путем применения комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов;
- уменьшается обрабатываемая поверхность поля путем внедрения полосной (колейной) предпосевной обработки почвы при возделывании широкорядных культур в сочетании с применением гербицидов.

Но вместе с тем, необоснованное применение такой обработки вызывает резкое увеличение засоренности посевов, усиление дефицита азота, переуплотненность почвы. А для территорий, почвы которых подвержены эрозионным процессам, происходит увеличение поверхностного стока, усиливается необходимость применения гербицидов.

Технология минимальной и нулевой обработки почвы в странах Центральной Азии

В последние десятилетия во всем мире идет процесс переосмысления роли глубокой механической обработки почвы, и многие страны, в том числе Центральноазиатского региона, отказались от плуга и перешли на системы минимальной и нулевой обработки почвы.

Так, в Акмолинской области республики Казахстан фермером Калмаковым А. на 600 га богарной пашни применялась минимальная обработка почвы (World Bank, 2013). Использование минимальной обработки почвы под посевы зерновых культур позволило уменьшить затраты в 3

раза, получить достаточно высокий урожай (до 21 ц/га), снизить плотность сложения почв, улучшить их агромелиоративные свойства и аэрацию. Данная технология нашла широкое применение в умеренно засушливой и умеренно сухой зоне Казахстана, где преобладают обыкновенные черноземы и темно-каштановые почвы.

По исследованиям А.М. Токтамысова и др. (2016), при возделывании риса и культур рисового севооборота минимальная обработка почвы и нулевая технология хорошо вписываются в технологию раннего посева семян риса с глубокой заделкой семян, который позволяет за счет сохранения большого количества влаги в почве своевременно проводить посевную компанию (как по рису, так и по другим культурам рисового севооборота).

По сведениям А.Ж. Асаналиева (2017), в Кыргызстане в течение многих лет на сероземных суглинистых и глинистых почвах применяется минимальная обработка почвы (хозяйство АО «МИС»). При минимальной обработке почвы поле обрабатывается дисками на глубину до 10-12 см, после дискования поле боронуют. В такой ситуации нет необходимости в проведении малования – выравнивания поверхности специальной сельскохозяйственной машиной (рис. 4.1). При обычной вспашке нужно было бы обязательно проводить еще и выравнивание поверхности почвы.



Рисунок 4.1. Дискование стерни и боронование перед посевом озимой пшеницы в Кыргызстане (фото: А.Ж. Асаналиев).

При проведении обычной отвальной вспашки на глубину до 20-25 см в течение многих лет на сероземных суглинистых и глинистых почвах образуется плужная подошва – уплотненный слой под пахотным горизонтом, препятствующий вертикальной фильтрации воды и воздухообмену. Поэтому периодически этот слой нужно разрушать почвоуглубительным ножом, установленном на раме плуга. Таким образом, создается ровная, рыхлая поверхность поля, не имеющая капилляров внутри, через которые влага быстро испаряется. При этом запас продуктивной влаги на глубине сева на 30% больше, чем при подготовке почвы обычной вспашкой. Следовательно, полевая всхожесть семян также увеличивается. Когда проводят вспашку трактором К-700, расход топлива составляет 20-30 л/га, а при проведении минимальной обработки – 15-20 л/га (рис.4.2).

В 2000 году Научно-исследовательским институтом СИММИТ (г. Астана, Республика Казахстан) совместно с казахстанскими фермерами были начаты работы по внедрению системы нулевой обработки почвы и прямого посева, технологий бороздкового полива и гребневого посева пшеницы, диверсифицированных севооборотов. В 2010-2012 годах был проведен ряд экспериментов по возделыванию пшеницы, целью которых являлось изучение влияния различных методов обработки почвы и норм высева на продуктивность озимой пшеницы в условиях



Рисунок 4.2. Посев озимой пшеницы после минимальной обработки почвы в Кыргызстане (фото: А.Ж. Асаналиев).

орошения. В результате продуктивность озимой пшеницы была выше при нулевой обработке почвы. Самый высокий урожай (6,71 т/га) был зарегистрирован при нулевой обработке почвы в 2013 году, в то время как при традиционной обработке максимальный урожай составлял 6,54 т/га. Это подкрепляет выводы А.И. Нурбекова, согласно которым урожай озимой пшеницы, выращенной при нулевой обработке почвы, был выше, чем при традиционной или минимальной обработке.

В 2010–2012 гг. внедрение нулевой обработки почвы в Казахстане позволило увеличить производство пшеницы почти на 2 млн тонн, что принесло дополнительный доход в размере 580 млн долларов (ФАО, 2012б). В контексте смягчения последствий изменения климата Республика Казахстан может секвестрировать около 1,3 млн тонн двуокиси углерода.

В богарных районах Южного Казахстана и Узбекистана Д.А. Сыдык с соавторами (Нурбеков и др., 2016) и Х. Юсупов с соавторами (2004) изучали возможность прямого посева при нулевой обработке и пути уменьшения обработки почвы при возделывании озимой пшеницы при обязательном применении минеральных удобрений и гербицидов. Несколько сортов озимой пшеницы проявили себя наилучшим образом для прямого посева в богарных районах Южного Казахстана и Узбекистана.

В качестве показательного примера применения нулевой обработки следует рассмотреть хозяйственную деятельность казахстанского фермера П.Н. Макеева. Богарная пашня этого фермерского хозяйства находится вблизи с. Юрьевка (в 70 км от г. Щучинска и в 70 км от железной дороги Астана-Кокшетау). Территория хозяйства расположена в умеренно засушливой степной зоне, климат – резко континентальный. Самый холодный месяц – январь со среднемесячной температурой – 17,3°C, самый жаркий – июль со среднемесячной температурой + 19,1°C. Среднегодовое количество осадков составляет 250-300 мм. Почвы представлены черноземами обыкновенными

в комплексе с солонцами степными, лугово-степными и лугово-черноземными, с общим содержанием гумуса 4-5%. При нулевой обработке пашни «традиционные» осенние работы у фермера П.Н. Макеева не проводятся. В зимний период в оставшейся стерне накапливается влага. 15-25 мая, по стерне фермер проводит посев пшеницы стерневой сеялкой, глубина заделки семян составляет 6-8 см, норма высева – 2,5 млн семян/га. Затем, по мере необходимости, следует обработка гербицидами. Фермер применяет зернопаровые севообороты, где под паровое поле отводит от 20% до 35% пашни. На паровых полях применяют химическую и механическую обработки. Затраты при таких обработках составляют 43 долл. США на гектар.

Химическая обработка паров производится раундапом, при обработке которым полностью уничтожаются многолетние, злаковые и двудольные сорняки. Химический пар еще в большей степени сокращает проведение механических обработок. Ориентировочные календарные сроки химической прополки паром – 20-24 июля. Уборка урожая начинается с 15-20 сентября.

В настоящее время данная технология фермера П.Н. Макеева нашла широкое применение в умеренно засушливой и умеренно сухой степной зоне Казахстана, где преобладают черноземы обыкновенные и темно-каштановые почвы (Кустанайская, Северо-Казахстанская, Акмолинская области). Некоторые фермеры в Кустанайской области получили в 2012 г. урожай 2 т/га: почти вдвое больше средних национальных показателей за предшествующие годы. Нулевая обработка почвы под посевы зерновых культур позволяет максимально сократить процесс прохождения техники по посевным полям и, тем самым, – решить проблему уплотнения почвенного горизонта.

Данная технология может быть использована в тех районах Центральной Азии, где остро стоит вопрос о деградации почвенного покрова, вызванной переуплотнением почвенного горизонта. Использование

нулевой обработки почв под посевы зерновых культур позволяет уменьшить затраты в 4 раза, получить достаточно высокие урожаи (от 24 ц/га на парах и 11,5 ц/га на стерне), снизить плотность сложения почв, улучшить их агрометеорологические свойства и аэрацию.

Полевые испытания на севере Центральной Азии показали, что в условиях нулевой обработки урожаи пшеницы были на 25% выше, чем на вспаханных землях, в то время как трудозатраты снизились на 40%, а расход топлива – на 70%, также было продемонстрировано преимущество выращивания овса в летний период по сравнению с парованием. В совокупности с урожаем овса общий урожай зерновых с той же площади земли повысился на 37%, в то время как интенсивность эрозионных процессов в почвах значительно снизилась. На площадях, обрабатываемых без нарушения почвы, борьба с сорняками часто проводится путем применения гербицидов. Однако, сочетание нулевой обработки с сохранением постоянного растительного покрова почвы также помогает в подавлении роста сорняков: без обработки почвы естественный запас в ней семян сорняков со временем уменьшается.

По данным ФАО, при нулевой обработке обычно повышен расход гербицидов в первые несколько лет, однако, по прошествии 4–5 лет, распространенность сорняков снижается и, соответственно, значительно сокращается расход гербицидов. Другим преимуществом сохранения пожнивных остатков в Северном Казахстане является то, что эта мера улучшает поступление воды в почву для роста пшеницы. Образуется больше влаги у поверхности почвы, и сокращается или даже полностью прекращается эрозия почв (ФАО, 2012а).

Полевые исследования показали, что использование пожнивных остатков для задерживания снега наряду с нулевой обработкой может повышать урожаи на 58%. Прогресс от внедрения различных методов чередования культур, которые могли бы повысить продуктивность почвы

и помочь фермерам в борьбе с вредителями и болезнями пшеницы, проходит более медленными темпами. Летний период вегетации в северных степях короткий, с высокой частотой засушливых годов. Однако площади, традиционно занимаемые под летними парами, сокращаются по мере того, как фермеры используют осадки – иногда обильные – для выращивания овса, подсолнечника и канолы.

Ресурсосберегающее земледелие рассматривается как вполне применимое для всех основных систем растениеводства в Центральной Азии, от хлебной житницы Северного Казахстана до орошаемых полей пшеницы, риса и хлопка в Узбекистане и Таджикистане. Повышая эффективность использования воды, такое земледелие может быть особенно полезным в орошаемых зонах (засоление, вызываемое в основном избыточным орошением, влияет на 11% орошаемых земель в Кыргызстане, 96% в Туркменистане и 50% в Узбекистане).

Например, в Узбекистане озимую пшеницу высевают на полях с кустами хлопчатника на площади около 600 000 га (Нурбеков и др. 2016). Согласно полученным сведениям (Отамбекова и др., 2015), в Таджикистане на площадях около 50 000 га после сбора урожая хлопка проводится прямой посев озимой пшеницы с минимальной обработкой почвы.

За пределами Северного Казахстана полномасштабное внедрение методов ресурсосберегающего земледелия ограничено. Из-за нехватки посевного оборудования и общего недостатка информированности фермеров о технологиях ресурсосберегающего земледелия на юге Казахстана внедрение гребневого посева пшеницы в условиях орошения и при нулевой обработке почвы задерживается.

К сожалению, на практике нередко происходят противоположные процессы: фермерам часто не хватает стимулов для внедрения методов экономии водных ресурсов, поскольку они не платят за воду, используемую для орошения. В некоторых

странах Центральной Азии даже действуют нормативы вспашки, которые не позволяют фермерам оставлять пожнивные остатки на полях.

Технологии нулевой обработки почвы и гребневого посева, апробированные в Каракалпакстане и Ташкентской области, продемонстрировали свою техническую и экономическую пригодность для местных условий и доказали, что могут обеспечить высокую урожайность сельскохозяйственных культур, экономя при этом значительные производственные ресурсы, затраты и труд. Опыт результатов внедрения почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия (ПРЗ) в Каракалпакстане и в Ташкенте оказался положительным, что необходимо использовать при разработке земледельческих приемов в других регионах Узбекистана.

В Кыргызстане были проведены аналогичные исследования по ПРЗ с применением гребневого посева и получены положительные результаты. В настоящее время в Кыргызстане пшеница выращивается на площади около 300 га с применением нулевой обработки почвы. Так, на основе исследований А.Ж. Асаналиева для посева пшеницы используется сеялка турецкого производства, которая формирует гребни, производит посев и одновременно образует борозды для полива (рис. 4.3). В зависимости от природно-климатических условий и биологических особенностей

возделываемых сортов ширина между гребнями составляет 60-70 см. На гребне могут высевать 2 или 3 ряда семян с междурядьем 15 см. Рекомендуется возделывать хорошо кустящиеся сорта зерновых культур (рис. 4.4)

Основной вклад для осуществления гребневого сева – это приобретение гребневой сеялки. На содержание гребневого сева мероприятия сходны с обычным севом, но расходы на много меньше.

Более того, создаются оптимальные условия для осуществления орошения, внесения минеральных удобрений и пестицидов. Данная технология посева может применяться в зоне сероземных почв. Среднегодовая сумма осадков не достаточна для получения хороших урожаев зерна, поэтому пшеницу возделывают путем орошения. В этой зоне также распространены основные болезни и вредители зерновых культур, для борьбы с которыми при гребневом севе созданы хорошие условия. Между гребнями созданы оросительные борозды, по которым после или до поливов легко передвигаются – трактор и сельскохозяйственные машины для опрыскивания инсектицидов и фунгицидов. Снижаются нормы высева высококачественных семян, улучшается содержание влаги в почве за счет улучшения техники орошения, использования поливных борозд для движения техники при внесении пестицидов и удобрений. Гребневый сев



Рисунок 4.3. Выполнение гребневого сева озимой пшеницы в Кыргызстане (фото: А.Ж. Асаналиев).



Рисунок 4.4. Поле гребневого сева перед уборкой в Кыргызстане (фото: А.Ж. Асаналиев).

зерновых культур можно осуществить почти на всех типах почв. Кроме зерновых культур, гребневым способом можно сеять зерновые бобовые, овощные и технические культуры. Также можно успешно выращивать картофель этим способом. При гребневом способе создаются оптимальные водно-воздушный и тепловой режимы для сельскохозяйственных культур

На посевах зерновых сплошного сева значительная часть времени фермера уходит на проведение полива напускным способом.

На посевах гребневым севом технология полива крайне облегченная. Полив проводится по нарезанным бороздам, происходит экономия времени на полив.

Список источников

- Асаналиев А.Ж., Сыдыкбаев Т., Гареева А. 2018. *Почво- и Водосберегающие Технологии в Центральной Азии*. Бишкек.
- Асаналиев А.Ж. 2017. *Минимальная Обработка Почвы при Выращивании Зерновых Культур*. Инициатива Стран Центральной Азии по Управлению Земельными Ресурсами (ИСЦАУЗР). WOCAT.
- Баздырев Г.И. 2008. *Земледелие*. Москва: Колос.
- Киреев А.К., Акынбеков А.А., Асанбеков А.А., Тыныбаев Н.К., Жусупбеков Е.К., Сарбаев А.Т. 2011. *Методические Рекомендации по Применению Минимальной и Нулевой Почвы на Богарных Землях Юго-Востока Казахстана*. МСХ РК-Алматыбак.
- Нурбеков А.А. 2015. *Рекомендации по Применению Почвозащитной Ресурсосберегающей Технологий в Каракалпакистане*. Ташкент.
- Нурбеков А.А., Касам А., Сыдык Д., Зиядуллаев З., Джумшудов И., Муминджанов А., Фейндель Д., Турок М. 2016. *Практика Почвозащитного и Ресурсосберегающего Земледелия в Азербайджане, Казахстане и Узбекистане*. ФАО. Анкара.
- Отамбекова М.Г., Солиев Б.Т., Хусенов Б.Ю., Махкамов М.А., Муминджанов Х. А. 2015. “Хлебопекарные Качества Новых Сортов Мягкой Пшеницы.” *Известия Академии Наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук*, (2), 42-47.
- Токтамысов А.М., Имангазиев П.О., Шермагамбетов К. 2016. “Совершенствование и Ресурсосбережение, Минимальная, Нулевая Технология Возделывания Риса и Культур Рисового Севооборота.” *Молодой Ученый*. №5. с. 11-14.
- ФАО. 2012а. *Практическое Руководство по Устойчивому Производству Зерновых. Сохранить и Умножить на Практике: Кукуруза, Рис, Пшеница. Продовольственная и Сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций*. Рим.
- ФАО. 2012б. *Прогресс в Освоении Технологий Ресурсосберегающего Земледелия Нулевой Обработки Почвы и его Влияние на Аграрное Производство в Казахстане. Информационная записка. Инвестиционный центр ФАО*.
- ФАО. 2015. *Почвозащитное и Ресурсосберегающее Земледелие: Теория и Методика Исследований*. Анкара. <http://www.fao.org/3/a-i4676r.pdf>
- ФАО. 2017. *Почвозащитное и Ресурсосберегающее Земледелие. Учебное Пособие для Консультантов по Распространению Сельскохозяйственных Знаний и Фермеров в Восточной Европе и Центральной Азии*. Ред.: Муминджанова Х. Анкара.

Электронные ресурсы:

- World Bank. 2013. *No-Till: A Climate Smart Agriculture Solution for Kazakhstan*. <https://www.worldbank.org/en/results/2013/08/08/no-till-climate-smart-agriculture-solution-for-kazakhstan>

Оценка состояния и мониторинг земельных ресурсов. Здоровье и качество почвы

Е.А. Тимофеева, А.В. Климанов, Н.Б. Раупова

Исторический анализ выбора показателей оценки состояния земельных ресурсов

Оценка состояния земельных ресурсов всегда была и остается актуальной задачей как с научной, так и практической точки зрения. До XIX столетия оценка качества почв сельскохозяйственных земель носила описательный характер и, в основном, была предназначена для фискальных целей (налогообложение землевладельцев). В XIX-XX вв., в связи с определенными научными достижениями в земледелии, почвоведении, физиологии растений, агрохимии и других областях естественных наук, для оценки плодородия почв стали использовать также результаты количественного анализа показателей свойств почв, при этом возросло число их наименований. Результаты оценки земель в современных условиях используют не только для установления стоимости земли и земельных налогов, но и для решения управленческих задач по повышению продуктивности земледелия и воспроизводству почвенного плодородия (применение удобрений, химическая и водная мелиорация, противоэрозионные и фитосанитарные мероприятия и др.)

(Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель..., 2008).

История вопроса берет начало во времена В.В. Докучаева, когда для научного обоснования точного определения ценности и доходности земель был предложен так называемый «русский» метод (Докучаев, 1936), который предполагал два этапа оценки:

- **оценка естественной почвы** на основании геологических, химических, физических, фитозоологических особенностей;
- **сельскохозяйственно-экономическое обследование** на основании информации об урожайности, типе угодья, путях сообщения.

Результат работы по оценке отражался графически (рис. 5.1).

Следующий период почвенно-оценочных работ совпадает с временем организации совхозов. Система оценки почв включала в себя три этапа:

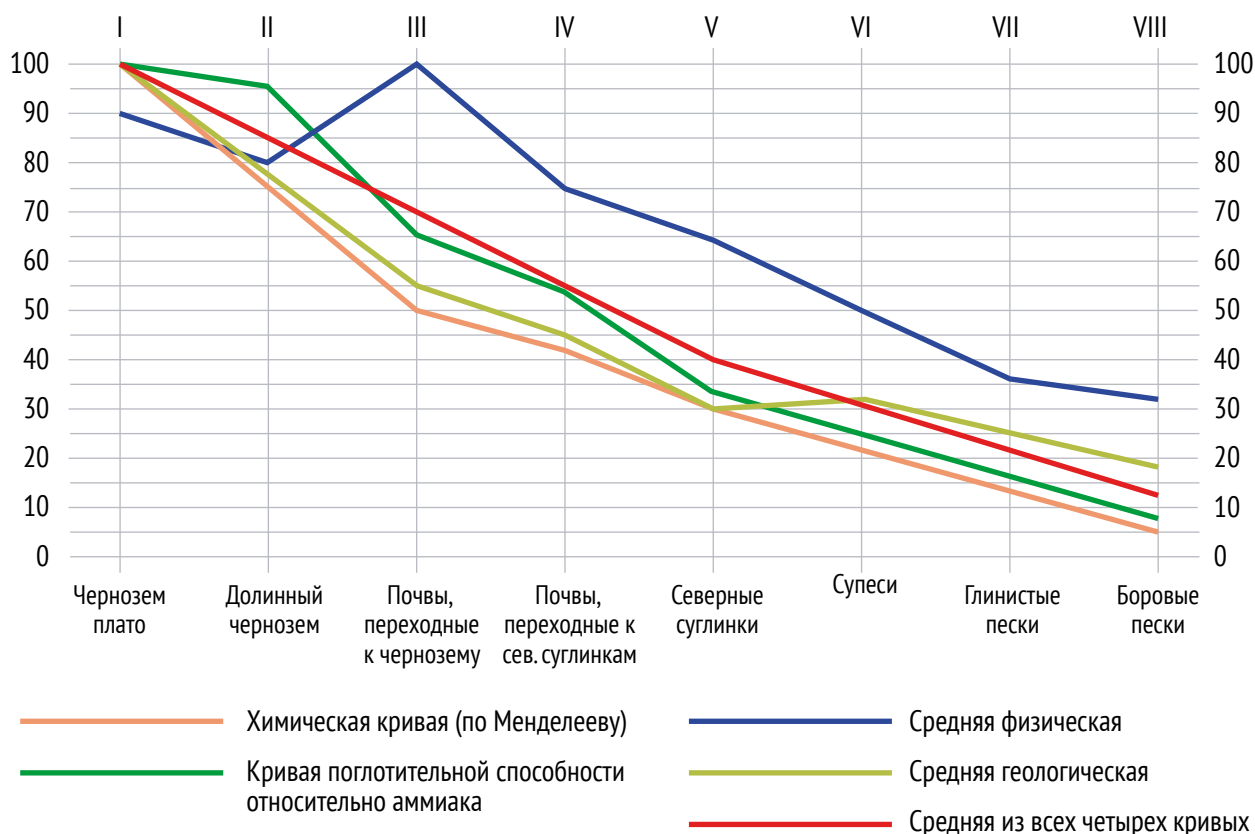


Рисунок 5.1. Шкала оценки почв (100 баллов – максимальная оценка) (Докучаев, 1936).

- **предварительный:** определяли мощность почв, материнскую породу и подпочву, уровень грунтовых вод, гранулометрический состав почвенных горизонтов, скважность (порозность) почв, минеральный состав, поглощенные основания;
- **вегетационный:** определяли степень уплотнения почвы, коркообразования, водопроницаемость, режим влажности почв, скорость размывания, расход воды за вегетационный период, количество атмосферных осадков, температуру воздуха и почвы, состав микробного комплекса;
- **зимний:** определяли толщину и плотность снежного покрова, температуру почвы и поверхностного слоя, характер таяния снега и поступления воды в почву.

Оценка почв в послевоенный период была сосредоточена прежде всего на оценке плодородия, и в качестве показателей признавались только те, которые

коррелируют с урожайностью почв. В основу оценки потенциального плодородия положены генетические особенности почв, гранулометрический состав, характер материнской породы, засоленность, солонцеватость, подверженность водной и ветровой эрозии, рельеф, биоклиматические условия.

В начале 90-х гг. XX века формируются новые подходы к оценке почв, которые включают эколого-агрофизическую оценку почв на основании анализа водного, солевого и воздушного режимов почв, а также агромелиоративную и эколого-гидрологическую оценки. Для оценки земель сельскохозяйственного назначения предлагается анализ условий, определяющих качество и производительность земель (рис. 5.2).

К началу XXI века наблюдается процесс экологизации почвоведения и сельского хозяйства, и на первый план выходит концепция экологического нормирования, в списках определяемых показателей



Рисунок 5.2. Условия, определяющие качество земли и ее производительность (Киришин, 2007).

присутствуют загрязнители, прежде всего, разные формы тяжелых металлов (Воробейчик и др., 1994; Экологическое нормирование и управление качеством почв..., 2013).

В последние годы при оценке качества земель в зарубежных странах усиливается

роль критериев, связанных с охраной окружающей среды, а также роль автоматизированных земельных информационных систем и цифровых кадастровых карт (Государственная кадастровая оценка земель..., 2012).

Современные подходы к мониторингу земельных ресурсов

Мониторинг почв – это неограниченный в пространстве и времени регулярный контроль за состоянием почв и за выполнением почвами их функций. Мониторинг представляет собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования, направленных на получение достоверной информации о состоянии земель,

их количественных и качественных характеристиках, использовании и о состоянии плодородия почв с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза его изменения в будущем (Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель..., 1995; Методические указания по проведению

комплексного мониторинга..., 2003).
Мониторинг земель необходим для своевременного выявления изменений, их оценки, предупреждения и устранения последствий негативных процессов.

Особенности почвы, как объекта мониторинга:

- полихимизм (разные формы соединений элемента, обладающие разными свойствами), в связи с этим – необходимость анализа группового состава;
- гетерогенность – различные фазы и их взаимное влияние (соединение может присутствовать одновременно в разных фазах);
- полидисперсность (в почвах присутствуют разные гранулометрические фракции с разными свойствами и составом);
- кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, изменяющиеся во времени и изменяющие подвижность других элементов и соединений;
- неоднородность в вертикальном и горизонтальном аспекте, динамика, буферность;
- термодинамическая неравновесность, открытость, изменение во времени.

Все названные особенности почв необходимо учитывать на следующих этапах: 1 – при постановке задач исследования (выбор показателей, повторность анализа, размещение точек пробоотбора и т.д.), 2 – при отборе проб (необходимы аналитические повторности, фоновые образцы, отбор по горизонтам, отбор с учетом сезонов и агротехнических мероприятий, влажности, плотности почв и т.д.), 3 – при транспортировке и хранении проб почв (возможность трансформация соединений, входящих в состав почв, изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств и т.д.), 4 – при выборе методов анализа (измерения *in situ* или в лаборатории,

с помощью вытяжек или валовой анализ, проводится групповой, фракционный или элементный состав соединений и т.д.), 5 – при трактовке результатов (влияние влажности, плотности, способов выражения результатов измерений показателей и т.д.).

Сложность почвенного мониторинга имеет свои особенности на разных этапах (Методические указания по проведению комплексного мониторинга..., 2003).

При постановке задач исследования – это трудность выбора и унификации показателей мониторинга (что планируется контролировать), так как изменение всех свойств почв отражается на выполнении ими их функций;

При трактовке результатов исследования затруднительно выявить, какие именно изменения вызваны действиями человека, а какие – естественными причинами, поэтому необходим анализ комплекса природных факторов (рельефа, растительности, почвообразующих пород, видов использования почв), необходимость выбора аналогичных вариантов почвенных разностей и сравнения изучаемой антропогенно-измененной почвы с аналогами на фоновых участках.

При прогнозе результатов исследования следует иметь в виду, что изменения почв выявить трудно (например, валовое содержание тяжелых металлов не изменилось, но изменился pH и изменилась подвижность и экотоксикологический эффект воздействия этого металла), поэтому при прогнозе необходимо учитывать долгосрочные последствия влияния (подвижность, трансформация); негативные эффекты могут проявляться не сразу, часто они становятся видны позже, но сохраняются и действуют дольше по сравнению, например, с экологическим мониторингом атмосферы и гидросферы.

В основе почвенного мониторинга должны лежать:

- разработка методов контроля за наиболее уязвимыми свойствами почв, изменение которых вызовет их деградацию;

- контроль за показателями плодородия;
- ранняя диагностика негативных изменений свойств почв;
- разработка методов контроля за динамикой почвенных процессов с целью прогноза и регулирования ее состояния.

Почвенный мониторинг должен обеспечить, прежде всего, контроль выполнения почвой ее утилитарных функций. В соответствии с перечнем важнейших утилитарных функций почвы (Добровольский, 1990) таких как, протекторная (защитная), санитарно-гигиеническая (медико-биологическая), плодородие, могут быть выделены следующие направления мониторинга почв (Мотузова и др., 2007):

- специфический (мониторинг загрязненных почв, агрохимический мониторинг);
- комплексный (мониторинг опустынивания, мониторинг пастбищ, ирригационно-мелиоративный мониторинг);
- универсальный почвенный (контроль качества почв (бонитировочный),

контроль микробиологического состояния почв, дистанционный мониторинг) (Востокова и др., 2010).

В настоящее время в Российской Федерации наиболее распространенными видами мониторинга являются:

агрохимический – контроль обеспеченности почв питательными элементами для растений, который проводится Министерством сельского хозяйства РФ и подведомственными региональными агрохимслужбами; **экологический**, включающий в себя производственный экологический мониторинг и контроль, исполняемый предприятиями, и государственный контроль, который проводится Министерством природных ресурсов и экологии РФ и Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; **инвентаризационный** – в рамках подготовки Росреестром ежегодного доклада о состоянии и использовании земель; **санитарно-гигиенический** – в составе доклада Роспотребнадзора «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения РФ».

Требования к показателям почв

Сравнительная оценка качества почвы по природным свойствам проводится по ряду показателей. Каждому свойству почвы соответствует перечень показателей, который может быть информативен в отношении определения характеристик почвы по заданным свойствам. Например, свойство кислотности почвы может быть определено с помощью следующих показателей: pH_{H_2O} , pH_{KCl} , количеству миллимолей эквивалентов кислотных компонентов, вытесняемых растворами солей (KCl , CH_3COONa). Степень засоления почвы может быть определена также с помощью ряда разных показателей:

концентрации солей в почвенном растворе, сухого (плотного) остатка водной вытяжки, удельной электропроводности фильтратов из водонасыщенных почвенных паст.

С одной стороны, разные показатели могут служить для определения одного свойства почв (несколько вариантов показателей для определения свойства «кислотность почвы»), с другой стороны, один показатель может быть интегральным для определения разных свойств почв (показатель pH как интегральный показатель, на который влияют разные свойства почв).

Количественный анализ состава (свойств) почв – это экспериментальное определение значений одного или нескольких показателей, характеризующих состав (свойства) проб почв. Почвенные показатели, отражающие их экологическое состояние, то есть взаимосвязь с сопредельными средами и влияние на живые организмы, называют индикаторами мониторинга. Они информативны также при оценке устойчивости экосистемы в отношении того или иного вида деградации.

Общие требования к показателям почв следующие:

- **информативность** при отражении состояния почв,
- **чувствительность** к смене анализируемых факторов,
- **доступность** для количественного (полуколичественного) определения,
- **воспроизводимость** результатов аналитического определения, обеспечивающие сопоставимость данных.

Выбор показателей оценки состояния земельных ресурсов

Выбор почвенных показателей состояния почв зависит, прежде всего, от задач исследования и вида деградации почв. Имеет значение и природа изменчивости контролируемых свойств почв. Деградация почв может происходить под влиянием как природных, так и техногенных факторов. Основные виды деградации почв: водная и ветровая эрозия, различные виды нарушения химического состояния почв (загрязнение, потеря элементов питания, закисление, защелачивание и пр.), физического состояния почв (разрушение структуры почв, уплотнение, затопление и пр.). При любых видах деградации почвенный мониторинг предполагает определение трех групп показателей:

- показатели ранней диагностики появления неблагоприятных свойств и почвенных режимов;
- показатели, характеризующие сезонные или краткосрочные (2–5 лет) изменения свойств почв;
- показатели долгосрочных изменений, проявляющихся в течение 5–10 и более лет, отражающие неблагоприятные тенденции антропогенного изменения свойств почв.

Для мониторинга почв, подверженных разным видам деградации, разработаны конкретные показатели, отражающие изменения почв, вызванные каждым из видов деградации. От выбора показателей зависит результат всей работы. Количество показателей должно быть необходимым и достаточным: их не должно быть слишком много, что необоснованно удорожает стоимость работ, и, в тоже время, достаточно для выявления процессов, влияющих на контролируемые свойства почв.

Основа выбора показателей мониторинга – роль показателей в выполнении почвой ее функций. При выборе следует опираться на представления о почвенной системе соединений химических элементов, о свойствах почв, влияющих на нее.

В зависимости от уровня наблюдений (локальный, региональный, глобальный, фоновый), объекта мониторинга и особенностей конкретной ситуации контролю подлежат различные показатели.

В целом программы наблюдений формируются по принципу выбора **приоритетных** (подлежащих первоочередному определению) показателей и **интегральных** (отражающих

группу явлений, процессов или веществ) характеристик.

Например, в случае проведения экологического мониторинга почв выбор приоритетности показателей, определение перечня загрязняющих веществ ведется с учетом критериев, отражающих:

- величину негативного эффекта (токсические, радиоактивные или болезнетворные свойства загрязняющих веществ),
- объемы поступления в окружающую среду,
- частоту воздействия;
- особенности трансформации (подвижность, возможность образования токсичных продуктов),
- вероятность воздействия на человека и биоту,
- возможность организации измерений, стоимость анализов и пр.

Среди контролируемых показателей состояния почв (индикаторов) различают две группы: *биохимические* и *педохимические* показатели. К биохимическим относят показатели, характеризующие аккумуляцию в почвах самих загрязняющих веществ (валовые, подвижные формы) и возможность их непосредственного негативного влияния на живые организмы. К педохимическим показателям относят те свойства почв, изменение которых может быть вызвано загрязняющими веществами, и которые могут косвенно отрицательно влиять на живые организмы.

В случае мониторинга плодородия почв в основу должен быть положен комплекс определяемых интегральных показателей различных свойств почв и других факторов, от которых зависит урожайность сельскохозяйственных культур, при регулировании которых необходимо строгое соблюдение основных законов земледелия: автотрофности зеленых растений, физиологической равнозначности и незаменимости факторов, ограничивающего фактора,

совокупного действия факторов, возврата питательных веществ и энергии в почву, экологического соответствия между производством и окружающей средой.

ФАО для оценки качества земли в неорошаемом земледелии рекомендует использовать следующие показатели: режим радиации (общая радиация, длина дня); температурный режим; доступность влаги (общая влажность, критические периоды, опасность засухи); доступность корням кислорода (условия дренажа); содержание доступных для растений питательных элементов; условия укоренения и условия, влияющие на прорастание семян и образование травостоя; влажность воздуха как фактор роста; условия созревания; опасность затопления; климатические опасности (мороз, шторм); избыток солей (засоленность, солонцеватость); токсичность почвы (кислотность, щелочность, кислые сульфаты и другие); фитосанитарное состояние (сорняки, вредители, болезни); пригодность почвы к обработке; потенциал механизации; условия подготовки земли или ее расчистки под пашню; условия хранения и перевозки продукции; местоположение; опасность эрозии (дефляции) и деградации почвы и др. (FAO, 1983; ФАО, 2016).

Как правило, во многих странах мира ограничиваются оценкой эффективного плодородия почвы по расширенному набору показателей агрофизических, агрохимических, биологических свойств, характеру рельефа местности, подверженности почв процессам эрозии, климатических условий, фитосанитарного состояния и другим, важнейшим из которых является продуктивность растений (Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель..., 2008).

Поскольку всегда существует необходимость выбора показателей из-за финансовых, временных или других ограничений, предпочтение нужно отдавать показателям, которые отвечают следующим критериям:

- интегральность;
- неспецифичность отклика на воздействие;

- информативность в пространстве (площадные) и во времени;
- малозатратность при измерении, возможность неразрушающей регистрации (визуальные, дистанционные);
- надежность (результаты с минимальной дисперсией при одинаковых условиях

изменения, низкая чувствительность к мешающим факторам);

- высокая скорость отклика.

В целом, должно быть сформировано два перечня показателей: основные и дополнительные.

Примеры таких перечней приведены далее.

Перечни определяемых показателей для оценки почв

В программе мониторинга плодородия почв центральное место занимает правильный выбор комплекса показателей, характеризующих химические, физико-химические, физические, водно-физические и биологические свойства, определяющие уровень плодородия и качество почв. По каждому показателю, определяемому при проведении комплексного мониторинга плодородия почв, необходимо иметь оптимальные величины и диапазон их возможных колебаний.

Перечень показателей, характеризующих состояние плодородия почв и оперативного мониторинга приведен в Российской Федерации в документе «Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения», а также в ГОСТ Р 56157-2014. В случаях необходимости перечень показателей мониторинга плодородия почв сельскохозяйственных угодий может быть расширен, а перечень рекомендуемых работ оперативного мониторинга в период вегетации растений уточнен применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям и культурам.

Наряду с определяемыми в настоящее время классическими агрохимическими показателями предусматривается включение дополнительно во всех природно-сельскохозяйственных зонах показателей степени подвижности фосфора и калия, валового содержания азота, поглощенных

оснований Ca, Mg, K и Na, а также разовое определение валового содержания фосфора, калия, кальция, магния и серы. В степной зоне в связи с подкислением почв предусмотрено определение кислотных свойств. В солонцовых и засоленных почвах предусмотрены анализ водной вытяжки, определение степени и качественного состава засоления.

Из физических свойств почв, кроме гранулометрического состава (разовое определение), во всех природно-сельскохозяйственных зонах предусмотрено определение в пахотном слое агрегатного состава при сухом просеивании (содержание агрегатов 0,25-10 мм и глыбистой фракции более 10 мм), содержания водопрочных агрегатов более 0,25 мм, водопроницаемости и полевой (наименьшей) влагоемкости, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания через каждые 10 см и до 1 м (разовое определение), уровня грунтовых вод (до начала полевых работ), мощности пахотного слоя, мощности гумусового горизонта, равновесной плотности пахотного слоя и подпахотного горизонта (до 50 см).

Для характеристики биологических свойств почв рекомендовано определять во всех природно-сельскохозяйственных зонах нитрифицирующую, аммонифицирующую и азотфиксирующую активность (способность). Эту информацию следует использовать также для характеристики

азотного режима почв и расчета доз азотных удобрений.

Наряду с определением интегральных показателей химических, физико-химических, физических, водно-физических и биологических свойств почв, предусмотрены фитосанитарное и экологотоксикологическое обследования почв и посевов, а также учет агроклиматических условий за последний цикл мониторинга (температура, осадки, гидротермический коэффициент, запасы продуктивной влаги и др.) по данным ближайших к земельному участку метеостанций или метеопостов. Следует иметь ввиду, что в загрязненной почве на фоне уменьшения истинных представителей почвенных микробсообществ (антагонистов патогенной кишечной микрофлоры) и снижения ее биологической активности отмечается увеличение патогенных энтеробактерий и гельминтов, которые более устойчивы к химическому загрязнению почвы, поэтому с целью оценки качества почвы в санитарно-гигиеническом отношении необходимо включать в перечень определяемых показателей санитарно-бактериологические, санитарно-паразитологические (санитарно-гельминтологические), санитарно-энтомологические показатели.

Учет показателей плодородия почв рекомендуется проводить со следующей регулярностью:

а) общие показатели (1 раз в 15 лет):

- название почвы, включая почвообразующую породу;
- мощность гумусового горизонта, см;
- уклоны поверхности, °градус;

б) физические и химические показатели:

- содержание органического вещества в пахотном горизонте, % (1 раз в 5 лет);
- кислотность-щелочность (pH_{KCl} 1 раз в 5 лет);
- кислотность-щелочность (pH_{H_2O} (1 раз в 5 лет);

- гидролитическая кислотность, мг. экв./100 г почвы, для почв с $pH_{H_2O} < 7$ (1 раз в 5 лет);
- содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы (1 раз в 5 лет);
- содержание обменного калия, мг/кг почвы (1 раз в 5 лет);
- содержание минеральных форм азота, мг/кг почвы (1 раз в 5 лет);
- содержание макро- и микроэлементов (Ca, Mg, Zn, Cu, Mo, S, B), мг/кг почвы (1 раз в 5 лет);
- содержание водорастворимых солей (% токсичных солей в зависимости от типа засоления) для засоленных почв и территорий с опасностью засоления (1 раз в 5 лет);
- содержание обменного Na (% от ЕКО) для солонцового горизонта (1 раз в 5 лет);
- емкость катионного обмена (ЕКО – мг. экв./100 г почвы) (1 раз в 15 лет);
- степень насыщенности основаниями, %, для почв с $pH_{H_2O} < 6$ (1 раз в 15 лет);
- гранулометрический состав, процент ила (частицы $< 0,001$ мм), процент физической глины (частицы $< 0,01$ мм) (1 раз в 15 лет);
- агрегированность, % (1 раз в 15 лет);
- предельная полевая (наименьшая) влагоемкость, объемные, % (1 раз в 15 лет);
- равновесная плотность почвы по основным горизонтам до 1 метра, г/см (1 раз в 15 лет);

в) показатели загрязнения почв (1 раз в 5 лет):

- содержание подвижных форм тяжелых металлов (Cd, Pb, Hg, As) мг/кг;
- содержание остаточных количеств пестицидов, мг/кг;

- содержание нефти и нефтепродуктов, мг/кг;
- мощность экспозиционной дозы, мкР/ч;
- содержание цезия-137, стронция-90, Бк/кг;
- плотность концентрации цезия-137, стронция-90, кБк/м², Ки/км²;

г) показатели негативных процессов (1 раз в 15 лет):

- доля эродированных почв с учетом распределения по категориям, %;
- доля засоленных почв с учетом распределения по категориям степени и глубины засоления, %;
- доля солонцов и солонцеватых почв с учетом распределения по категориям, %;
- доля переувлажненных почв с учетом распределения по категориям глубины залегания уровня грунтовых вод, %;
- каменистость, процент покрытия поверхности почвы камнями размером > 5 см;
- мощность мелкозема (см) для горных и предгорных районов с залеганием плотных пород на глубине менее 2 метров;

д) дополнительные показатели для почв неиспользуемых земель (1 раз в 5 лет):

- закустаренность, %;
- залесенность, %;
- зарастание сорняками, %;

е) биологическая активность: определение микробиологической активности (1 раз в 5 лет).

Показатели, рекомендуемые в Российской Федерации для обследований с целью выявления деградированных и загрязненных земель с установлением степени их деградации (загрязнения) представлены в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования

к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Определение степени деградации почв и земель для различных показателей проводится в соответствии с «Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель» (1995). Применение различных почвенных показателей в мониторинге и оценке сфокусировано на отличие свойств относительно некоего оптимального «эталонного» состояния, соответствующего нулевому уровню потери природно-хозяйственной значимости земель, а также на понимание скорости изменения состояния, или скорости деградационных процессов (Рожков, 2007).

Определение уровня загрязнения земель химическими веществами проводится в соответствии с «Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель» (1995). Группировка показателей загрязнения унифицирована, не учитывает типовых особенностей почв и предназначена, в первую очередь, для принятия административных решений по использованию земель. Условно чистыми по этой группировке считаются земли с содержанием загрязняющих химических веществ, не превышающим их ПДК.

О.А. Макаров предлагает примерный перечень показателей состояния почв для «усредненного» региона, которые разделены на две группы (Богатырев и др., 2017):

1. Показатели загрязнения почв:

- концентрация кадмия, свинца, ртути, цинка, никеля, меди, мышьяка, фтора, нитратов, бензола, бенз(а)пирена, фенолов, диоксинов, пестицидов (ДДТ, ГХЦГ, метафоса, трефлана, 2,4-Д), полихлорбифенилов, кратность превышения ПДК (ОДК);
- содержание нефти и нефтепродуктов, мг/кг;
- плотность концентрации цезия-137, стронция-90, Ки/км²;
- удельная β-активность;

Таблица 5.1. Рекомендуемое ранжирование индикаторных показателей загрязнения и деградации почв и земель по масштабам их картографирования (Экологическое нормирование..., 2013).

Масштаб картографирования	Индикаторный показатель
1:1 000 – 1:10 000 (карты и картосхемы загрязнения и деградации почв зон влияния промышленных предприятий, территорий сельскохозяйственных и лесохозяйственных предприятий)	Содержание тяжелых металлов (кадмия, свинца, ртути, мышьяка) Содержание хлорированных углеводородов, хлорфенолов и фенолов Содержание бензола, толуола Содержание нитратов Содержание сернистых соединений Мощность абиотического наноса, см Глубина провалов относительно поверхности (без разрыва сплошности), см Увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы, в % от исходного, Стабильная структурная (межагрегатная, без учета трещин) пористость, см³/г Коэффициент фильтрации, м/сут Каменистость, % покрытия Уменьшение мощности почвенного профиля (A+B), % от исходного Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (A+B), % от исходного Глубина размывов и водороев относительно поверхности, см Дефляционный нанос неплодородного слоя, см Содержание суммы токсичных солей в верхнем плодородном слое, %: – с участием соды и для других типов засоления Увеличение токсичной щелочности (при переходе нейтрального типа засоления в щелочной), мг-экв./100 г почв Увеличение содержания обменного натрия, в % от ЕКО: – для почв, содержащих < 1% натрия и для других почв Увеличение содержания обменного магния, в % от ЕКО Поднятие пресных (< 1-3 г/л) почвенно-грунтовых вод, м в гумидной и степной зонах Поднятие уровня минерализованных (> 3 г/л) почвенно-грунтовых вод, м
1:20 000 – 1:500 000 (карты загрязнения и деградации почв административного района)	Содержание тяжелых металлов (кадмия, свинца, ртути, мышьяка) Содержание цветных металлов (технологических: цинка, меди, кобальта, никели, молибдена, олова, бария, хрома, ванадия) Содержание фтора воднорастворимого Содержание хлорированных углеводородов, хлорфенолов и фенолов Содержание нефти и нефтепродуктов Уменьшение содержания физической глины на величину, % от исходного Увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы, в % от исходного Стабильная структурная (межагрегатная, без учета трещин) пористость, см³/г Тектурная пористость (внутриагрегатная), см³/г Коэффициент фильтрации, м/сут Каменистость, % покрытия Площадь обнаженной почвообразующей породы (C) или подстилающей породы (D), % от общей площади Площадь подвижных песков, % от общей площади Потери почвенной массы, т/га/год Увеличение площади сильно- и среднеэродированных почв, % в год Площадь естественных кормовых угодий, выделенных из землепользования (лишенных растительности), % от общей площади

	Проективное покрытие пастбищной растительности, % от зонального Увеличение площади подвижных песков, % в год
1:200 000 – 1:500 000 (карты загрязнения и деградации почв республики, края, автономной области, области)	Содержание полихлорбифенилов, циклогексана, пиридинов, тетрагидрофурана, стирола, бенз(а)пирена, альфаметилстирола, ксилолов Расчлененность территории оврагами, км/км² Продолжительность затопления, месяцы Сработка торфа, мм/год Потери почвенной массы, т/га/год Увеличение площади сильно- и среднеэродированных почв, % в год Скорость роста площади деградированных пастбищ, % в год Потери почвенной массы, т/га/год Увеличение площади сильно- и среднеэродированных почв, % в год Увеличение площади засоленных почв, % в год

- снижение уровня активной микробной массы, кратность;
- фитотоксичность почвы (снижение числа проростков), кратность по сравнению с фоном.
- сработка торфа, мм/год;
- увеличение содержания суммы легкорастворимых солей, %;
- увеличение доли обменного натрия, % от емкости катионного обмена.

2. Показатели деградации почв:

- уменьшение мощности почвенного профиля (A+B), % от недеградированного аналога;
- потери почвенной массы, т/га/год;
- расчлененность территории оврагами, км/км²;
- площадь подвижных (незакрепленных) песков, % от общей площади;
- перекрытость поверхности почвы абиотическими наносами, см;
- глубина провалов относительно поверхности, см;
- увеличение плотности почвы, кратность равновесной;
- уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (A+B), % от недеградированного аналога;
- увеличение кислотности (щелочности), pH;
- превышение уровня грунтовых вод, % от критического значения (с учетом минерализации);

Выбор масштаба картографирования показателей экологического состояния почв и земельных ресурсов осуществляется в соответствии с характером их пространственного распределения. Основными критериями при выборе масштаба являются степень пространственной мозаичности данного показателя и область (масштаб) распространения показателя. Чем более мозаичен признак, и чем меньше ареал его распространения, тем более крупный масштаб картографирования требуется выбирать для достоверной оценки состояния почв и земель. В таблице 5.1 приводится рекомендуемый факультетом почвоведения МГУ масштаб картографирования показателей химического загрязнения и деградации почв и земель.

Наиболее подробно Европейский опыт проанализирован в работе В.В. Медведева и Т.Н. Лактионовой (Медведев и др., 2012). Основным вывод этих исследований – наиболее популярными показателями (индикаторами), которые используются почти во всех странах, являются: общий углерод, макроэлементы, тяжелые металлы, нитраты, pH, гранулометрический состав, емкость катионного обмена;

Таблица 5.2. Программа наблюдений мониторинга почв в некоторых странах Европейского Союза. ICP-F – сеть оценки и мониторинга аэрального загрязнения лесов; ICP-M – международная программа комплексного мониторинга; «+» – наблюдения осуществляются; «-» – наблюдения не осуществляются (Медведев, и др., 2012).

Страна	Мониторинг почв как часть ICP-F И ICP-M сетей	Наличие сетей мониторинга почв	Общие свойства (C, pH и др.)	Элементы питания (P, Mg, K, NO ₃ и др.)	Химический состав почв и вод	Микробиологические свойства и почвенная фауна	Аэроперенос загрязнителей	Радионуклиды	Тяжелые металлы и микроэлементы	Органические химикаты и пестициды
Австрия	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Бельгия	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Великобритания	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-
Греция	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Дания	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-
Ирландия	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-
Испания	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Италия	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лихтенштейн	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+
Люксембург	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нидерланды	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+
Германия	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Норвегия	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
Португалия	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Финляндия	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-
Франция	+	+	+	+	-	+	-	+	-	—
Швейцария	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-
Швеция	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

менее популярными – плотность сложения, агрегатный состав, пористость, электропроводность, химический состав почвенных растворов. Реже используют фракционный состав органического вещества, микробиологические показатели, дыхание, почвенные энзимы. Информация о программах наблюдений в некоторых странах Европейского Союза приведена в таблице 5.2.

На основании предложений стран ЕС, участвующих в опросе, проведенном Европейским агентством по окружающей среде, мониторинг почвенного покрова следует вести, используя широкий набор показателей. Часть из них должна быть обязательной для всех стран, часть – необязательной, которая отражала бы особенности почвообразования и экологических условий отдельных стран.

К обязательным отнесены следующие показатели:

- характеристика места расположения постоянной площадки, ее координаты, высота, уклон, метеорологические данные;
- общая характеристика почвы – классификационное положение, описание профиля, гранулометрический состав;
- тип землепользования – пашня, многолетняя культура или пастбище;
- характеристика землепользования – севооборот или выращиваемая культура, обработка, удобрение;
- содержание элементов питания – валовые и подвижные формы макро- и отдельных микроэлементов;
- содержание органического углерода – общего, подвижного;
- физико-химические свойства – pH, емкость катионного обмена, состав поглощенных оснований, потребность в гипсовании/известковании;
- гидрофизические и физические свойства – влагоемкость и водопропускная способность, пористость, плотность сложения, водостойчивость;
- физико-механические свойства – усилие сдвига, способность к уплотнению,

мощность пахотного слоя, противозрозионная устойчивость;

- биологические свойства – биоразнообразие (основные виды почвенной фауны), биологическая активность;
- загрязнение – тяжелые металлы, органические химические вещества, радионуклиды.

К необязательным (региональным или национальным) отнесены показатели, которые характеризуют почвенные процессы:

- опустынивание – эвапотранспирация или гидротермический коэффициент, оценка агрессивности осадков, характеристика биомассы и состава растительного покрова, в том числе ключевых видов, некоторые виды специфических растений (сорняков);
- подкисление – сухие и влажные кислотные осадки, pH, подвижный алюминий, химический состав почвенного раствора;
- засоление – качественная характеристика оросительных вод, содержание солей и соды, динамика засоления и содообразования, водоудерживающая способность почв, электропроводность;
- содержание специфических видов микроорганизмов;
- эвтрофикация – влажные и сухие выпадения азота, содержание доступных аммиачных и нитратных форм азота в почве.

Интегральные показатели

Теоретически, оценку состояния почв можно проводить по бесконечному количеству параметров. На настоящем этапе развития науки количество показателей, которые можно определить, не бесконечно, но очень велико. Поэтому для корректной процедуры оценки состояния почв необходимо

применять процедуру свертки информации. Условно, подходов к свертке информации может быть два. Первый подход – «стихийная свертка», когда исследователь сам выбирает тот набор показателей, который ему кажется информативным и те, которые он может определить; здесь

результат будет зависеть от уровня знаний эксперта, возможностей его приборно-материальной и методической базы.

Второй подход – «целенаправленный экспертный», когда перечень выбранных показателей предлагается на основании научных работ группы экспертов, отбирается перечень показателей, на основании которых рассчитываются индексы. В результате свертки информации показатели теряют свою индивидуальность, индекс заменяет собой множество показателей и становится результирующим (интегральным) в оценке параметров системы.

Например, критериями существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения является изменение числовых значений не менее 3-х следующих критериев:

- снижение содержания органического вещества в пахотном горизонте на 15% или более;
- снижение кислотности в кислых почвах (pH_{KCl}) на 10% или более;
- повышение щелочности в щелочных почвах (pH_{H_2O}) на 10% или более;
- снижение содержания подвижного фосфора (мг/кг почвы) на 25% или более;
- снижение содержания обменного калия (мг/кг почвы) на 25% или более.

Интегральный показатель плодородия рассчитывается на основании результатов учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения и рассчитывается как среднее от суммы соотношений фактических значений четырех агрохимических показателей к их оптимальным значениям по всем типам почв посевных площадей сельскохозяйственных культур в субъекте (Методика расчета показателя почвенного плодородия..., 2017). При расчете учитываются следующие агрохимические показатели:

- кислотность почв (pH , ед.);
- содержание гумуса (%);

- содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5 , мг/кг почвы);
- содержание обменного калия (K_2O , мг/кг почвы).

Показатель кислотности для щелочных почв pH_{H_2O} рассчитывается как соотношение оптимального значения показателя к фактическому, для кислых почв pH_{KCl} – фактического к оптимальному.

Показатель плодородия для каждого типа почв рассчитывается для щелочных почв по формуле:

$$K_{пп} = (\text{гумус ф./гумус опт.} + P_2O_5 \text{ ф./}P_2O_5 \text{ опт.} + K_2O \text{ ф./}K_2O \text{ опт.} + pH_{H_2O} \text{ опт./}pH_{H_2O} \text{ ф.})/4,$$

для кислых почв по формуле:

$$K_{пп} = (\text{гумус ф./гумус опт.} + P_2O_5 \text{ ф./}P_2O_5 \text{ опт.} + K_2O \text{ ф./}K_2O \text{ опт.} + pH_{KCl} \text{ ф./}pH_{KCl} \text{ опт.})/4,$$

где:

$K_{пп}$ – показатель почвенного плодородия для каждого типа почв;

(гумус), (pH), (гумус), (pH), (P_2O_5), (K_2O), – агрохимические показатели;

ф. – фактические значения агрохимических показателей;

опт. – оптимальные значения агрохимических показателей;

pH_{H_2O} – для щелочных почв;

pH_{KCl} – для кислых почв.

Показатель почвенного плодородия в регионе рассчитывается по формуле:

$$K_i = (K_{пп1} * S_1 + K_{пп2} * S_2 + \dots + K_{ппn} * S_n) / S_j, \text{ где:}$$

K_i – показатель почвенного плодородия;

$K_{пп1}, K_{пп2} \dots K_{ппn}$ – показатель почвенного плодородия для каждого типа почв;

$S_1, S_2 \dots S_n$ – посевная площадь сельскохозяйственных культур, занятая каждым типом почв, га;

S_j – общая посевная площадь сельскохозяйственных культур, га.

Химическое загрязнение почв и грунтов оценивается по суммарному показателю загрязнения Z_c (ГОСТ 17.4.4.02-2017), являющимся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения. Суммарный показатель загрязнения Z_c определяется как сумма коэффициентов концентрации отдельных результатов показателей отношения концентрации химических элементов к нормативному:

$Z_c = K_{c1} + \dots + K_{cn} - (n - 1)$, где

n – количество учитываемых химических элементов;

K_{ci} – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения, превышающий единицу, равный кратности превышения содержания данного компонента над фоновым содержанием.

Чистоту почвы нередко оценивают по «санитарному числу» (по Н.И. Хлебникову) (Альф и др., 1959; МУ 2.1.7.730-99).

Санитарное число S – это отношение количества «почвенного белкового (гумусного) азота в миллиграммах на 100 г абсолютно сухой почвы к количеству «органического азота в миллиграммах на 100 г абсолютно сухой почвы. Санитарное число косвенно характеризует процесс гумификации почвы и позволяет оценить самоочищающую способность почвы от органических загрязнений.

Для определения интегральной реакции системы могут быть использованы методы биотестирования. Например, степень ингибирования микробиологических процессов и характер реакции комплекса микроорганизмов на загрязнение почв тяжелыми металлами зависит от концентрации и формы конкретного элемента и физико-химических свойств почвы. Подвижные формы металлов обладают большим токсическим эффектом на почвенную биоту, чем валовые. В свою очередь, снижение подвижности тяжелых металлов связано напрямую с буферностью почв, зависящей от содержания и состава

органических веществ и глинистых минералов. Недостатком метода биотестирования является невысокая чувствительность и ненадежность, связанные с неоднозначностью реакций используемых тест-организмов на разные виды токсикантов и их смеси, что затрудняет трактовку полученных данных, невозможно диагностировать причину угнетения организмов. Поэтому методы биотестирования целесообразно применять только в комплексе с другими методами.

Одним из методов интегральной оценки экологического состояния почв, основанного на учете химических, биоиндикационных и токсикологических показателей является «триадный» индекс состояния почв (Терехова и др., 2014). При расчете «триадного» интегрального показателя используют индекс состояния почв по химическим, токсикологическим и биоиндикационным показателям с применением «весовых» коэффициентов 1.0 для химического, 1.5 для токсикологического и 2.0 для биоиндикационного показателя:

$ИС = (ИС_x + 1,5ИС_t + 2ИС_b)/4,5$

Все показатели предварительно формализуются с помощью шкалы, нормированной от 0 до 1. В качестве эталона выступает выбранный фон (Воробейчик и др., 1994). При этом наиболее благоприятным для функционирования биоты будет значение $ИС$, близкое к 0 (фоновое состояние почв).

Данный подход нормирования показателей присутствует в работах многих авторов (Индикаторы..., 2001), каждый из которых предлагает на основании своего экспертного мнения свой перечень наиболее информативных показателей, поэтому на настоящий момент унифицированных интегральных показателей, которые используются повсеместно, немного.

Базовый набор индикаторов устойчивого развития раздела В-2. Земельные ресурсы система индикаторов, разработанных Комиссией ООН по устойчивому развитию (КУР ООН) приведен в таблице 5.3.

Таблица 5.3. Система индикаторов устойчивого развития раздела Земельные ресурсы (Повестка дня на XXI век..., 1992).

Раздел Повестки дня на 21 век	Индикаторы – движущая сила	Индикаторы текущего состояния	Индикаторы реагирования
Интегрированный подход к планированию и использованию земельных ресурсов	82. Используемые земли (км ²)	90. Земли, подверженные эрозии почвы (км ²)	94. Реформирование земельной политики (да/нет)
Управление уязвимыми экосистемами, борьба с опустыниванием и засухами	83. Потребление древесины на отопление на душу населения (м ³) 84. Численность домашнего скота на км ² в засушливых зонах 85. Население в засушливых зонах, живущее ниже уровня бедности (%)	91. Земли, затронутые опустыниванием (км ²) 92. Частота засух	95. Затраты на восстановление экосистем
Содействие устойчивости сельского хозяйства и местного развития	86. Использование сельскохозяйственных пестицидов (т/км ²) 87. Использование удобрений (т/км ²) 88. Количество пахотных земель (га) на душу населения 89. Орошаемые земли (%)	93. Количество земель, затронутых засолением и заболачиванием (км ²)	96. Затраты на поддержание сельского хозяйства и исследования в этой области 97. Площадь восстановленных земель (км ²)

Перечень индикаторов, подготовленный для сельскохозяйственного сектора международными организациями и отдельными странами, в основном отражает экологические аспекты. Это – качество почв, содержание питательных веществ, процессы эрозии, методы защиты растений, технологии ирригации, применение пестицидов, производство экологически чистой продукции, сохранение земель и ландшафтов и др.

С.Н. Бобылев предлагает перечень 10 базовых индикаторов устойчивости развития сельскохозяйственного сектора (Бобылев и др., 2014), который приведен в таблице 5.4.

В качестве дополнительных индикаторов, для которых имеется сельскохозяйственная статистика, можно предложить следующие 10 показателей:

1. Изменение посевной площади, %, га/год.
2. Объем оборотной и повторно-последовательно используемой воды, млн. м³/год.
3. Площадь сельскохозяйственных угодий, подверженных водной и ветровой эрозии.
4. Площадь переувлажненных и заболоченных сельскохозяйственных угодий.
5. Дегумификация почв.
6. Площадь засоленных, засоренных камнями, а также заросших кустарником и мелколесьем сельскохозяйственных угодий.
7. Данные об утрате видов почв.
8. Площадь деградированных оленьих пастбищ.

Таблица 5.4. Базовые индикаторы устойчивости развития сельскохозяйственного сектора.

Воздействие	Состояние	Реакция
1. Прирост эродированных земель (оценка)	3. Валовой сбор зерна, млн. т/год	6. Инвестиции в сельское хозяйство, млрд. руб./год
2. Нарушение баланса органического вещества (оценка)	4. Урожайность зерновых, ц/га 5. Степень потерь верхнего слоя почвы (оценка)	7. Внесение органических удобрений, млн. т/год 8. Внесение минеральных удобрений, млн. т/год 9. Применение почвозащитных технологий, млн. га 10. Вывод деградированных земель на консервацию

9. Внесение удобрений на 1 га сельхозугодий, на 1 рубль произведенной сельхозпродукции в растениеводстве.

10. Внесение пестицидов на 1 га сельхозугодий, на 1 рубль произведенной сельхозпродукции в растениеводстве.

Выбор методов анализа

Методы оценки качества почвы и ее мониторинга разделяются на 3 большие группы:

1. Лабораторные;
2. Визуальные;
3. Удаленные методы (дистанционные).

Лабораторные методы – это наиболее точные методы анализа с четкими критериями и цифровыми показателями, они не зависят от субъективной оценки, но при этом они занимают продолжительное время и требуют наличия оборудования и специализированных работников.

Показатели плодородия, определяемые в лаборатории, в настоящее время, делят на физические, химические и биологические. Это связано с тем, что почва – сложная гетерогенная система и нет одного универсального показателя подходящего для всех почв всех регионов.

В настоящее время, обширный анализ показателей для различных регионов

Европы и Китая приведен в отчетах проекта iSQAPER (Interactive soil quality..., 2020). Особое внимание этот проект уделяет обзору авторских методик. Проект iSQAPER H2020, направлен на обеспечение: интерактивной оценки качества почвы в Европе и Китае для продуктивности сельского хозяйства и экологической устойчивости, а также на обеспечение лиц, принимающих решения, научно обоснованными, простыми в применении и экономически эффективными инструментами для управления качеством и функциями почвы. Веб-сайт www.isqaper-is.eu/ содержит всесторонние научные результаты iSQAPER, представленные в отчетах проекта. Анализ используемых показателей рассмотрен в отчете отчет №4 от октября 2016 года (Basch G., 2016). Согласно отчетным материалам, чаще всего определяются такие химические показатели, как содержание углерода органических соединений, pH, содержание элементов питания и их доступность. Однако, утверждать, что остальные показатели менее важны нельзя. Например,

если почвы засолены или осолонцованы, то параметры их качества зависят не от pH, содержания органических веществ и т.д., а от указанных факторов, так как они являются ограничителями в данном случае.

Большое количество определяемых показателей, проанализированных в проекте iSQAPER также говорит о том, что в мире до сих пор нет единого мнения, какие показатели полностью смогут описать плодородие почв.

Физические показатели, указанные в проекте iSQAPER, оцениваются также специальными приборами или лабораторным оборудованием. Согласно данным проекта объемная плотность и гранулометрический состав – наиболее употребляемые в мире физические показатели. Наряду с этими показателями, используются также и другие, такие как доступная влага, стабильность агрегатов, максимальная длина корней, пенетрация, проводимость, коэффициент фильтрации, водоудерживающая способность, влажность, порозность, глубина почвы, глубина верхнего слоя, температура, задержка воды, прочность частиц, структура, свободное поровое пространство, состояние поверхностного слоя, цвет, водорастворимая глина, прочность на сдвиг, каменистость, общая территория поверхности, биопоры и запах. Они характеризуют другую составляющую почв, жизненно необходимую для растений, – водно-физические свойства.

С развитием лабораторного оборудования в последние десятилетия появилось большое

количество биологических методов. Они наиболее качественно характеризуют почвенные свойства, так как почвенные микроорганизмы одними из первых начинают реагировать на изменившиеся в неблагоприятную сторону свойства почвы. Однако, у этих показателей нет четких уровней, и они требуют тщательной проработки методов анализа.

Визуальные методы оценки свойств почв имеют более субъективный характер. Это качественные методы оценки почвы, применяемые, чаще всего, для оценки плодородия почв. Визуальный метод позволяет оценить, насколько почва плодородна. Существуют разные методы визуальной оценки химических и физических свойств. В таблице 5.5 представлены методы и необходимое для них оборудование. В основном визуально оцениваются физические свойства, но при должном опыте можно качественно оценить и биологические свойства почв.

Удаленные методы оценки качества почв и их мониторинга – это наиболее перспективные методы, позволяющие оценить огромные территории с минимальными затратами. Однако, в настоящее время не существует общепринятых принципов и четкого соответствия получаемых показателей лабораторным методам, поэтому необходимы дальнейшие наработки в этой области. При этом стоит сказать, что в настоящее время на ограниченных территориях применяются удаленные методы исследования.

Концепции качества и здоровья почвы

Генеральными характеристиками **качества почвы** традиционно считают ее *потенциальное плодородие* и *актуальную биопродуктивность* (Кирюшин, 2011).

При характеристике качества почвы обычно называют ряд ее свойств, которые в той или иной степени определяют ее потребительские достоинства.

Американские специалисты характеризуют качество как «способность почвы функционировать в пределах границ экосистемы, поддерживать биологическую продуктивность и качество экосферы, обеспечивая здоровье растений и животных» (Doran et al., 1996; Karlen et al., 1997; Doran et al., 2000)

Таблица 5.5. Визуальные методы оценки качества почв.

Страна	Австралия	Австралия	Франция	Англия	Новая Зеландия	Бразилия	Германия
Ссылка	1	2	3	4	5	6	7
Объекты оценки	почвенная структура, возможность роста корней	деградация земель	почвенная структура	почвенная структура	качество почвы	почвенная структура	свойства почв в связи с урожаем
Название	SOILpak	VS-Fast	Profil cultural	Peerlkamp	VSA	VESS	M-SQR
Принцип	«на лопате»	«на лопате»	траншея	«на лопате»	«на лопате»	«на лопате»	разрез
Необходимые инструменты							
Лопата	+	+	+	+	+	+	+
Пластиковый резервуар					+		
Твердая квадратная доска	+				+		
Пластиковый пакет или рулон				+	+	+	
Нож	+			+	+	+	+
Бур							+
Вода					+		
Рулетка		+		+	+	+	+
Основные оцениваемые свойства							
Почвенный профиль, гумусовый горизонт		+					+
Почвенная корка/верхняя часть гумусового горизонта		+			+		
Поверхностные воды					+		+
Уклон							+
Эрозия почв					+		
Физические свойства почв							
Текстура		+			+		+
Структура	+	+	+	+	+	+	+

Размер агрегатов	+						
Форма агрегатов	+						
Порозность	+			+	+	+	
Цвет	+	+			+		
Пятна (количество, цвет)					+		
Доступная влага							+
Фильтрация воды		+					
Химические свойства почв							
рН		+					
Лабильный органический углерод		+					
Биологические свойства почв							
Дождевые черви (количество, размер)		+			+		
Потенциальная глубина корней					+		+
Развитие корней	+	+		+		+	

Качество почвы – это, преимущественно, физико-химическая характеристика почвенной экосистемы, а плодородие – ее потребительская составляющая.

Здоровье почвы – это научная, интегральная характеристика, сочетающая биологические и экологические свойства этого уникального природного продукта. Категория *здоровья* почвы подчеркивает биологическую сущность ее происхождения как незаменимой, уникальной природной экосистемы.

Здоровье почвы можно определить как функциональную биологическую категорию, отражающую состояние динамики активности биотического компонента в органоминеральном

комплексе почвы; эта биологическая категория характеризуется (в соответствии с природно-климатической зоной) адекватной активностью биотических процессов синтеза и гидролиза, их устойчивостью к нарушающим воздействиям биотических и абиотических стрессоров, в значительной мере замкнутостью циклов биофильных элементов и микроорганизмов (Doran et al., 1996; Семенов и др., 2016; Doran et al., 2000).

Здоровье почвы агроценозов характеризуется еще и соответствием своего вещественного и биотического состава нормативным показателям (лимитирующим содержание поллютантов и вредных агентов), а также адекватным плодородием.

Здоровье почвы – это наиболее сложная по содержанию объективная категория, базирующаяся на биологическом компоненте природной экосистемы.

Почва при этом рассматривается как продукт длительной взаимной ассимиляционно-диссимиляционной деятельности микроорганизмов, растений и доминирующего минерально-органического вещества. Современная почва – это органо-минеральный природный продукт, созданный и поддерживаемый в соответствии с локальным климатическим режимом непрерывным микробно-растительным взаимодействием в изначально количественно доминирующем неорганическом веществе (Семенов и др., 2016). Наряду с последним, продукт включает биоту, ее остатки и метаболиты, биофильные элементы. В этом продукте происходят важнейшие биологические и физико-химические процессы – биогеохимические циклы элементов и циклы микроорганизмов. Продукт обладает значительными буферными свойствами в отношении разнообразных стрессоров, обеспечивает питательными веществами растения и различные геобиоты, является источником и стоком биоразнообразия. Именно биологическая составляющая почвенной экосистемы обеспечивает ее жизненно важные незаменимые для всего живого на Земле функции – *продукционные и средообразующие*, поддерживает в активном состоянии генофонд и уникальнейшее разнообразие почвенной биоты. Именно поэтому применительно к нормально функционирующей почвенной экосистеме правомерны и применимы такие биолого-экологические характеристики, как *здоровье почвы* и/или *патология почвы* (Семенов и др., 2015).

«Здоровье почвы есть функция ее экологической устойчивости, включающей:

- оптимально сбалансированное и адаптированное (к экоресурсам) биоразнообразие педоценоза;

- самоочищение почвы от загрязняющих веществ посредством сорбции и/или биотрансформации;
- супрессию аборигенными почвенными микроорганизмами вредной биоты (фитопатогенной и санитарно-показательной)».

В определении здоровья почвы должен учитываться не только биологический, но и социально-экономический аспект. С учетом этого, здоровая почва агроэкосистем – это плодородная почва, не загрязненная (нормативно «чистая»), высокопроизводительная, обеспечивающая минимальные потери фитопродукции из-за паразитирования и конкуренции сорняков, возбудителей болезней растений и фитофагов, с минимальным негативным воздействием на здоровье человека и домашних животных, а также на биотические компоненты почвенной экосистемы. В целом, здоровая почва агроэкосистем, а тем более, городских экосистем и селитебных территорий, необходима и полезна социуму (Гогмачадзе и др., 2009; Соколов и др., 2010).

В социальной сфере, наряду с понятием здоровья, широко используются такие понятия, как поддержание (профилактика) здоровья и лечение (терапия). Лечение применимо как традиционно, так и практически, только к индивидуально.

Почвенная экосистема – высокогетерогенная система с самым большим биологическим разнообразием, существующая и поддерживаемая природным микробным циклом (Semenov et al., 2010). Она обладает не только наибольшей устойчивостью, но и восприимчива к стрессорам: нарушающим воздействиям, физико-химическим и биотическим факторам. Почвенная экосистема – это одновременно и микробное сообщество, включающее вирусы, и макро-сообщество, включающее фауну и флору.

Первым делом нужно поставить диагноз, то есть понять, что именно нуждается в «лечении» и возможно ли оно, исходя

из фундаментальных законов и функций микробного сообщества почвы, учета физических и химических характеристик почвенной экосистемы. Известно, что существуют и трудно диагностируемые, трудно лечимые и даже «неизлечимые» болезни. Поскольку в нашем случае рассматривается такая интегральная категория как *здоровье почвы*, то для его диагностики должны использоваться те же методы, с помощью которых определено его состояние. Иными словами, постановка диагноза почвенной экосистемы осуществляться на основании и в соответствии со знанием параметров здоровья почвы, которые можно получить рассмотренными выше методами.

Гетеротрофный параметр здоровья почвы необходимо интерпретировать не только как показатель «совпадения» или «отличия» эталонной и исследуемой почв. В результате его определения можно получить подобную почву следующими методами:

- восстановлением баланса $C_{\text{орг}}$ и/или биофилов;
- соблюдением баланса других (микро) элементов;
- агротехническими методами.

В случаях очень тяжелых или даже «неизлечимых» болезней почвы для их лечения прибегают к применению химических пестицидов или тотальной фумигации.

Здоровая почва в природе, агро- и социосфере (в противоположность аномальной, деградированной, антропогенно нарушенной, загрязненной, больной) выступает как:

- уникальная среда, фактор биологического разнообразия и эволюции биоты, обеспечивающей биологическую продуктивность суши, ее природных и антропогенных биоценозов;
- аккумулятор энергии и биофильных элементов, стабильно обеспечивающих потенциальную биопродуктивность

наземных экосистем, их непрерывное функционирование в качестве глобального источника (и резервуара) биофильных элементов и разнообразной биоты;

- связующее звено биологического и геологического круговорота веществ и энергии;
- уникальная оздоровительная среда;
- постоянно действующий фактор устойчивого функционирования биосферы.

Здоровое состояние почвы обеспечивается биологическими, физико-химическими и информационными процессами, непрерывно происходящими в ней. В агросфере и урбаносфере именно они обеспечивают экологичность биопродукции и сопряженных эко ресурсов, в конечном счете – приемлемое качество жизни современного человека (Семенов и др., 2016).

Каждой почве свойственны определенные и характерные только ей параметры гумусового состояния. Практическое значение проблемы почвенного гумуса возрастает в настоящее время в связи с тем, что происходит потеря гумуса в интенсивно распахиваемых почвах, если применяемая система земледелия не предусматривает необходимого пополнения органического вещества почвы за счет вносимых органических удобрений или пожнивных остатков. При бессменной культуре зерновых ежегодные потери гумуса в черноземе типичном достигают 0,5–1,0 т/га, под пропашными культурами – до 1,5 т/га. За последние 100 лет черноземы многих интенсивно распахиваемых областей потеряли до 25–30% запасов гумуса.

К главным причинам потерь гумуса пахотными почвами относятся:

- уменьшение количества растительных остатков, поступающих в почву при смене естественного биоценоза агроценозом;

- усиление минерализации органического вещества в результате интенсивной обработки и повышения степени аэрации почв;
- разложение и биodeградация гумуса под влиянием физиологически кислых удобрений и активизации микрофлоры за счет вносимых удобрений;
- усиление минерализации в результате осушительных мероприятий переувлажненных почв;
- усиление минерализации гумуса орошаемых почв в первые годы орошения; при длительном орошении и высоких урожаях сельскохозяйственных культур содержание гумуса в последующие годы стабилизируется или даже повышается;
- эрозийные потери гумуса, в результате которых содержание гумуса падает до тех пор, пока не остановлена эрозия. Скорость абсолютных потерь может постепенно снижаться, поскольку в сильноэродированных почвах смыву подвергаются менее гумусированные горизонты. Размеры эрозийных потерь велики и могут существенно превышать потери за счет других причин.

Внесение органических удобрений необходимо и обязательно практически для всех почв. Однако, эта мера не может быть полностью эффективной и экономически выгодной, если не использован полный комплекс мероприятий, обеспечивающих максимальную трансформацию внесенных органических удобрений в гумусовые вещества и их закрепление в почвенном профиле. Нельзя также недооценивать роль агротехники, устраняющей или сводящей к минимуму эрозийные процессы.

При расчете доз навоза для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах следует учитывать гранулометрический состав, насыщенность севооборота пропашными культурами и дозы вносимых минеральных удобрений. Для супесей и песков необходимая ежегодная доза навоза в 1,5–3 раза превышает дозу

для суглинистых почв. Увеличение доли пропашных культур влечет за собой увеличение необходимой минимальной дозы навоза.

Общее содержание гумуса, азота и фракционно-групповой состав гумуса характеризуют генетические особенности и потенциальное плодородие почв. Содержание легкоразлагаемых органических веществ (ЛОВ) и азота в его составе являются показателями эффективного плодородия почв. Примерно 20% от общих запасов ЛОВ ежегодно минерализуется, при этом высвобождаются элементы питания, в том числе азот. При низком содержании азота в составе ЛОВ требуется дополнительное внесение минеральных азотных удобрений. По относительному содержанию ЛОВ в составе общего гумуса предложено оценивать степень выпашанности почв (Ганжара и др., 1997).

Научные исследования по изучению состава гумуса, гумусного состояния почв, трансформации гумусовых веществ и механизмов их формирования, элементного состава физико-химических свойств гумусовых веществ осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях и Международных союзах и обществах, справочно-информационных почвенных центрах мира: (CNPS) Национальный научно-исследовательский центр биологического почвоведения (Франция), Центр изучения окружающей среды (Германия), Международный центр комплексного развития горных районов (ICIMOD, Швейцария), Университет Флорида Факультет почвенных и водных проблем (University of Florida Soil and Water Sciences, США), Школа агрономии Папского католического университета Вальпарасио (Escuela de Agronomia, Pontificia Universidad Catolica de Valparasio, Чили), Монреальский университет, Департамент химии (Universiti de Montreal, Department de Chimie, Канада), Институт биогаза Министерства сельского хозяйства (BIOMA, Китай), Мировая реферативная база почвенных ресурсов (WRB), Исследованиями качества почв городских, промышленных,

транспортных, горнодобывающих и военных территорий занимаются: рабочая группа Международного союза наук о почве (SUITMA), реферативная почвенная группа, РПГ (RSG), Международный союз наук о почве (IUSS), Международное общество почвоведов (ISSS), Международный почвенный справочно-информационный центр (ISRIC), Институт почвоведения имени В.В. Докучаева, РАСХН (Россия), Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (Россия), факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова (Россия), Институт земледелия ЦАЛНЛ (Литва), Научно-исследовательский институт почвоведения имени У.У. Успанова (Казахстан), Научно-исследовательский институт почвоведения (Узбекистан) и др.

В результате исследований, проведенных мировым сообществом по гумусному состоянию, гумусообразованию, экологии гумуса, трансформации органического вещества, в частности, получены следующие научные результаты: разработана система сохранения почвенного плодородия, применения гуминовых препаратов к сельскохозяйственным культурам (Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Россия); разработаны получение гумуса и нормы внесения его в почву (CNPS – Национальный научно-исследовательский центр биологического почвоведения, Франция); изучены экологические функции гумусообразования деградированных

почв, а также разработаны – оптимальное, максимальное, минимальное содержание почвенного гумуса и модели его управления, прогнозирования и база данных по запасам гумуса (Институт почвоведения имени В.В. Докучаева, РАСХН, Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия); определены трансформации, элементный состав и физико-химические свойства гумусовых веществ под влиянием различных удобрений (Институт почвоведения имени В.В. Докучаева, РАСХН, Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия).

В мировой практике изучения вопросов улучшения гумусного состояния, предотвращения деградационных процессов широко исследуются безопасные и эффективные способы применения передовых агротехнологий, в том числе улучшение гумусного состояния почв в результате техногенных и антропогенных факторов, восстановление, сохранение и повышение плодородия деградированных почв, применение агротехнологий, направленных на устранение ухудшения гумусного состояния почв и почвенных свойств под влиянием процессов опустынивания, разработка передовых решений предотвращения ускорения процессов парникового эффекта и эмиссии CO₂ при глобальном изменении климата.

Список источников

- Альф С.Л., Мишустин Е.Н., Перцовская М.И., Хлебников Н.И. 1959. *Показатели Санитарного Состояния Почвы Населенных Мест*. Руководство по санитарной охране почвы. Москва.
- Бобылев С.Н., Кудрявцева О.В., Соловьева С.В. 2014. “Индикаторы Устойчивого Развития для Городов.” *Экономика Региона*, (3).
- Богатырев Л.Г., Маслов М.Н., Бенедиктова А.И., Макаров М.И. 2017. *Оценка Почв и Земель (основные показатели и критерии)*. Москва: МАКС Пресс.
- Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. 1994. *Экологическое Нормирование Техногенных Загрязнений Наземных Экосистем*. Екатеринбург: УИФ «Наука».
- Востокова Л.Б., Булгаков Д.С., Орешникова Н.В., Яковлев А.С. 2010. *Бонитировка Почв в Системе Земельного Кадастра*. Москва: МАКС Пресс.
- Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А. 1997. *Гумусообразование и Агрономическая Оценка Органического Вещества Почв*.
- Гогмачадзе Г.Д. 2010. *Агроэкологический Мониторинг Почв и Земельных Ресурсов Российской Федерации*. Москва: Изд-во Моск. ун-та.
- ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
- ГОСТ Р 56157-2014. Национальный Стандарт Российской Федерации. Почва. Методики (методы) анализа состава и свойств проб почв. Общие требования к разработке.
- Государственная Кадастровая Оценка Земель Сельскохозяйственного Назначения Российской Федерации. 2012. Ред.: Сапожникова П.М., Носова С.И. Москва: ООО «НИПКЦ ВОСХОД-А».
- Гришина Л.А., Орлов Д.С. 1978. “Система Показателей Гумусного Состояния Почв.” *Проблемы Почвоведения*. Москва: Наука. С. 42-47
- Добровольский Г.В. 1990. *Функции почв в биосфере и экосистемах*. Москва: Наука.
- Добровольский Г.В., Бабьева И.П., Богатырев Л.Г., Владыченский А.С., Васильевская В.Д., Шоба С.А. 2003. *Структурно-Функциональная Роль Почв и Почвенной Биоты в Биосфере*.
- Докучаев В.В. 1936. *Русский Чернозем*. Сельхозгиз.
- Индикаторы Устойчивого Развития России (Эколого-Экономические Аспекты). 2001. Ред: С.Н. Бобылева С.Н., Макеенко П.А. ЦПРП. Москва.
- Киришин В.И. 2007. “Минимизация Обработки Почвы: Итоги Дискуссии.” *Земледелие*. (4).С. 28-30.
- Киришин В.И. 2011. “Понятие Почвенного Плодородия и Качества Земли в Свете Биосферной Парадигмы Природопользования.” *Материалы Всероссийской Научной Конференции «Биосфера-почва-человечество: устойчивость и развитие»*. Москва: Фонд «Инфосфера»-НИА-Природа.
- Медведев В.В., Лактионова Т.Н. 2012. “Анализ Опыта Европейских Стран в Проведении Мониторинга Почвенного Покрова.” *Почвоведение*. № 1. С. 106-114.
- Методика Расчета Показателя Почвенного Плодородия в Субъекте Российской Федерации Утверждена Приказом Минсельхоза России от 6 июля 2017. № 325.

- Методические Рекомендации по Выявлению Деградированных и Загрязненных Земель от 15 февраля 1995.
- Методические Указания по Проведению Комплексного Мониторинга Плодородия Почв Земель Сельскохозяйственного Назначения. 2003. Москва: ФГНУ «Росинформагротех».
- Мотузова Г.В., Безуглова О.С. 2007. *Экологический Мониторинг Почв*. Учебник. Москва. Академический Проект; Гаудеамус.
- МУ 2.1.7.730-99. Методические Указания: Почва, Очистка Населенных Мест, Бытовые и Промышленные Отходы, Санитарная Охрана Почвы.
- Нормативно-методические Указания по Взиманию Природоресурсных Платежей. 2015. Нижний Новгород. НГСХА.
- Орлов Д.С., Лозановская И.Н., Попов П.Д. 1985. *Органическое Вещество Почв и Органические Удобрения*.
- Письмо Роскомзема от 27.03.95 N 3-15/582. Проведение Работ по Выявлению Загрязненных Земель.
- Проблемы Деградаци и Восстановления Продуктивности Земель Сельскохозяйственного Назначения в России. 2008. Ред.: Гордеев А.В., Романенко Г.А. Москва.
- Рожков В.А. 2007. “Оценка Эрозионной Опасности Почв.” *Бюллетень Почвенного Института им. ВВ Докучаева*, (59).
- СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические Нормативы и Требования к Обеспечению Безопасности и (или) Безвредности для Человека Факторов Среды Обитания.
- Семенов А.М. 2015. “Здоровье Почвы: Характеристика Содержания и Методы Количественного Определения.” *Материалы VIII Московского международного конгресса «Биотехнология: Состояние и Перспективы Развития»*. Ч. 2. Москва.
- Семенов А.М., Соколов М.С. 2016. “Концепция Здоровья Почвы: Фундаментально-Прикладные Аспекты Обоснования Критериев Оценки.” *Агрохимия*. №1. С. 3–16.
- Семенов В.М., Тулина А.С. 2011. “Сравнительная Характеристика Минерализуемого Пула Органического Вещества в Почвах Природных и Сельскохозяйственных Экосистем.” *Агрохимия*. №12. С. 53-63.
- Соколов М.С., Дородных Ю.Л., Марченко А.И. 2010. “Здоровая Почва как Необходимое Условие Жизни Человека.” *Почвоведение*. № 7. С. 858-866.
- Терехова В.А., Пукальчик М.А., Яковлев А.С. 2014. “Триадный” Подход к Экологической Оценке Городских Почв.” *Почвоведение*. №9. С. 1145-1145.
- ФАО. 2016. *Состояние Мировых Земельных и Водных Ресурсов для Производства Продовольствия и Ведения Сельского Хозяйства*. Инвестиционный центр ФАО.
- Щербаков А.П., Шевченко Г.А. 1984. “Гумусное Состояние Черноземов ЦЧО” *Почвоведение*. С. 50-57.
- Экологическое Нормирование и Управление Качеством Почв и Земель. 2013. Ред.: Шоба С.А., Яковлева А.С., Рыбальский Н.Г. Москва: НИА-Природа.
- Basch G. 2016. *Soil quality assessment in conservation agriculture systems*.
- Doran J.W., Sarrantonio M, Liebig M.A. 1996. “Soil Health and Sustainability” *Advances in Agronomy*. V. 56. P. 1-54
- Doran J.W., Zeiss M.R. 2000. “Soil Health and Sustainability: Managing the Biotic Component of Soil Quality” *Applied Soil Ecology*. V. 15. P. 3-11
- FAO. 1983. *Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture*. Soil Bull.52. FAO. Rome.

Karlen D.L., Mausbach M.J., Doran J.W., Cline R.G., Harris R.F, Schuman G.E. 1997. “*Soil Quality: a Concept, Definition, and Framework for Evaluation.*” *Soil Science Society of America Journal*. V. 61. P. 4-10.

Semenov A.M, Kuprianov A.A., Van Bruggen A.H.C. 2010. “Transfer of Enteric Pathogens to Successive Habitats as Part of Microbial Cycles”. *Microbial Ecology*. V. 60. P. 239-249

Электронные ресурсы:

Повестка дня на XXI век. 1992. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года.
https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml

Interactive soil quality assessment in Europe and China for agricultural productivity and environmental resilience. 2020.
<https://www.isqaper-project.eu>

Интенсификация растениеводства для решения вопросов устойчивого управления земельными ресурсами и обеспечения продовольственной безопасности в Центральной Азии

Р.Ч. Шарма

История вопроса

Центрально-Азиатский регион разнообразен в плане климатических условий, типа земель, биоразнообразия и природных ресурсов. Резкие колебания количества осадков и экстремальные температурные условия являются обычным явлением для региона. Такое разнообразие и неопределенность климатических факторов обуславливают необходимость применения целого ряда методов ведения сельского хозяйства.

Сельское хозяйство является основным источником занятости и реальной опорой для сельского населения в Центральной Азии. Производство полевых, плодовоовощных культур и пастбищное животноводство являются основными видами сельскохозяйственной деятельности, осуществляемые главным образом на поверхности земли. Каждая страна Центральной Азии стремится к достижению самообеспеченности в области продовольственной безопасности и питания. Пшеница – это важнейшая

продовольственная культура, занимающая более 80% площадей под зерновыми культурами, и составляет 85% всех производимых в регионе зерновых (FAO, 2019). Хлопчатник является наиболее широко возделываемой товарной сельскохозяйственной культурой. Овощи, фрукты и продукция животноводства также являются важными компонентами питания. На протяжении многих лет растениеводство практиковалось без учета многих факторов, влияющих на здоровье почвы, что в значительной степени приводило к деградации земель. Поскольку количество осадков в регионе ниже потребности в воде основных полевых культур, орошение широко используется для получения более высоких урожаев. Бесконтрольное орошение наряду с естественной предрасположенностью к накоплению солей в почве вызвало крупномасштабную проблему засоления в регионе. Усиливающееся демографическое

давление вынуждает широко применять интенсивные технологии в растениеводстве и производить больше продовольствия с той же площади обрабатываемых земель. Это, вероятно, усугубляет проблему деградации земель при отсутствии продуманной устойчивой интенсификации системы земледелия в регионе. В этой

главе описываются существующие практики возделывания сельскохозяйственных культур в Центральной Азии, которые не являются устойчивыми на долгосрочной основе, и рассматриваются виды сельскохозяйственных культур и агротехника их возделывания, которые могут иметь большое значение для УУЗР.

Севооборот в практике УУЗР в Центральной Азии

Полевой севооборот

Системы сельскохозяйственного производства в Центральной Азии разнообразны в зависимости от климатических условий, типа земель и способов орошения, социально-экономических условий, технического развития и политики, связанной с землей, средствами производства и маркетингом, в том числе с импортом и экспортом. В рамках управления растениеводством имеются три различные системы:

орошаемая, богарная и агропастбищная. В прошлом каждая из трех производственных систем использовалась для повышения продуктивности сельского хозяйства, где не уделялось должного внимания здоровью почвы. Это привело к крупномасштабному ухудшению ее состояния на обрабатываемых землях и деградации пастбищных угодий. Из-за растущего демографического давления и снижения продуктивности земель, растениеводство стало распространяться на малопродуктивных и экологически

Таблица 6.1. Современные системы растениеводства в условиях орошаемого и богарного земледелия в Центральной Азии.

Система производства	Первый год												Второй год												Культура при устойчивом управлении земельными ресурсами
	A ¹	M	I	I	A	C	O	N	D	Я	Ф	M	A	M	I	I	A	C	O	N	D	Я	Ф	M	
Орошаемые	Хлопчатник				Пшеница								Пар								Ни одна				
Орошаемые	Хлопчатник				Пшеница								Различные культуры ²								Может быть одна культура в течение двух лет				
Богарные	Зерновые											Зерно- вые												Ни одна	
Богарные	Озимые зерновые, посеянные осенью					Озимые зерновые												Озимые зерновые				Ни одна			

¹Первая буква месяца начиная с апреля.

²Может включать кукурузу, сорго, просо, маш и другие кормовые культуры в зависимости от наличия орошения и назначения.

Таблица 6.2. Потенциальные устойчивые системы растениеводства в орошаемых и богарных условиях в Центральной Азии.

Система производства	Первый год												Второй год												Культура при устойчивом управлении земельными ресурсами
	Н¹	Д	Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д	Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	
Орошаемые	Пшеница						Маш		ГМ культура						Хлопчатник						Две				
Орошаемые	Озимая пшеница						Маш		ГМ куль- тура		Winter wheat						Маш			Три					
Орошаемые	ГМ куль- тура				Яровая пшеница		Маш		ГМ куль- тура						Яровая пшеница		Маш			Четыре					
Богарные	Озимая пшеница						Пар		Нут											Одна					
Богарные	Нут						Пар		Нут											Две					

¹Первая буква месяца начиная с ноября.

неустойчивых землях для большего производства продовольственных культур. Пастбища были подвержены чрезмерному выпасу, и не имелось никакого плана их восстановления. Эти ненаучные и нерациональные методы ведения сельского хозяйства привели к широкомасштабной деградации земель (Pender et al., 2009; Gupta et al., 2009; Kienzler et al., 2012).

При орошаемой системе производства «хлопчатник-пшеница» наиболее распространенным является двухлетний севооборот, в котором за хлопчатником следует пшеница под паром в осеннем периоде (табл. 6.1). Этот сезон под паром частично используется для выращивания зерновых, овощных или кормовых культур с коротким периодом вегетации в зависимости от наличия воды для орошения. Как хлопчатник, так и пшеница в значительной степени потребляют питательные вещества, включая органические вещества в почве. В то время за хлопчатником, который возделывается на больших площадях, следует посев пшеницы без глубокой вспашки почвы, а подготовка почвы для хлопчатника включает в себя глубокую обработку, подвергающую

почву воздействию климатических факторов. Значительный ущерб здоровью почвы, вызванный непрерывными и неприемлемыми севооборотами хлопчатника и пшеницы, можно снизить, изменяя агротехнику возделывания культур и используя благоприятные практики обработки почвы.

Вышеуказанные севообороты в условиях орошаемой системы нуждаются в повышении эффективности путем включения в них большего количества зернобобовых культур. В настоящее время бобовые культуры не играют важной роли в системах земледелия, но существуют огромные возможности для этого как в орошаемых, так и богарных системах. В таблице 6.2 показано, как бобовые культуры (именуются как культуры для методов УУЗР) могут быть включены в существующие системы земледелия. Включение бобовых культур не только будет положительным для здоровья почвы, но и повысит интенсивность земледелия, что приведет к более высоким доходам.

В условиях богарного земледелия выращивается одна культура, однако, если в мае выпадают осадки, то

можно посеять и вторую культуру. Озимая и яровая пшеница, ячмень, масличные, продовольственные бобовые культуры и овощи являются наиболее распространенными культурами на богарных землях. Зерновые культуры (пшеница и ячмень) занимают более 90% богарных земель в Центральной Азии. При этом, зерновые культуры потребляют значительно больше питательных веществ из почвы, включая органические вещества, чем зернобобовые и бобовые овощи. Следовательно, существует необходимость в повышении продуктивности растениеводства следующим образом:

1. Замещать зерновые культуры бобовыми, такими как нут, чечевица, маш, чина посевная, голубиный горох, бобовые овощи, которые способствуют повышению плодородия почвы для длительной устойчивости системы. Засухоустойчивые бобовые культуры защищают от гибели посевов зерновых культур в годы, когда количество осадков ниже среднего. Также можно улучшить результат путем посева морозоустойчивых сортов нута до начала зимы. У таких культур урожай будет более высоким, чем у традиционно выращиваемых весной бобовых культур благодаря влагозарядке при зимних дождях и снеготаянии. На рисунке 6.1 показано, какое количество биомассы накапливается нутом, посеянным до начала зимы, по сравнению с весенним посевом.
2. Выращивать бобовые и зерновые культуры поочередно, если производство зерновых необходимо для обеспечения продовольственной безопасности. Это не очень желательный севооборот, но лучше, чем возделывание зерновых в долгосрочном плане.
3. Выращивать бобовые культуры в смеси с зерновыми, например, пшеница и нут, а также пшеница и чечевица. Преимущество их выращивания в качестве промежуточных культур заключается в том, что снижение почвенного азота зерновыми восполняется бобовыми за счет азотфиксации. Кроме того,



Рисунок 6.1. Дифференциальный рост и накопление биомассы нутом, посеянным в ноябре (на фото сверху) и марте (на фото снизу) в Таджикистане (фото: Р. Шарма).

выращивание нута в смеси предохраняет от неурожая зерновых культур при уровне осадков ниже среднего.

Чередование сельскохозяйственных культур и пастбищных угодий (зернотравяной севооборот)

В зернотравяном севообороте озимые зерновые культуры непосредственно сеются на поле в период покоя многолетних пастбищных трав. Такой севооборот позволяет осуществлять намеченное стравливание пастбищ в течение летних и ранних осенних месяцев. Однолетние продовольственные культуры важны для обеспечения продовольственной безопасности и питания, однако большинство из них мало что дают при рассмотрении методов УУЗР. Засоленность и эрозия почвы и ухудшение ее состояния являются основными экологическими последствиями севооборота при выращивании только однолетних продовольственных культур (Roberts et al., 2009). Правильно используемые севообороты и пастбища могут снизить степень деградации почвы и значительно улучшить ее состояние, повысив плодородие, увеличить популяции почвенных микроорганизмов, сократить инфильтрацию воды и уменьшить засоление.

В предыдущих исследованиях были изложены преимущества метода УУЗР по

сравнению с ежегодным возделыванием бессменной культуры (Garcia a-Préchac et al., 2004; Carvalho et al., 2014; Carvalho et al., 2014), которые показали снижение чистого выброса парниковых газов из почвы, когда сельскохозяйственные земли были переведены в систему чередования сельскохозяйственных культур и пастбищных угодий. В долгосрочном эксперименте при сравнении монокультуры с зернотравяным

севооборотом (Garcia a-Préchac et al., 2004), было установлено, что зернотравяной севооборот привел к высокой концентрации почвенного углерода по сравнению с монокультурой (рис. 6.2). Кроме того, было обнаружено, что практика нулевой обработки привела к снижению эрозии почвы по сравнению с другими практиками (такими, как обычная и нулевая обработка почвы при монокультуре) (рис. 6.3).

Особенности растений, способствующие УУЗР

Существует несколько свойств растений, способствующих защите почвы:

1) физическое предохранение (укрытие) почвы от внешних факторов окружающей среды, 2) скрепление почвенных частиц посредством обширных корневых систем, 3) добавление биомассы в почву для поддержания в ней органических веществ и микроорганизмов и 4) фиксирование атмосферного азота в почве бактериями в корнях бобовых растений.

Культуры с большей листовой поверхностью лучше защищают почву от ветровой и водной эрозии, а также от вредного воздействия высоких температур и осадков. Покровные культуры, сидеральные культуры и культуры, пригодные для посева в междурядьях, являются примерами геометрически правильного расположения растительного полога для защиты почвы. Горизонтально направленный растительный полог по сравнению с вертикально направленным лучше защищает сельскохозяйственные культуры от смещения почвы, вызываемого «вертикальной» нагрузкой атмосферных осадков и сильными ветрами. Дополнительным преимуществом горизонтально направленного растительного покрова является защита почвы от солнечных лучей. Также уменьшается, испарение влаги с поверхности почвы из-за затенения листьями той или иной сельскохозяйственной культуры. Многие бобовые и сидеральные культуры имеют тип так называемого «развесистого»

(«ветвистого») растительного полога.

Например, растения с «развесистым» пологом – это соя, сидеральные культуры, маш, сладкий картофель и бахчевые культуры. Увеличить плотность покрова сельскохозяйственных растений также можно путем сокращения расстояния между пропашными культурами, увеличения побегов зерновых и усиления ветвления стеблей бобовых и хлопчатника.

Также необходимо тщательно ухаживать за почвой, на которой имеются посевы сельскохозяйственных культур во время периода парования (например, уборка озимой пшеницы в июне-июле и посев хлопчатника в апреле следующего года). В этом случае тщательно отобранная и используемая покровная культура защитит почву в течение жаркого периода под паром (помимо получения дополнительного экономического дохода).

Обширная корневая система

Корни помогают защитить почву, связывая ее частицы вместе в агрегированной форме (Materchera et al., 1992). Частицы почвы, связанные вместе, образуют агрегаты, тем самым улучшая качество почвы за счет увеличения проникновения воды и воздуха. Мочковатая корневая система, в частности, предотвращает эрозию почвы и ее разрушение на склонах. Культуры, принадлежащие к семейству злаковых (например, злаковые травы), имеют

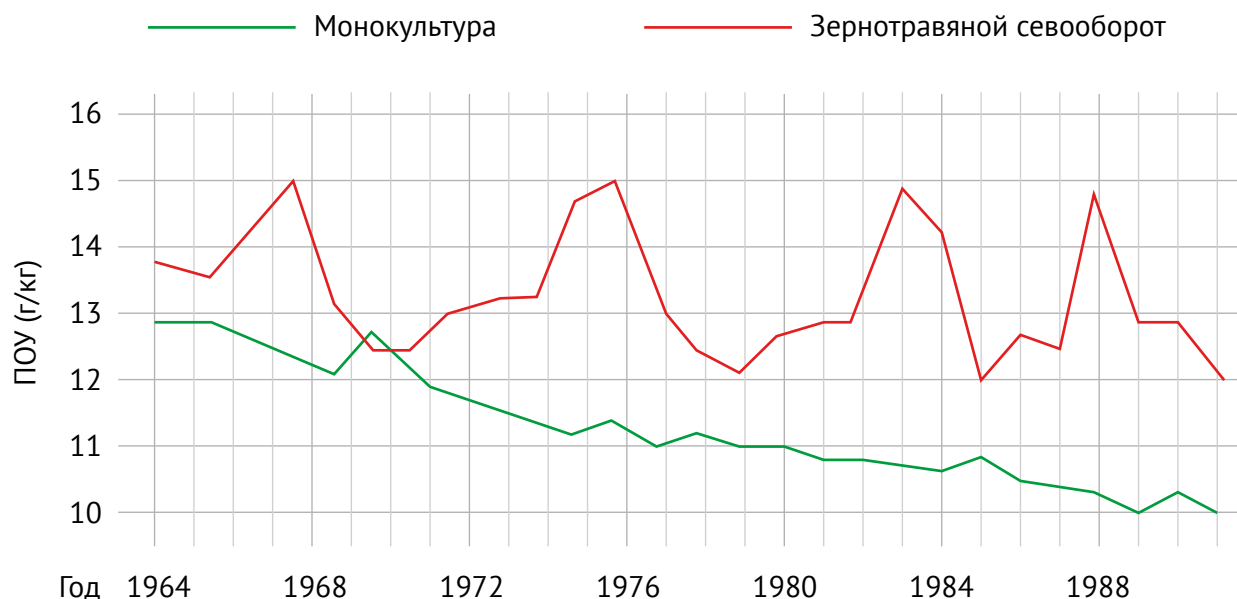


Рисунок 6.2. Изменение концентрации почвенного органического углерода (ПОУ) (глубина 0–20 см) с 1964 г. по 1990 г. в двух контрастных системах посева с обычной обработкой типичной степной почвы (Garcia-Préchac et al., 2004).

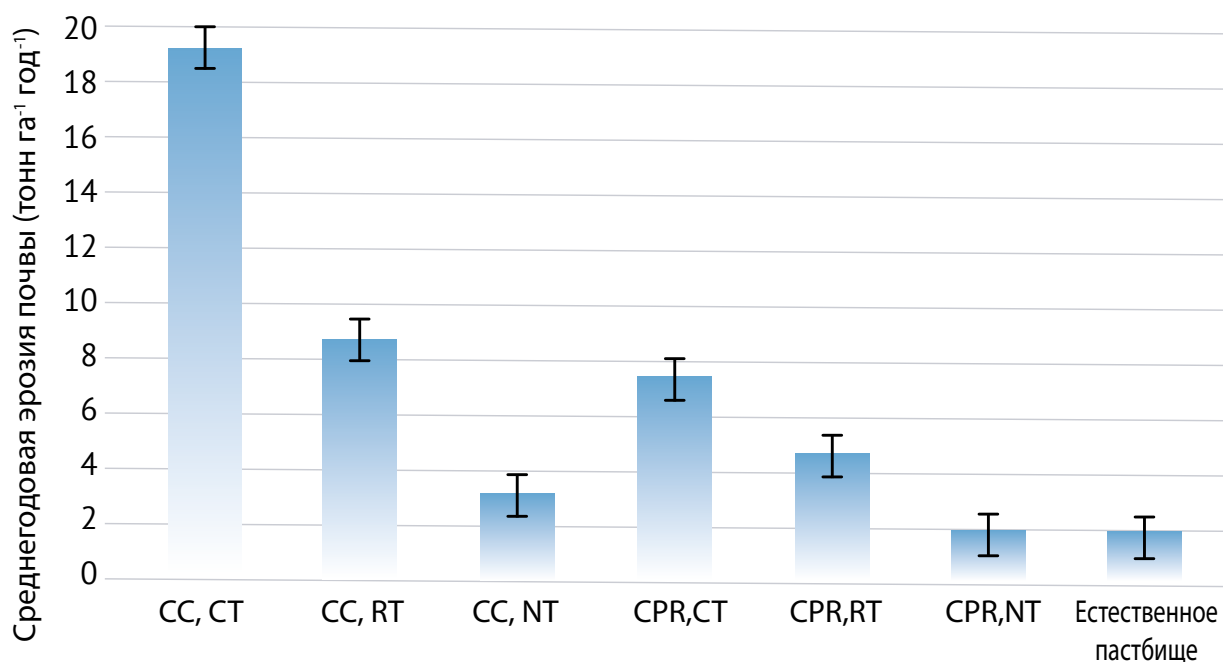


Рисунок 6.3. Эрозия почв с контрастной интенсивностью посева (CC, continuous cropping – монокультура, CPR, crop-pasture rotation – зернотравяной севооборот) и методы обработки почвы (CT, conservational tillage – обычная, RT, reduced tillage – минимальная, NT, no-tillage – нулевая), усредненная по двум почвам: типичная почва прерий, с 1984 г. по 1990 г. и почва прерий, формирующаяся в более контрастных климатических условиях, с 1993 г. по 2000 г. Вертикальные столбцы обозначают наименьшую значимую разницу с $P = 0,05$ (Garcia-Préchac et al., 2004).

мочковатую корневую систему. Однако сорта одной и той же культуры могут также различаться по массе корней и глубине их расположения. Несколько исследователей сообщили о генотипических различиях в корневых системах, которые можно

генетически изменять при создании того или иного сортов сельскохозяйственной культуры. К ним относятся пшеница (Sharma et al., 1991; Zhang et al., 2002), нут (Chen et al., 2016), хлопчатник (Zhang et al., 2006) и рис (Matsuo et al., 2009).

Виды культур, подходящих для УУЗР

Покровные культуры

Покровные культуры помогают предотвратить эрозию и поверхностный сток почвы (Zuazo et al., 2008). Они часто используются в севообороте, который улучшает почву, о чем говорится ниже.

1. Почва, покрытая листвой, защищена от водной и ветровой эрозии, а также от негативного воздействия солнечной радиации. Корни покровных культур удерживают почву на месте, защищая ее от ветровой эрозии. Они могут также защитить почву от воздействия сильных дождей и стока.
2. Покровные культуры снижают уплотнение почвы, разрушая ее уплотненный горизонт, что приводит к сокращению обработки почвы. Уплотненный горизонт почвы может ограничивать проникновение воды, аэрацию и рост корней товарных культур.
3. Остатки покровных культур помогают снизить испарение и сохранить влагу в периоды засухи.
4. Покровные бобовые культуры имеют дополнительное преимущество, так как увеличивается содержание азота в почве.

Приведем несколько примеров покровных культур, которые можно использовать при специальных севооборотах. Некоторые из этих культур могут также служить покровными культурами двойного назначения (зерно и биомасса). Бобовыми покровными культурами являются коровий горох, полевой горох, клевер мясо-красный

(пунцовый), клевер луговой, донник, клевер белый и горошек мохнатый (вика мохнатая). Небобовые покровные культуры – это райграс однолетний, ячмень, гречиха, рожь, овес и сорго. К покровным капустным культурам относится редька, рапс и горчица. Покровная культура маш, посеянная после сбора урожая пшеницы в Фергане (Узбекистан), не только защищает почву от ветра и жары, но также фиксирует азот в почве и обеспечивает дополнительный доход по сравнению с паровыми землями (рис. 6.4).

Сидеральные культуры

Термин «сидеральные культуры» применяется к сортам сельскохозяйственных культур, которые выращиваются для удобрения почвы для улучшения ее общего качества. Они либо срезаются и запахиваются в почву, либо вся биомасса смешивается в почве при ее обработке. Сидеральные культуры – это клевер, вика, горох, райграс, сесбания и другие культуры со значительным приростом биомассы. Эти культуры должны иметь следующие особенности: 1) должны быть быстрорастущими и легко укореняющимися, 2) иметь обильную и сочную биомассу, 3) определенный характер роста, который позволит охватить почву «развесистым» покровом, 4) способность развиваться на малопродуктивных землях для улучшения деградированных почв. Чаще всего, это зернобобовые культуры. В севообороте пшеницы и хлопчатника в Центральной Азии можно выращивать сидеральную культуру, например, полевой горох после сбора урожая



Рисунок 6.4. Покровная культура маш (фото: Рам Шарма).

пшеницы. Кроме того, последовательное возделывание сельскохозяйственных культур и использование подходящих сидеральных культур может содействовать восстановлению деградированных почв в регионе.

Сидеральные культуры оказывают благоприятное воздействие на качество почвы. Они улучшают ее физические и химические свойства, поддерживают на определенном уровне или повышают содержание органических веществ в почве, которые служат источником пищи и энергии для микроорганизмов, и улучшают аэрацию почв. В зависимости от вида растений, они могут увеличить фиксацию азота, защитить поверхность почвы, предотвратить эрозию и сократить вымывания питательных веществ.

Сидеральные культуры способствуют оструктуриванию почвы, улучшению ее аэрации и дренажа, увеличению влагоемкости (особенно легких по гранулометрическому составу почв), снижению температуры и предотвращению эрозионного воздействия атмосферных осадков. Сидераты повышают плодородие, поглощая питательные вещества из нижних горизонтов почвы и оставляя их на поверхности при вспашке; предотвращают вымывание питательных веществ в нижние горизонты; укрывают азотфиксирующие бактерии в корневых клубнях и фиксирует атмосферный азот; повышают растворимость фосфатов извести и микроэлементов благодаря активности



Рисунок 6.5. Промежуточный посев маша между рядами фруктовых деревьев (фото: Рам Шарма).

почвенных микроорганизмов, которые создают органические кислоты во время разложения сидератов.

Промежуточные культуры

Существует много культур, которые можно возделывать вместе при совпадении сроков на одном и том же поле. Возделывание промежуточных культур – выращивание двух или более видов сельскохозяйственных культур одновременно на одной и той же площади – широко применяется во всем мире (Francis, 1986; Vandermeer, 1992). Несколько культур выращиваются в непосредственной близости, что позволяет взаимодействовать между собой. Культуры могут быть полностью смешанными или в одном ряду, или в гряде, или в рядах или полосах. Смешанное возделывание культур, смешанный посев, сменный уплотненный посев, уплотненный посев, чрезмерный посев, подпокровный посев, заглушающий посев, посев поликультур и использование технологии живой мульчи – все это различные формы возделывания промежуточных культур. Их возделывание может оказать большое положительное влияние на почву в зависимости от типа культур, включенных в него (Morris and Garrity, 1993; Giller et al., 1994). Так, промежуточный посев маша между рядами фруктовых деревьев приносит не только дополнительный доход, но и защищает почву от эрозии и добавляет в нее азот. Кроме того, есть и другие преимущества промежуточных культур, такие, как



Рисунок 6.6. Ленточный посев кукурузы и перца чили для борьбы с эрозией почвы (Asian Scientist Journal, 2020).



Рисунок 6.7. Смешанное возделывание промежуточных культур (кукуруза и стручковая фасоль) (Lithourgidis et al., 2011).

повышение урожайности (Li et al., 2013) и борьба с вредителями (Trenbath, 1993). Смешанный посев кукурузы с острым перцем (перцем чили) и травой привел к снижению эрозии почвы, и такая практика рекомендуется для горного сельского хозяйства (Quyang et al., 2017).

Рядовой посев промежуточных культур.

Это выращивание двух или более культур одновременно, при этом, по меньшей мере, одна культура высаживается в ряды. Рядовой посев широко практикуется в Центральной Азии, где однолетние культуры выращиваются между рядами основных многолетних культур. При возделывании дополнительной культуры на пустующем месте, земля используется максимально эффективно. Такая практика приносит дополнительный доход, сдерживает рост сорняков, защищает почву от эрозии и солнечных лучей (рис. 6.5).

Ленточный посев промежуточных культур.

Это выращивание двух или более культур вместе в полосах, достаточно широких, чтобы позволить отдельно возделывать культуру с помощью механических орудий (рис. 6.6). Ленточный посев широко практикуется в некоторых странах. Так, ленточный посев пшеницы, кукурузы и сои по 6 рядов в каждой полосе; и еще один посев,

имеющий по 6 рядов кукурузы с 12 рядами сои, применяется в Северной Америке.

Смешанное возделывание промежуточных культур.

Это выращивание двух или более культур вместе, или посеянных и убранных вместе, или посеянных и убранных отдельно (рис. 6.7). В Южной Азии бобовые и небобовые кормовые культуры сеются и убираются вместе, например пшеница и брассика сеются как зерновые культуры. Брассика созревает раньше пшеницы, и соответственно ее урожай убирается раньше. Китайские ученые продемонстрировали, что выращивание острого перца (перца чили) вместе с кукурузой в рамках так называемого промежуточного посева может уменьшить эрозию почвы и повысить урожайность (Ouyang et al., 2017). Другие австралийские исследования показали, что промежуточные культуры наиболее продуктивны, когда составные культуры сильно различаются по продолжительности роста (Lithourgidis et al., 2011).

Сменный уплотненный посев промежуточных культур.

Это система, в которой вторая культура высевается на поле до уборки основной культуры. Существует период совпадения сроков двух культур, в результате чего

последующая культура укореняется до сбора посеянной культуры. Она должна быть толерантной к затенению и вытаптыванию. Культурными, которыми высеваются по данной схеме, являются маниока, хлопчатник и сладкий картофель с кукурузой; нут, чечевица и пшеница с рисом. Рис

и бобовые используются в качестве сменных промежуточных культур в Южной Азии. Трава, чечевица и нут засеваются на площади возшедших посевов риса за 2-4 недели до сбора его урожая. К тому времени, когда рис будет собран, сменная культура уже укоренится.

Растениеводство на засоленных землях

Засоление почвы является огромной проблемой на орошаемых сельскохозяйственных землях в Центральной Азии. В настоящее время с ней борются путем промывки, чтобы продолжить возделывать культуры. Среднезасоленные почвы контролируются выращиванием солеустойчивых сортов зерновых культур и галофитов. ИКАРДА активно работала в регионе над созданием устойчивых к засолению сортов пшеницы (рис. 6.8). Выращивание нетрадиционных солеустойчивых культур все еще требует дополнительной исследовательской работы, прежде чем оно станет практиковаться (ФАО, 2017). Важными ограничениями являются производство семян для нетрадиционных культур и их сбыт. Поэтому для борьбы с засолением земель для растениеводства необходима новая стратегия вместе с эффективной политикой.



Рисунок 6.8. Оценка состояния посевов озимой пшеницы для определения сортов, устойчивых к среднему уровню засоленности почвы в Хорезме, Узбекистан (фото: Рам Шарма).

Эффективная борьба с засолением почв может открыть новые возможности для растениеводства в Центральной Азии. ФАО и Евразийский центр по продовольственной безопасности подготовили и выпустили «Руководство по управлению засоленными почвами» (ФАО, 2017). Возделывание сортов культур, которые помогают восстанавливать заброшенные засоленные земли и пастбища в регионе, будет иметь большое значение в использовании этих земель в сельском хозяйстве. Это экономичное решение принесет пользу окружающей среде, и прежде всего сельским домохозяйствам и фермерам.

Исследования показывают, что такие культуры, как сорго, африканское просо и солодка, хорошо справляются с засолением. Солодка, как известно, снижает уровень грунтовых вод, степень засоления почвы и повышает ее плодородие (рис. 6.9). Существуют определенные



Рисунок 6.9. Солодка снижает уровень грунтовых вод, степень засоления почвы и повышает ее плодородие (фото: Кристина Тодерич).

деревья и кустарники, которые можно использовать в качестве «биологических насосов» для снижения повышенного уровня грунтовых вод в заболоченных районах. В этой связи выращивание солодки заслуживает особого внимания. Она помогает снизить уровень грунтовых вод, уменьшить засоленность почвы и повысить ее плодородие. В рамках недавнего исследования

биологического эффекта этой культуры группа ученых из Национального университета Узбекистана и Международного института управления водными ресурсами (ИВМИ) обнаружила, что солодка обогащает почву органическими веществами, улучшает физико-химический состав и повышает биологическую активность почвы (Региональная программа устойчивого развития..., 2018).

Проблемы и возможности для Центральной Азии

Деградация земель является одним из главных препятствий для устойчивого развития в Центральной Азии. Деградация пастбищных угодий, опустынивание, вырубка лесов, заброшенные пахотные земли, вторичное засоление и эрозия почв в пахотных землях являются основными типами деградации земель в регионе. Нынешняя стратегия растениеводства, направленная на максимизацию производства и рентабельности, является нерациональной. Поэтому необходима смена парадигмы для переориентации текущей практики возделывания сельскохозяйственных культур, вызывающей истощение почв, к почвозащитной практике. Существует необходимость в смене структуры посевов вместе с использованием противозрозионной обработки почвы. Постепенно происходят изменения в свете того, что страны Центральной Азии серьезно рассматривают возможность диверсификации систем растениеводства путем включения зернобобовых культур в качестве одной из стратегий. В пустынных районах в больших масштабах проводится лесонасаждение.

У фермеров в Центральной Азии имеется ряд возможностей, позволяющих улучшить качество почвы без ущерба для урожайности, сельскохозяйственных культур и без

снижения доходов. Необходимо ввести новые культуры (в частности, бобовые) в текущий севооборот пшеницы и хлопка. На богарных землях следует сеять зернобобовые культуры, а не зерновые. В нынешнюю систему возделывания должны быть включены покровные и сидеральные культуры. Необходимо сменить не только культуры, но и агротехнику их возделывания, увеличив площадь под агролесоводством и внедрив смешанные посевы.

Существует возможность обрабатывать пустынные земли в холодный зимний период, где годовое количество осадков колеблется от 150 мм до 200 мм. Возделывая бобовые культуры, можно использовать новые пустынные зоны для ослабления давления на длительно обрабатываемую землю, где требуются мероприятия по восстановлению здоровья почвы. Тем не менее, для выращивания новых культур или расширения площадей под незерновыми культурами (такими, как бобовые) их цепочка создания стоимости должна разрабатываться совместно с соответствующей стимулирующей политикой. Страны Центральной Азии могут воспользоваться опытом из Южной Азии и Китая в области диверсификации сельскохозяйственных культур.

Список источников

- ФАО, 2017. *Руководство по управлению засоленными почвами. План реализации Евразийского почвенного партнерства*. Рим, ФАО.
<https://www.fao.org/3/i7318r/I7318R.pdf>
- Carvalho J.L.N., Raucis G.S., Frazão L.A., Cerric C.E.P., Bernoux M., Cerri C.C. 2014. "Crop-Pasture Rotation: a Strategy to Reduce Soil Greenhouse Gas Emissions in the Brazilian Cerrado." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 183:167–175.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.11.014>
- Chen Y., Ghanem M.D., Siddique K.H.M. 2016. "Characterising Root Trait Variability in Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Germplasm." *Journal of Experimental Botany* 68:1987–1999.
<https://doi.org/10.1093/jxb/erw368>
- FAO. 2019. Statistical database. Verified 5 March, 2020.
<https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Francis C.A. 1986. *Multiple Cropping Systems* (No. 631.58 F8471m Ej. 1 005776). New York: Macmillan.
- Garcia-Préchal F., Ernst O., Siri-Prieto G., Terra J.A. 2004 Integrating No-Till into Crop–Pasture Rotations in Uruguay. *Soil & Tillage Research* 77: 1–13.
<https://doi.org/10.1016/j.still.2003.12.002>
- Giller K., McDougagh J., Cadish G., Syers J., Rimmer D. 1994. "Can Biological Nitrogen Fixation Sustain Agriculture in The Tropics." *Soil Science and Sustainable Land Management in The Tropics*. 5:173–191.
- Gupta R., Kienzler K., Mirzabaev A., Martius C., de Pauw, E., Shideed K., Oweis T., Thomas R., Qadir M., Sayre K., Carli C., Saparov A., Bekenov M., Sanginov S., Nepesov M., and Ikramov R. 2009. *Research prospectus: A vision for sustainable land management research in Central Asia*. ICARDA Central Asia and Caucasus Program. Sustainable Agriculture in Central Asia and the Caucasus Series No. 1. CGIAR-PFU, Tashkent, Uzbekistan. 84 pp.
http://geoagro.icarda.org/downloads/publications/geo/Sustainable_Agriculture_1.pdf
- Kienzler K.M., Lamers J.P.A., McDonald A., Mirzabaev A., Ibragimov N., Egamberdiev O., Ruzibaev E., Akramkhanov A. 2012. *Conservation agriculture in Central Asia – What do we know and where do we go from here?* Field Crops Res.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.12.008>
- Li L., Zhang L., Zhang F. 2013. "Crop Mixtures and The Mechanisms of Overyielding." *Encyclopedia of Biodiversity*. second edition, Waltham, MA: Academic Press. Volume 2, pp. 382–395.
- Lithourgidis A.S., Dordas C.A., Damalas C.A., Vlachostergios D. 2011. "Annual Intercrops: an Alternative Pathway for Sustainable Agriculture." *Australian Journal of Crop Science*. 5(4), 396–410.
- Materechera S.A., Dexter A.R., Alston A.M. 1992. "Formation of Aggregates by Plant Roots in Homogenised Soils." *Plant and Soil* 142:69–79.
<https://doi.org/10.1007/BF00010176>
- Matsuo N., Mochizuki T. 2009. "Genotypic Differences in Root Traits Of Rice (*Oryza Sativa* L.) Seedlings Grown Under Different Soil Environments." *Plant Root* 3:17 – 25.
<https://doi.org/10.3117/plantroot.3.17>
- Morris R., Garrity D. 1993. "Resource Capture and Utilization in Intercropping; Non-Nitrogen Nutrients." *Field Crops Research* 34:319–334.
- Ouyang C., Wu K., An T., He J., Zi S., Yang Y., Wu B. 2017. "Productivity, Economic, and Environmental Benefits in Intercropping

- of Maize With Chili and Grass.” *Agronomy Journal*, 109(5), 2407-2414.
- Pender J., Mirzabaev A., Kato E. 2010. *Central Asian Countries Initiative for Land Management Multicountry Partnership Framework Support Project: Economic Analysis of Sustainable Land Management Options in Central Asia. Asian Development Bank.*
- Quyang C., Wu K., An T., He J., Zi S., Yang Y., Wu B. 2017. “Productivity, Economic, and Environmental Benefits in Intercropping of Maize with Chili And Grass.” *Agronomy Journal* 109:2407 – 2414.
<https://doi.org/10.2134/agronj2016.10.0579>
- Roberts A., Helmers M., Fillery I. 2009. The adoptability of perennial-based farming systems for hydrologic and salinity control in dryland farming systems in Australia and the United States of America. *Crop & Pasture Science* 60:83–99.
- Sharma R.C., Lafever H.N. 1991. “Variation for Root Traits and Their Genetic Control in Spring Wheat.” *Euphytica* 59:1–8.
<https://doi.org/10.1007/BF00025355>
- Trenbath B. 1993. “Intercropping for the Management of Pests and Diseases.” *Field Crops Research* 34:381–405.
- Vandermeer J.H. 1992. *The Ecology of Intercropping*. Cambridge University Press.
- Zhang L., Li B., Yan G., Van der Werf W., Spiertz J. 2006. “Genotype and Planting Density Effects on Rooting Traits and Yield in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.).” *Journal of Integrative Plant Biology* 48:1287 – 1293.
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2006.00367.x>
- Zhang S., Shan L., Deng X. 2002. “Change of Water Use Efficiency and its Relation With Root System Growth in Wheat Evolution.” *Chinese Science Bulletin* 47:1879-1883
<https://link.springer.com/article/10.1360/02tb9411>
- Zuazo V., Pleguezuelo C. 2008. “Soil-Erosion and Runoff Prevention By Plant Covers.” *A review. Agronomy for Sustainable Development*. 28:65–86.

Электронные ресурсы

- Региональная программа устойчивого развития сельского хозяйства в Центральной Азии и на Кавказе. 2018.
<http://www.cac-program.org/>
- Asian Scientist Journal. 2020.
<https://www.asianscientist.com>
- Agronomic Crops Network Ohio State University Extension. 2021.
<https://agcrops.osu.edu>

Современное состояние и перспективы развития почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия в Центральной Азии

А.И. Нурбеков, Р.А. Нурбекова, М.К. Карабаев, А. Кассам, Д.А. Сидик, М.Ч. Косимов, Н.М. Асозода, Л.Н. Халилова

Растениеводство в Центральной Азии

В Центральную Азию входят пять стран: Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан и Казахстан. Общая земельная площадь стран Центральной Азии составляет около 400 млн га (табл. 7.1).

Казахстан с площадью 272,5 млн га является самой большой страной, которая занимает почти 68% территории стран ЦА, за которым следуют Туркменистан с площадью 48,81 млн га (12%) и Узбекистан – 44,74 млн га (11%), Кыргызстан и Таджикистан, два небольших государства, вместе их площади составляют 34,25 млн га (9%). В 2019 году численность населения стран ЦА превышала 72,92 млн человек. Самая высокая численность населения была в Узбекистане, которая составляла 34,04 млн человек (46,02%), а за ним Казахстан – 18,59 млн человек (25,15%) (Statistical committee of Kazakhstan, 2020, Statistical Agency of Turkmenistan, 2020, Statistical Agency of Kyrgyzstan, 2020, Statistical Agency of Tajikistan, 2020, Statistical Agency of Uzbekistan, 2020).

Общая численность населения остальных трех стран составляет 21,31 млн человек (28,8%). Население региона – немногочисленное, и самая высокая его плотность – 76 чел./км² отмечается в Узбекистане, а самая низкая – в Казахстане (7 чел./км²).

Центральная Азия является одним из основных очагов происхождения многих важных сельскохозяйственных и плодовоовощных культур, а также многих не в полной мере используемых и забытых видов. Регион является основным центром происхождения некоторых гексаплоидных видов пшеницы, бобовых (горох, чечевица), масличных культур (арахис, фасоль, горчица, лен) и специи (кориандр), и ядром генетического разнообразия ржи, моркови, лука, чеснока и т. д. Богатство генетического разнообразия растений и животных имеет огромный экономический потенциал для Центральной Азии и всего мира.

Пшеница, хлопок и продукция животноводства являются наиболее

Таблица 7.1. Земельные ресурсы, население и сельскохозяйственные показатели в странах Центральной Азии в 2019 году (Statistical committee of Kazakhstan; Statistical Agency of Kyrgyzstan; Statistical Agency of Uzbekistan; Statistical Agency of Tajikistan; Statistical Agency of Turkmenistan. По Nurbekov et al., 2013).

Страна	Общая площадь, (млн га)	Земельная площадь, (млн га)	Пахотные земли, (млн га)	Орошаемые земли, (млн га)	Богарные земли, (млн га)	Население, (млн чел.)	Доля с.х. в ВВП, (%)	Рельеф местности
Казахстан	272.5	269.7	24.0	1.6	22.1	18.59	4.5	26% степи, 55% пустынь и полупустынь, 24% горы, море, озера и реки.
Кыргызстан	20.0	19.2	1.4	1.1	0.3	6.25	37.2	80% горы (Тянь-Шаньский хребет), связанные с ними долины и водоемы.
Таджикистан	14.2	14.0	0.9	0.7	0.2	9.12	19.8	93% горы (Алайский и Памирский хребты) и долины (Ферганская и др.).
Туркменистан	48.8	47.0	1.8	1.8	0	5.94	22.1	80% равнинно-холмистая, пустыни (Каракумы); низкие горы, известные как Копетдаг, море, озера и реки
Узбекистан	44.7	42.5	4.9	4.3	0.5	34.02	17.9	80% равнинных земель (пустыни Каракум и Кызылкум, плато, Ферганская долина), 20% горы и реки.
Всего	400.3	392.7	33.0	9.5	23.1	73.92		

важными сельскохозяйственными продуктами в Центральной Азии. Основные сельскохозяйственные площади в южных зонах находятся под хлопчатником, тогда как в северных зонах – под яровой пшеницей и летними орошаемыми культурами. Динамика площадей, выделенных для возделывания хлопчатника и зерновых культур, представлена в таблице 7.2. Общая их площадь сократилась с 24,29 млн га в 1992 году до 19,54 млн га в 2017 году (-19,56%), когда как производство снизилось с 37 млн тонн до 34,11 млн тонн (-7,81%). После обретения независимости государствами Центральной Азии посевные площади сельскохозяйственных культур, в частности, под зерновыми увеличились во всех странах региона, кроме Казахстана.

Основная площадь отведена под зерновые культуры, где пшеница занимает 80%, а другие зерновые (ячмень, рис, кукуруза и т.д.) – 20%. В 1992 году площадь под пшеницей составляла 14,98 млн га, из которых в Казахстане, который является основным её производителем, занимающим шестое место в мире и главным экспортером пшеницы в регионе, – 13,74 млн га. За пшеницей следует хлопчатник на площади 2,66 млн га, который возделывается в основном в Узбекистане (1,67 млн га), занимающим пятое место в мире по его производству.

В целом в регионе посевные площади пшеницы с 1992 по 2017 гг. сократились незначительно (-1,6%), под хлопчатником – более существенно (-23,31%), хотя

Таблица 7.2. Площадь, производство и урожайность сельскохозяйственных культур в странах Центральной Азии, 1992 – 2017гг.
(Statistical committee of Kazakhstan; Statistical Agency of Kyrgyzstan; Statistical Agency of Uzbekistan; Statistical Agency of Tajikistan; Statistical Agency of Turkmenistan)

Культуры	Позиция/единица	Казахстан		Кыргызстан		Таджикистан		Туркменистан		Узбекистан		Всего		Изменения %
		1992	2017	1992	2017	1992	2017	1992	2017	1992	2017	1992	2017	
Хлопчатник	Площадь, млн га	0.11	0.14	0.02	0.02	0.29	0.17	0.57	0.55	1.67	1.17	2.66	2.04	-23.31
	Производство, млн т	0.23	0.33	0.04	0.07	0.53	0.39	1.18	1.01	3.86	3.79	5.84	5.58	-4.45
	Урожайность, т/га	2.10	2.41	1.90	3.18	1.80	2.24	2.10	2.02	2.30	3.21	2.20	2.16	-1.82
Пшеница	Площадь, млн га	13.72	11.91	0.25	0.25	0.18	0.28	0.20	0.90	0.63	1.40	14.98	14.74	-1.6
	Производство, млн т	18.29	14.8	0.68	0.60	0.17	0.89	0.38	1.00	0.96	6.08	20.48	23.37	14.11
	Урожайность, т/га	1.30	1.24	2.70	2.41	0.90	3.14	1.90	1.10	1.50	4.31	1.37	5.75	319.71
Рис	Площадь, млн га	0.12	0.10	0.05	0.01	0.01	0.01	0.03	0.14	0.18	0.07	0.34	0.33	-2.94
	Производство, млн т	0.47	0.49	0.07	0.04	0.02	0.10	0.06	0.13	0.54	0.40	1.09	1.15	5.68
	Урожайность, т/га	4.00	4.68	1.50	3.56	2.00	7.80	2.30	0.94	3.00	5.54	3.21	3.25	1.25
Ячмень	Площадь, млн га	5.63	2.06	0.26	0.19	0.06	0.08	0.06	0.01	0.30	0.10	6.31	2.43	-61.49
	Производство, млн т	8.51	3.30	0.62	0.42	0.04	0.15	0.13	0.01	0.29	0.13	9.59	4.01	-58.19
	Урожайность, т/га	1.50	1.59	2.40	2.20	80.00	1.89	2.10	1.43	0.90	1.34	1.52	4.33	184.87
Всего по культурам	Площадь, млн га	19.58	14.21	0.58	0.47	0.54	0.54	0.86	1.59	2.78	2.74	24.29	19.54	-19.56
	Производство, млн т	27.50	18.92	1.41	1.13	0.76	1.52	1.75	2.15	5.65	10.4	37.0	34.11	-7.81

в процентном соотношении показатели варьируются между странами. Площадь орошаемой пшеницы значительно увеличилась за последние годы для обеспечения продовольственной безопасности страны. В настоящее время она составляет 1,40 млн га, включая орошаемые земли. Увеличение площади под пшеницей стимулировало использование современных технологий в растениеводстве. В Казахстане

была тенденция к увеличению площадей под хлопчатником с 110 000 в 1992 году до 140 000 га в 2017 году и сокращению их под пшеницей с 13,72 до 11,91 млн га.

Значительное сокращение площадей под ячменем с 5,63 млн в 1992 г. до 2,06 млн га наблюдалось в 2017 г. в Казахстане, а также в Узбекистане с 300 000 в 1992 году до 100 000 га в 2017 году.

Климат и почвы

Центральная Азия характеризуется разнообразием климатических условий и типов почв. Климат в основном засушливый и полусухой, резко континентальный, с высоким уровнем изменчивости, с долгим жарким летом и короткой холодной зимой. Среднегодовое количество осадков, которое выпадает зимой и весной, составляет около 270 мм, но колеблется от 600 до 800 мм в горных зонах и от 80 до 150 мм в пустынных территориях. Средние зимние температуры по всему региону в течение прошлого столетия колебались от -25°C до $+7^{\circ}\text{C}$, в то время, как средние летние температуры варьировали от $+2^{\circ}\text{C}$ до $+31^{\circ}\text{C}$ (Мирзабаев, 2013). В регионе выделяется 21 агроэкологическая зона, большинство из которых пригодны для сельского хозяйства с точки зрения пастбищных угодий, богарного и орошаемого земледелия (табл. 7.3). Однако, только две из них – засушливая и полусухая зоны с морозной зимой и палящим летом – занимают почти 70% территории (De Pauw, 2008; Gupta et al., 2009). Большинство других агроэкологических зон преимущественно расположены в небольших нишах высотной зональности в восточной и юго-восточной частях региона.

Существующие системы в растениеводстве для зерновых культур:

- богарное земледелие, где доминируют яровые зерновые (север и центральная часть региона в основном в Казахстане);

- богарное земледелие, где преобладают озимые зерновые (юг и юго-восток Казахстана, Узбекистан, Кыргызстан и Таджикистан);
- орошаемое земледелие (южная часть Казахстана, Узбекистан, Кыргызстан и Таджикистан).

Яровая пшеница выращивается в богарных условиях на севере (Казахстан), а орошаемое земледелие практикуется в южной части Центральной Азии. Эти две зоны разделены лугово-степным поясом в Центральном Казахстане. Данная последовательность вегетации представляет собой важный градиент, и трансектные исследования были бы адекватными для определения принятых к региону решений. Большая часть региона, где выращиваются зерновые культуры (в основном, яровая пшеница), расположена в полусухих степях Казахстана.

Горные экосистемы в Центральной Азии занимают около 10% всей территории и являются экологически очень разнообразными. С точки зрения сельскохозяйственного производства, здесь имеются орошаемое и богарное земледелие, и широко используются пастбищные угодья в горной местности. Несмотря на это, проблемы деградации земель в горных районах имеют свои особенности. В частности, водная эрозия почвы является основной проблемой на орошаемых склонах, а не засоление, как на равнинных орошаемых землях (Gupta et al., 2009).

Таблица 7.3. Агроклиматические зоны, полученные на основе исходных данных (De Pauw, 2008).

Агроклиматическая зона	Описание	Индекс засухливости*	Температуры самого холодного месяца	Температуры самого теплого месяца	% от общей территории
SA-K-W	Семиаридная, холодная зима, теплое лето	0.2 – 0.5	<= 0°C	20° – 30°C	37.9
A-K-W	Аридная, холодная зима, теплое лето	0.03 – 0.2	<= 0°C	20° – 30°C	30.8
SA-K-M	Семиаридная, прохладная зима	0.2 – 0.5	<= 0°C	10° – 20°C	6.6
SH-K-M	Полувлажная, холодная зима	0.5 – 0.75	<= 0°C	10° – 20°C	5.9
A-C-W	Аридная, прохладная зима, теплое лето	0.03 – 0.2	0° – 10°C	20° – 30°C	4.9
A-C-VW	Аридная, прохладная зима, очень теплое лето	0.03 – 0.2	0° – 10°C	> 30°C	2.9
PH-K-C	Предвлагная, холодная зима, прохладное лето	> 1	<= 0°C	0° – 10°C	2
H-K-M	Влажная, холодная зима, умеренное лето	0.75 – 1	<= 0°C	10° – 20°C	1.6
SA-C-W	Семиаридная, прохладная зима, теплое лето	0.2 – 0.5	0° – 10°C	20° – 30°C	1.5
SH-K-W	Полувлажная, холодная зима, теплое лето	0.5 – 0.75	<= 0°C	20° – 30°C	1.4
A-K-VW	Аридная, холодная зима, очень теплое лето	0.03 – 0.2	<= 0°C	> 30°C	1.2
PH-K-M	Предвлагная, холодная зима	> 1	<= 0°C	10° – 20°C	1.2
SH-K-C	Полувлажная, холодная зима, прохладное лето	0.5 – 0.75	<= 0°C	0° – 10°C	0.5
SA-K-C	Семиаридная, холодная зима, прохладное лето	0.2 – 0.5	<= 0°C	0° – 10°C	0.5
H-K-C	Влажная, холодная зима, прохладное лето	0.75 – 1	<= 0°C	0° – 10°C	0.5
H-K-W	Влажная, холодная зима, теплое лето	0.75 – 1	<= 0°C	20° – 30°C	0.2
SH-C-W	Полувлажная, холодная зима, теплое лето	0.5 – 0.75	0° – 10°C	20° – 30°C	0.1
A-K-M	Аридная, холодная зима, умеренное лето	0.03 – 0.2	<= 0°C	10° – 20°C	0.1
PH-K-K	Предвлагная, холодная зима, холодное лето	> 1	<= 0°C	<= 0°C	0.1
PH-K-W	Предвлагная, холодная зима, теплое лето	> 1	<= 0°C	20° – 30°C	0
A-K-C	Аридная, холодная зима, прохладное лето	0.03 – 0.2	<= 0°C	0° – 10°C	0

*Отношение среднегодового количества осадков к среднегодовому потенциальному испарению.

Деградация земель

Устойчивое управление земельными ресурсами чрезвычайно важно, поскольку для большинства населения региона они являются единственным источником дохода и возможности трудоустройства. Снижение продуктивности пастбищ, деградация земельных и водных ресурсов, уменьшение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства отрицательно влияют на уровень доходов населения сельских районов. По той же причине деградация земель может также иметь значительные косвенные последствия для всей экономики вследствие сокращения рабочих мест и рынков продовольствия. Малоимущие сельские домохозяйства в Центральной Азии в значительной степени зависят от сельского хозяйства относительно своих доходов, и, следовательно, деградация земель может привести к нежелательным последствиям в распределении ресурсов, препятствуя тем самым усилиям по сокращению бедности и устранению неполноценного питания. Национальные правительства, научно-исследовательские учреждения и организации гражданского общества знают об этой проблеме и прилагают все усилия для решения проблемы деградации земель. Однако, несмотря на эти усилия, масштабы деградации земель и их серьезность по всему региону продолжают расти.

В Центральной Азии имеется значительный потенциал для повышения производительности сельского хозяйства для удовлетворения потребностей стран всего региона в продовольствии, создании рабочих мест и повышения уровня доходов сельского населения. Тем не менее, производство ограничено из-за переменных и нестабильных осадков, холодной зимы и жаркого сухого лета. Плодородие почв резко ухудшилось во всем регионе. Содержание органического вещества в почве снизилось, а площади зараженных сорняками полей зерновых культур возросли. Одной из

основных причин низкой продуктивности сельского хозяйства является неэффективное использование водных ресурсов. Отсутствие надлежащего управления ирригационными системами и дренажными сетями, а также демонтаж бывших государственных крупных ирригационных систем, привели к деградации производственных ресурсов, неэффективному использованию и распределению оросительной воды. Соответствующие методы управления водными ресурсами и полевым орошением для повышения эффективности водопользования при различных источниках воды (осадки, стоки и альтернативные источники оросительной воды) на небольших фермерских хозяйствах при эффективном управлении ресурсами, такими как питательные вещества и соответствующие почвосберегающие методы, повысят производительность. Процессы эрозии почв в Центральной Азии происходят от социальных, экономических и культурных факторов, которые приводят к чрезмерной эксплуатации природных ресурсов и применению несовершенных методов управления земельными и водными ресурсами. Последствиями этого является повреждение большей части сельскохозяйственных земель, что пагубно сказывается на производстве продовольствия для растущего населения этого региона (см. табл. 7.1).

Истощение плодородия почв затрагивает более 11 млн га богарных земель в Казахстане, при этом снижение органического вещества в ней составляет 40%.

Последние исследования с использованием спутниковых данных дистанционного зондирования показывают, что районы деградации земель варьируются от 10% общей площади в Туркменистане и Узбекистане до 60% общей площади в Казахстане (см. рис. 2.2). Ситуация такая же и в других странах Центральной Азии.

В Узбекистане опустынивание охватило более 70% земель. Около 60% орошаемых земель страны являются засоленными и из них 18% с высокой степенью засоленности. Наибольшая степень засоленности почв наблюдается в Каракалпакстане (90%-95%), Бухаре (96%) и Хорезмском оазисе (95%-100%). Из-за растущего уровня засоления почвы регион теряет 2 млрд долларов в год, что составляет 5% его ВВП. Дегградация пахотных земель является значительной во всем регионе и составляет примерно от 20% общей площади пахотных земель в Кыргызстане, примерно до 60% в Казахстане (CASILM, 2016; ООН, 2017).

Основными проблемами дегградации земель в богарных посевных площадях Центральной Азии являются эрозия почвы и истощение почвенного плодородия. Ветровая эрозия – это основная проблема на обширных равнинах Казахстана, в то время как водная

эрозия является проблемой в предгорных районах (Gupta et al., 2009).

Проблема дегградации засушливых земель является чрезвычайно важной для Казахстана (Almaganbetov et al., 2008). Засушливые земли Казахстана состоят из 30 млн га (~ 11,24% общей площади) песчаных земель и 34 млн га (~ 12,74% общей площади) засоленных земель.

После распада Советского Союза (1991 г.) дегградация земель в регионе усилилась из-за плохой организации системы управления земельными ресурсами. Часто монокультура и производственная стратегия, нацеленная на увеличение производства сельскохозяйственной продукции без учета экологических последствий, упоминаются в качестве основных причин дегградации земель в прошлом и в настоящем (Pender et al., 2010; Qushimov et al., 2007; Lal, 2002).

Влияние ПРЗ на проблемы дегградации земель в Центральной Азии

Преимущества почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия основываются на трех взаимосвязанных принципах (ФАО, 2017):

- сведение к минимуму механического повреждения почвы путем внесения семян и удобрений в необработанную почву, что позволяет сократить нарушения при традиционной практике;
- поддержание круглогодичного растительного покрова на поверхности почвы, включая специально внесенные покровные и промежуточные культуры и/или мульчу, обеспечиваемую остатками предыдущего урожая;
- диверсификация севооборотов, чередование и взаимозависимость адаптированных к местным условиям окружающей среды, и, в том числе, соответствующих азотфиксирующих бобовых культур; такие севообороты

способствуют поддержанию биоразнообразия на поверхности почвы и в ней, внося азот в почву / растительную систему, и помогают избежать скопления популяций вредных насекомых.

Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие (ПРЗ, *conservational agriculture*) – это название системы возделывания сельскохозяйственных культур, которая включает в себя минимальное разрушение структуры почвы и сохранение ее поверхности. Указанная поверхность постоянно покрыта растительными остатками и сельскохозяйственными культурами (в большей части, зерновыми): все это является системой земледелия, приближенной к естественной экосистеме. Таким образом, нулевая или минимальная обработка почвы (хотя этот последний термин часто необоснованно используется для систем, предусматривающих обработку почвы) вместе с сохранением растительных

остатков на поверхности почвы являются основными характеристиками ПРЗ. В системах, где обработка почвы исключается, и остатки сохраняются, биологическая активность и разнообразие увеличиваются: остатки обеспечивают среду обитания и источник пищи для почвенных организмов, а отсутствие обработки почвы создает стабильную среду обитания. Тем не менее, некоторые заболевания, которые сохраняются на остатках сельскохозяйственных культур, могут переноситься на следующую культуру, и поэтому севооборот становится важным компонентом системы ПРЗ. Севооборот также дает другие преимущества этой системе.

Влияние практик ПРЗ на физические и химические свойства почвы было предметом многих исследований в Центральной Азии. Однако большинство исследований касалось различных свойств почвы, управления ПРЗ и севооборотов. Следовательно, количество сопоставимых и общих результатов изучений было не достаточным, чтобы обобщить их, а дальнейшая экстраполяция в другие регионы с аналогичными почвенными и климатическими условиями пока невозможна.

Влияние на физические свойства почвы

Эгамбердиев (2007) показал, что мульчирование с растительными остатками улучшило микроагрегацию почвы на орошаемых землях Узбекистана. В последнее время сообщалось о влиянии обработки почвы и управления растительными остатками на свойства иловато-суглинистой почвы в условиях орошения в Узбекистане в результате чередования озимой пшеницы и кукурузы в течение 2 лет, а затем хлопчатника следующие 2 года (Ибрагимов и др., 2011). В этом исследовании сравнивались постоянные гребни с незначительным изменением их форм и традиционной вспашкой (отвальная вспашка). Хлопок и кукуруза при традиционной вспашке обрабатывались поверхностно (глубина обработки почвы 15–17 см) два-пять раз в течение каждого

сезона. Обе практики обработки почвы применялись с сохранением 25% или 100% растительных остатков от предыдущих культур. Через четыре года постоянные гребни + 100% оставление растительных остатков показали значительную разницу в физических свойствах почвы и содержании органического углерода по сравнению с традиционной вспашкой. Независимо от количества оставшихся растительных остатков на постоянных гребнях (при 25% и 100% сохранении растительных остатков) объемная масса почвы и уплотнение на глубине 0,2–0,3 м увеличились. Кроме того, результаты показали, что в последний год исследования при постоянных гребнях и 100%-ном сохранении растительных остатков количество водостойких макроагрегатов было больше по сравнению с таковыми при традиционной обработке почвы и постоянных гребнях с 25%-ным сохранением растительных остатков.

Динамика органического вещества в почве

Экстенсивное использование земель во времена Советского Союза (1924–1990 гг.) привело к серьезным проблемам ветровой эрозии во всех странах Центральной Азии. Академик А.И. Бараев начал исследования по минимизации обработки почвы в Северном Казахстане еще в 1960-е годы, когда при освоении целины из-за распашки огромные площади плодородных земель подверглись сильной ветровой эрозии. Система минимальной обработки почвы, основанная на глубокой вспашке с чизельным плугом осенью (для улучшения проникновения воды при таянии снега) и последующим легким боронованием весной перед посевом, стала общепринятой практикой и использовалась на 62 млн га в степных зонах СССР, в том числе на 20 млн га в Северном Казахстане (Barayev, 2008).

Органическое вещество в почве (ОВП) повышает структурную стабильность и улучшает влагоудерживающую способность почвы (Bot et al., 2005). Полученные результаты на орошаемых площадях показали, что удержание растительных остатков улучшает ОВП

и азота в почве (Egamberdiev, 2007; Nurbekov et al., 2012; Pulatov et al., 2012). Эгамбердиев (Egamberdiev, 2007) сообщает, что при оперативном полевом испытании, проведенном на 2,85 га в условиях орошения на северо-западе Узбекистана, сравнивались четыре метода обработки почв и два уровня практики по управлению растительными остатками. Обработки также включали традиционную практику, постоянные гребни, промежуточные или полупостоянные грядки, которые изменили каждый цикл возделывания, и нулевую обработку почвы с посадкой на ровной местности. В каждой из этих систем обработки почвы остатки урожая либо полностью удалялись при уборке, либо оставались на поверхности почвы. Полученные результаты показали, что практика ПРЗ значительно увеличила ОВП с соответствующим улучшением структуры почвы и повышением влагоудерживающей способности (Egamberdiev, 2007; Pulatov et al., 2012). Тем не менее, значительное увеличение содержания ОВП от первоначальных 0,57% до 0,75% (то есть около 32% прироста) после семи циклов посева в чередовании хлопчатник–озимая пшеница показали умеренное увеличение влагоудерживающей способности. В исследовании Ибрагимова и др. (2011), содержание органического углерода в почве на глубине 0–0,4 м ежегодно увеличивалось не менее, чем на 0,70 т/га на постоянных гребнях с полным удержанием остатков (постоянные гребни и 100%-ное сохранение растительных остатков), в то время как этот ежегодный прирост составлял не более 0,48 т/га при традиционной вспашке и 100%-ном удержании растительных остатков. Это связано с температурно-водным режимом, который в засушливых регионах способствует высокой микробной активности почвы и скорости обмена ОВП (Sanchez et al., 2004). В обзоре литературы, который был проведен Кинцлер (Kienzler, 2009), не было выявлено каких-либо изменений в ОВП за прошедшие 30 лет при традиционном земледелии на северо-западе Узбекистана.

Был проведен целый ряд научных экспериментов по изучению влияния различных систем обработки почвы

на урожайность сельскохозяйственных культур. В исследованиях Моханти и др. (Mohanty et al., 2007) сообщали, что регрессионный анализ между урожайностью сельскохозяйственных культур и показателями ОВП при обработке почвы с сохранением растительных остатков в системах рис–пшеница показал, что у обеих культур она увеличилась при повышении уровня ОВП. Существует общее мнение, что сокращение обработки почвы может увеличить ОВП. Общие выводы касательно орошаемых земель в Центральной Азии можно сформулировать следующим образом: обычное низкое начальное содержание ОВП может значительно и быстро увеличиться при ПРЗ, но при существующих засушливых и полужасушливых агроклиматических условиях в регионе это увеличение будет пропорционально ежегодному количеству добавляемого органического вещества.

Борьба с засолением почв при использовании ПРЗ

Вторичное засоление почв, вызванное капиллярным подъемом грунтовых вод, является основной причиной продолжающейся деградации пахотных земель в орошаемых зонах Центральной Азии (Акрамханов и др., 2012; Tischbein et al., 2012). В целом, в результате четырехлетнего исследования чередования хлопчатника и озимой пшеницы в условиях орошения в Узбекистане было показано снижение темпов увеличения засоленности почвы при сохранении растительных остатков (Егамбердиев, 2007). Разница в степени засоления почвы, в конечном итоге, между обычной практикой (0,52%) и нулевой вспашкой (0,39%) была значительной. Через 4 года при системе нулевой вспашки был отмечен самый низкий уровень засоления почвы (Pulatov et al., 2012). Безбородов и др. (2010), проводя трехлетние полевые исследования хлопчатника в Узбекистане, наблюдали снижение засоленности почвы на 20% при мульчировании пшеничной соломой на 1,5 т/га по сравнению с обработкой без мульчирования. Снижение засоленности почвы было также отмечено Дековта (Devkota, 2011) при сочетании:

постоянные гребни и полное удержание растительных остатков до 45-ти % в верхнем 10-сантиметровом слое почвы и на 18% в верхнем 90-сантиметровом слое почвы по сравнению с «оголенной» почвой, распространенной в системах ПРЗ. При сравнении трех режимов орошения на постоянных гребнях (Devkota, 2011) засоленность почвы в верхней части грядок значительно повышалась при орошении каждой борозды и пропуска борозды по сравнению с технологией постоянного пропуска борозды (альтернативная борозда). Борьба с засолением почвы при помощи альтернативной борозды привело к наименьшей засоленности участка и, кроме того, соли появились только на сухих бороздах. Недавние результаты моделирования при Hydrus-1D «почва-вода» показали, что, хотя потребление воды хлопчатником или пшеницей лишь незначительно выигрывает от поверхностного мульчирующего слоя, но оно заметно уменьшает испарение из почвы, капиллярный подъем грунтовых вод и, в свою очередь, вторичное засоление почвы (Forkutsa et al., 2009).

Хотя результаты исследований, проведенных на орошаемых территориях, показали, что засоленность почв при использовании методов ПРЗ невозможно остановить, наблюдаемое, снижение уровня их засоленности не менее важно. Известно, что применение растительной биомассы способствует улучшению засоленных и солонцеватых почв (рассмотрение этого вопроса см. Qadir et al., 2007).

В Туркменистане испытания при постоянных гребнях показали различие в засоленности почвы между верхним и нижним слоями гребней. Электропроводность почвенной вытяжки на гребне находилась в диапазоне 3,42–5,47 миллизименс на сантиметр (мСм см^{-1}). В борозде электропроводность почвенной вытяжки была значительно ниже – 1,49–2,86 мСм см^{-1} .

Засоление становится серьезной проблемой орошаемого земледелия в Центральной Азии, которая растет из года в год и тем самым отрицательно сказывается

на урожайности сельскохозяйственных культур. Мы должны решать эту проблему с научной точки зрения, перенимая передовой опыт, чтобы молодые поколения также могли бы эффективно использовать имеющиеся земельные ресурсы. Существуют различные варианты, с помощью которых можно было бы решить проблему засоления: посев солеустойчивых сортов сельскохозяйственных культур, противоэрозийная обработка почвы и система чередования риса и пшеницы. Сорт озимой пшеницы «Дустлик» можно возделывать в районах с низкой и средней степенью засоленности. При ПРЗ, использование соломенной мульчи, помогает смягчить последствия засоления за счет уменьшения испарения с поверхности почвы, благодаря чему движение солей из более глубоких слоев на поверхность почвы значительно уменьшается, и соответственно, фермерские хозяйства смогут получать более высокие урожаи. В Каракалпакстане фермеры получают выгоду от этой технологии. Система возделывания рис-пшеница – еще одна возможность борьбы с засоленностью. Рис является сравнительно более солеустойчивой культурой, и его выращивание после пшеницы обеспечивает непрерывный покров почвы, тем самым уменьшая поглощение соли в летний период. На засоленных землях вместо их промывки и последующего выращивания какой-либо культуры лучше возделывать рис, так как эти земли будут естественным образом промываться, и фермеры смогут получить дополнительный урожай риса.

Диверсификация сельскохозяйственных культур в рамках ПРЗ

При севообороте различные корневые системы влияют на различные горизонты почвы и повышают эффективность использования применяемых питательных веществ в почве. В целом структура почвы становится более стабильной (Bot et al., 2005). Исследования и опыт доказали, что севооборот обеспечивает стабильную урожайность в течение многих лет, а климатические различия укрепляют структуру почвы и увеличивают возможность получения прибыли. В ПРЗ доля пищевой

энергии, обеспечиваемая зерновыми культурами, по-видимому, оставалась относительно стабильной на уровне 50%, и поэтому продовольственная безопасность в значительной степени зависит от производства зерновых культур, главным образом, пшеницы.

Здесь следует отметить, что после обретения независимости государствами Центральной Азии (1991 г.) производство кормовых культур (кукурузы, люцерны и др.) значительно уменьшилось наряду с сокращением площадей под рисом, овощными и бахчевыми культурами, тогда как производство кенафа вообще прекратилось. ПРЗ должно будет взять на себя значительное бремя по обеспечению интенсификации систем производства продовольственных товаров и кормовых культур в странах Центральной Азии. Важнейшим неотъемлемым элементом оценки управления сельскохозяйственным производством является урожайность сельскохозяйственных культур.

Спрос на продовольственные и кормовые культуры в странах ЦА будет продолжать расти. Модель, предложенная Сулеймановым (Suleymenov et al., 2004; Suleymenov et al., 2006), группирует богарные и орошаемые зоны в три основные системы возделывания культур, а именно:

- 1) степи на севере Казахстана;
- 2) теплые предгорья Кыргызстана и Южного Казахстана, где практикуется как богарное, так и орошаемое земледелие;
- 3) Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан, где применяются бороздковой полив или лиманное орошение (табл. 7.4).

Р. Парода (Paroda, 2007) предположил, что полевые культуры горох, нут, чечевица и гречиха будут возможными решениями для включения их в существующие системы севооборота Северного Казахстана с целью увеличения сельскохозяйственного производства в стране. Кроме того, овес оказался более высокоурожайным, чем ячмень. В системах возделывания озимой пшеницы на богаре имеются возможности

для диверсификации растениеводства. Из яровых зерновых культур овес считается наиболее продуктивным и наиболее эффективным с точки зрения водопотребления, тогда как люцерна подходит для ПРЗ в полусухих условиях Южного Казахстана. В Кыргызстане и на юго-востоке Казахстана сахарная свекла и кукуруза также являются подходящими культурами для ПРЗ. Тот же автор сообщает, что в Таджикистане одновременное возделывание кукурузы и маша, за которыми следуют обыкновенные бобы, соя, овощи, гречиха, просо, табак, арахис или кунжут, было широко распространено среди мелких фермеров, в то время как в Туркменистане пшеница являлась второй важной культурой после хлопчатника, на которую начали обращать внимание для достижения зерновой самообеспеченности после обретения независимости.

В Центральной Азии более актуальным для кормопроизводства при ПРЗ считается достижение продовольственной безопасности за счет увеличения производства животноводческой продукции. Время от времени в результате стихийных бедствий, экономических потрясений и колебаний конъюнктуры рынка в ЦАС возникает временная нехватка продовольствия. В 2008 году необычно суровая зима и незначительные запасы продовольствия в Таджикистане и Кыргызстане привели к ухудшению ситуации с продовольственной безопасностью в этих странах.

Исследования, полученные в результате многолетних опытов по ПРЗ в Канадских прериях, которые имеют биофизическое сходство с континентальным сухим климатом Центральной Азии, показали, что севооборот и краткосрочные покровные культуры, используемые в качестве зеленого удобрения в летний период пара, могут снизить затраты на гербициды из-за снижения уровня заражения сорняками в будущем. Хотя возможен и сдвиг в сторону многолетних сорняков (Blackshaw et al., 2007; Harker et al., 2009). Аналогичные исследования, проведенные в Северном Казахстане, показали, что сокращение

Таблица 7.4. Информация об основных системах земледелия в пяти странах Центральной Азии в соответствии с агроэкологическими зонами (по Gupta et al., 2009; De Pauw, 2008; Kienzler et al., 2012).

Страна/ регион	Основная система производства	Интен- сивность земледе- лия (%)	Вегета- тивный период (дни)	Основные свойства агроэкологии	Основные свойства агроэкологии
Казахстан (северная часть)	Богарные системы пар-яровая пшеница	60–80, богара	100–120	Богарная зерновая система, степи, долгие холодные зимы	Засуха, водный и холодный стрессы (осадки 300–400 мм), эрозия почвы
Казахстан (южная часть)	Экстенсивная система зерновые – животноводство Орошаемые системы хлопчатник/ пшеница, рис, пастбищные угодья	50–60, богара	210–240	Богарные пастбища со смешанными растниеводческо- животноводческими системами, почвы с высоким содержанием магния, соленые грунтовые воды	Засуха, водный и холодный стрессы (осадки 250–350 мм), эрозия почвы, 12–14 °C, содержание магния в почве, эрозия
Кыргызстан (Ош, Чуйская и Ферганская долины)	Орошаемое земледелие на склонах и в долинах	40–60% или более	180–200	Склоновые земли (до 10%), дополнительное орошение, обычно неглубоко расположенные пресные грунтовые воды	Засуха и жара (осадки 200–300 мм), использование соленых вод, 16–22 °C
Таджикистан (юго-запад/ северо-запад)	Орошаемые системы (хлопок – пшеница) земледелие на склоновых землях 5–16%	40–60% или более	150–200	Пастбищные системы / орошаемое земледелие на склоновых землях, соленые грунтовые воды	Засуха (осадки 250–350 мм), 7–9 °C, склоновые земли, механизация, водная эрозия вследствие орошения, закупорка дренажных сетей
Узбекистан (орошаемые территории)	Орошаемые системы земледелия, хлопчатник-пшеница (в основном, бороздковый полив)	Более чем 70%	150–200	Орошаемое земледелие, использование дренажных вод, засоленность почвы, долгий вегетативный период, повторные культуры	Засуха и жара (осадки 250–500 мм), 16–20 °C, засоление, водная эрозия
Туркмени- стан (орошаемые территории)	Системы богарно- пастбищные / зерно- водство (в основ- ном, бороздковый полив)	40–70%	110–130	Растениеводческо- животноводческие системы, засоленные грунтовые воды, чрезмерный выпас, засоление почвы	Засуха и жара (осадки 200–350 мм), 14–18 °C, дефицит воды, засоление почвы

и постепенное засевание летнего пара бобовыми покровными культурами практически осуществимо (Сулейменов и др., 2006).

Экономические выгоды, которые получили фермеры, от внедрения ПРЗ

были поразительными. По данным Крэбтри (Crabtree, 2010), производство сельскохозяйственных культур в Западной Австралии выросло на 30–50% с момента широкого внедрения систем нулевой обработки почвы. Без внедрения беспашотного земледелия многие фермеры

не смогли бы пережить недавнюю длительную засуху. Было выявлено, что эффекты ПРЗ имеют кумулятивное воздействие в пространстве и во времени, начиная с деградированного состояния приводя к улучшенному стабильному состоянию, при этом урожайность и доходность растут со временем, примером тому является механизированное возделывание пшеницы при ПРЗ в засушливых условиях Северного Казахстана (рис. 7.1). Анализ исторических данных за 14 лет, проведенный Филечча (Fileccia, 2009), касательно повышения урожайности пшеницы и уровня дохода с переходом от традиционной обработки почвы к беспашотному земледелию показывает, что внутренняя норма доходности инвестиций составляет 28%. В севообороте пшеница-подсолнечник на юге Испании Гонсалес-Санчес и др. (González-Sánchez et al., 2010) сообщают о дополнительных приростах

в размере 234,82 евро/га, полученных фермерами без обработки почвы по сравнению с традиционной системой за счет высокой урожайности, меньших затрат и государственных агроэкологических субсидий.

Изменение климата создает серьезную угрозу для сельскохозяйственного производства в странах Центральной Азии, которые могут сильно пострадать от повышения температуры и сокращения снежных дней в зимнее время. Бурман (Burman, 2011) сообщает, что повышение температуры в будущем, вероятно, приведет к снижению эффективности удобрений. Это может привести к увеличению потребности в удобрениях для удовлетворения будущего высокого спроса на продукты питания. Это может стать поводом для беспокойства, если в будущем нам придется сократить выбросы парниковых газов. Изменение



Рисунок 7.1. Пшеница, выращенная в богарных условиях при нулевой обработке почвы в Северном Казахстане (фото: Азиз Нурбеков).

климата, вероятно, вызовет дополнительное неравенство, поскольку его последствия будут неравномерны в пространстве и времени и гораздо в большей степени повлияют на бедные слои населения.

В то же время широкое использование удобрений приведет к увеличению выбросов парниковых газов. Дерпш (Derpsch, 2008) сообщает, что за 17-летний период, когда практиковалось ПРЗ, затраты на удобрения и гербициды снизились в среднем на 30–50%. Кроме того, за 17 лет урожайность кукурузы и сои возросла на 86% и 56% соответственно, а затраты на удобрения на эти культуры снизились соответственно на 30 и 50%. Нурбеков и др. (Nurbekov et al,

2010) проводили эксперимент по изучению влияния удобрений на продуктивность озимой пшеницы при применении системы ПРЗ в орошаемых условиях Узбекистана (рис. 7.1).

Результаты показали, что нулевая обработка почвы с внесением 120 кг/га азота, как правило, приводит к более высокой урожайности озимой пшеницы по сравнению с обычной обработкой почвы с той же нормой его внесения. Вышеизложенные выводы показывают, что эффективность использования удобрений будет повышаться в условиях изменения климата в регионе, в то время как норма внесения удобрений будет снижаться при методах ПРЗ.

Выводы

Хотя преимущества ПРЗ для здоровья почвы и устойчивости агроэкосистемы могут быть очень заметны, но обычно не эти факторы убеждают фермеров принять новую систему. Часто главной характеристикой ПРЗ, которая привлекает фермеров, как крупных, так и мелких, является снижение энерго- и трудозатрат, необходимых для производства культуры. В мелких фермерских хозяйствах это может быть ручной труд или гужевая тяга, тогда как в крупных фермерских хозяйствах это обычно экономия ГСМ и возможность охвата большой площади с тем же источником тяги – «чем больше лошадиных сил, тем больше обработанных гектаров земли» (Wall, 2002). Другими преимуществами для фермерских хозяйств являются снижение износа техники и затрат на техническое ее обслуживание: двигатели тракторов работают при меньшей нагрузке при посеве и опрыскивании сельскохозяйственных культур, которые являются основными видами работ при ПРЗ, чем при вспашке, почвоуглублении и рыхлении почвы. Старые тракторы, неспособные справиться с нагрузкой, которая требуется для традиционного сельского хозяйства, все еще могут эффективно использоваться при ПРЗ.

Кроме того, поскольку перемещение почвы незначительно, уменьшается количество пыли, а техника, работающая в относительно свободном от пыли воздухе, требует меньшего технического обслуживания.

Учитывая важность сельского хозяйства для экономик большинства стран региона и повышения благосостояния сельского населения, необходимо провести исследования для определения роли ПРЗ, а также путей адаптации к последствиям изменения климата на сельское хозяйство в регионе. Изменение климата, вероятно, вызовет дополнительное неравенство, поскольку его последствия неравномерно распределены в пространстве и времени и в большей степени будут влиять на наименее обеспеченные слои населения. Из этого следует, что эффективность использования удобрений повысится, а норма их внесения снизится при ПРЗ. Правительства стран Центральной Азии должны сосредоточиться на создании сильных сельскохозяйственных систем, способных противостоять изменению климата. Одной из таких систем является ПРЗ. На данный момент только Казахстан смог осуществить политику, которая поддерживает ПРЗ, и в результате

площадь, охватываемая этой практикой, увеличилась с нуля в 2000 г. до 3,9 млн га в 2019 г. Другие страны региона также постепенно переходят к внедрению в свою сельскохозяйственную практику политики поддержки ПРЗ. Севооборот является одним из реальных вариантов, который позволит рационально использовать ресурсы для улучшения условий жизни сельского населения, обеспечения национальной продовольственной безопасности, а также адаптации к изменению климата в регионе.

Еще одно важное преимущество, которое фермеры видят в некоторых орошаемых зонах, где ежегодно возделываются две культуры и более, с небольшим интервалом, то что фермер без обработки земли, может вовремя посеять другую культуру (Hobbs et al., 1997). Этот фактор также важен в условиях богары, где фермеры должны ждать первых дождей, чтобы иметь возможность завершить обработку почвы, тем самым теряя возможность раннего посева. Во всех богарных условиях потеря влаги из-за обработки почвы является важным фактором, ухудшения густоты стояния культуры. Потребность в пересеве зерновых культур при ПРЗ значительно ниже из-за этого фактора и в целом из-за лучших условий влажности под мульчей.

Другими эффективными технологиями орошаемого земледелия являются бороздковый полив и гребневый посев пшеницы: они повышают эффективность водопользования, способствуют равномерному распределению воды в поле, улучшают водно-воздушный режим почвы и др. Сочетание гребневого посева и бороздкового полива с нулевой обработкой почвы, то есть выращивание культур на постоянных гребнях и бороздах, представляется наиболее эффективным.

Полученные результаты наглядно продемонстрировали преимущества данной технологии, в том числе, снижение затрат на обработку почвы, более эффективное управление растительными остатками, борьбу с сорняками, улучшение условий орошения, снижение нормы высева семян, улучшение химических, физических и биологических свойств почвы, особенно в не вспаханной поверхностной части почвы (гребень). Если расстояние между гребнями приемлемо для других культур в севообороте, то использование постоянных гребней позволит значительно сократить время между уборкой предыдущей культуры и посевом следующей.

Внедрение ПРЗ во многих частях мира было вызвано необходимостью. В богарных зонах выращивание сельскохозяйственных культур напрямую зависит от количества осадков и, следовательно, подвержено потере влажности в почве. В орошаемых культурах улучшение водного баланса приводит к значительной экономии воды. Так обстоит дело во многих странах Центральной Азии. Наглядным примером тому в регионе является Казахстан, где ПРЗ показало, что нулевая обработка почвы и севооборот имеют потенциал для получения более высоких урожаев пшеницы, снижения затрат труда и ГСМ по сравнению с традиционным земледелием. ПРЗ считается подходящим для всех основных систем земледелия Центральной Азии, включая возделывание пшеницы, риса и хлопка на орошаемых землях. Государственная политика должна способствовать продвижению ПРЗ наряду с реализацией демонстрационных проектов, свидетельствующих о его целесообразности на местном уровне.

Список источников

- ООН. 2017. *Конвенция Организации Объединенных Наций по Борьбе с Опустыниванием в тех Странах, Которые Испытывают Серьезную Засуху и/или Опустынивание, Особенно в Африке*.
https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-08/UNCCD_Convention_text_RUS.pdf
- ФАО. 2017. *Почвозащитное и Ресурсосберегающее Земледелие*. Учебное Пособие для Консультантов по Распространению Сельскохозяйственных Знаний и Фермеров в Восточной Европе и Центральной Азии. FAO. Анкара.
<https://www.fao.org/3/i7154ru/I7154RU.pdf>
- Akramkhanov A., Kuziev R., Sommer R., Martius C., Forkutsa O., Massucati L. 2012. *Soils and soil ecology in Khorezm*. Economic and Ecological Restructuring in Khorezm. Uzbekistan. pp. 37-58. Springer. Dordrecht Heidelberg London New York.
- Almaganbetov N.V., Grigoruk M. 2008. *Degradation of Soil in Kazakhstan: Problems and Challenges*. In NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security. Netherlands: Springer Netherlands.
- Barayev A.I. 2008. *Selected articles*. Volume III. Almaty: Gylm.
- Bezborodov G.A., Shadmanov D.K., Mirhashimov R.T., Yuldashev T., Qureshi A.S., Noble A.D., Qadir M. 2010: "Mulching and Water Quality Effects on Soil Salinity and Sodicity Dynamics and Cotton Productivity in Central Asia." *Agriculture Ecosystems Environment* 138, 95-102.
- Blackshaw R.E., Harker K.N., O'Donovan J.T., Beckie H.J., Smith E.G. 2007. "Ongoing Development of Integrated Weed Management Systems on the Canadian Prairies." *Weed Science* 56(1), 146-150.
- Bot A., Benites J. 2005. "The Importance of Soil Organic Matter, Key to Drought-Resistant Soil And Sustained Food Production." *FAO Soils Bulletin* 80. FAO. Rome.
- CACILM. 2016. *Addressing Land Degradation in Central Asia: Challenges and Opportunities. Policy brief*.
<http://www.cacilm.org/docs/land-degradation-factsheet-en.pdf>
- Crabtree B. 2010. *Search for Sustainability with No-Till Bill in Dryland Agriculture*. Crabtree Agricultural Consulting. Australia.
- De Pauw E. 2008. *ICARDA Regional GIS Datasets for Central Asia: Explanatory Notes*. GIS Unit Technical Bulletin. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Derpsch R. 2008. *No-tillage and Conservation Agriculture: A Progress Report*. In: No-Till Farming Systems, Goddard T., Zoenbisch M., Gan Y., Ellis W., Watson A., Sombatpanit S. World Association of Soil and Water Conservation, Special Publication № 3. WASWAC. Bangkok.
- Devkota K. 2011. *Resource Utilization and Sustainability of Conservation Based Rice-Wheat Cropping Systems in Central Asia*. Phd Dissertation, ZEF/Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Germany.
- Egamberdiev O.J. 2007. *Dynamics of Irrigated Alluvial Meadow Soil Properties Under the Influence of Resource Saving and Soil Protective Technologies in the Khorezm Region*. PhD dissertation. National University of Uzbekistan. Tashkent (in Uzbek).
- Fileccia T. 2009. *Conservation Agriculture and Food Security in Kazakhstan*. Working Paper,

- Plant production and Protection Division.
FAO. Rome.
- Forkutsa I., Sommer R., Shirokova Y.I.,
Lamers J.P.A., Kienzler K., Tischbein B.,
Martius C., Vlek P.L.G. 2009. "Modelling
Irrigated Cotton with Shallow Groundwater
in the Aral Sea Basin of Uzbekistan: II. Soil
Salinity Dynamics." *Irrigation Science*. V.27.
P. 319–330.
- González Sánchez E., Pérez García J.J., Gómez
Ariza M., Márquez García F., Veroz
González O., 2010. "Sistemas Agrarios
Sostenibles Económicamente: el Caso de la
Siembra Directa." *Vida Rural*. 312. P. 24-27.
- Gupta R., Kienzler K., Martius C.,
Mirzabaev A., Oweis T., de Pauw E.,
Qadir M., Shideed K., Sommer R.,
Thomas R., Sayre K.D., Carli C.,
Saparov A., Bekenov M., Sanginov S.,
Nepesov M., Ikramov R. 2009. *Research
Prospectus: A Vision for Sustainable Land
anagement Research in Central Asia*.
ICARDA Central Asia and Caucasus
Program. Sustainable Agriculture in Central
Asia and the Caucasus Series 1. CGIAR-
PFU. Tashkent.
- Harker K.N., Blackshaw R.E. 2009. *Integrated
Cropping Systems for Weed Management*.
Prairie Soils Crops J. 2.
- Hobbs P.R., Giri G.S., Grace P. 1997.
*Reduced and Zero Tillage Options for the
Establishment of Wheat after Rice in South
Asia*. RWC Paper No. 2. Mexico, D.F.: Rice-
Wheat Consortium for the Indo-Gangetic
Plains and CIMMYT.
- Ibragimov N., Evett S., Essenbekov Y.,
Khasanova F., Karabaev I., Mirzaev L.,
Lamers J.P. 2011. "Permanent Beds Versus
Conventional Tillage in Irrigated Central
Asia." *Agronomy Journal* 103. P. 1002-1011.
- Johnson J.D., Sanchez J., Fisk A.D.,
Rogers W.A. 2004. "Type of Automation
Failure: the Effects on Trust and Reliance
in Automation." *Proceedings of the Human
Factors and Ergonomics Society Annual
Meeting* Vol. 48, No. 18, pp. 2163-2167. Sage
CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Kienzler K., Saparov A., Bekenov M.,
Kholov B., Nepesov M., Ikramov R. 2009.
*FinalRreport – Part I. Sustainable Land
Management Research Project 2007-2009*.
ICARDA Central Asia and Caucasus
Program. Tashkent. Uzbekistan.
- Kienzler K.M., Lamers J.P.A., McDonald A.,
Mirzabaev A., Ibragimov N.,
Egamberdiev O., Ruzibaev E.,
Akramkhanov A. 2012. *Conservation
agriculture in Central Asia – What do we
know and where do we go from here?* Field
Crops Res.
doi:10.1016/j.fcr.2011.12.008.
- Lal R. 2002. "Carbon Sequestration in Dryland
Ecosystems of West Asia and North Africa."
Land Degradation and Development. No.
13, – P. 45–59.
- Mirzabaev A. 2013. "Climate Volatility and
Change in Central Asia: Economic
Impacts and Adaptation." *Doctoral thesis
at Agricultural Faculty, University of Bonn*.
5n-3238.
- Mohanty M., Painuli D.K., Misra A.K.,
Ghosh P.K. 2007. "Soil Quality Effects of
Tillage and Residue Under Rice-Wheat
Cropping on a Vertisol in India." *Soil and
Tillage*. V.92, No.1–2. P. 243–250.
- Nurbekov A, Akramkhanov A, Lamers J,
Kassam A, Friedrich T, Gupta R,
Muminjanov H, Karabayev M, Sydyk D,
Turok J, Bekenov M. 2013. *Conservation
Agriculture in Central Asia*. CABI
International. London
- Nurbekov A., Suleymenov M., Friedrich T.,
Taher F., Ikramov R., Nurjanov N., 2012.
"Effect of Tillage Methods on Productivity
of Winter Wheat in the Aral Sea Basin of
Uzbekistan." *Journal of Arid Land Studies*
22. P. 255-258.
- Nurbekov A.I., Friedrich T., Taher F., Ikramov
R., Ziyadullaev Z. 2010. *Conservation
Agriculture Practices in Karakalpakistan*. St.
Petersburg, Russia.
- Paroda R. 2007. *Addressing the challenges
for sustainable agriculture in central Asia*.

Climate change and terrestrial carbon sequestration in Central Asia.

- Pender J, Mirzabaev A, Kato E. 2010. *Central Asian Countries Initiative for Land Management Multicountry Partnership Framework Support Project: Economic Analysis of Sustainable Land Management Options in Central Asia*. Asian Development Bank.
- Pulatov A., Egamberdiev O., Karimov A., Tursunov M., Kienzler S., Sayre K., Tursunov L., Lamers J.P.A., Martius C. 2012. *Introducing conservation agriculture on irrigated meadow alluvial soils (Arenosols) in Khorezm*. Uzbekistan. Springer. Dordrecht Heidelberg London New York.
- Qadir M., Oster J.D., Schubert S., Noble A.D., Sahrawat, K.L. 2007. "Phytoremediation of Sodic and Saline-Sodic Soils." *Advances in Agronomy*, V. 96.
- Qushimov B., Ganiev I.M., Rustamov I., Haitov B., Islam K.R. 2007. *Land Degradation by Agricultural Activities in Central Asia*. Climate Change and Terrestrial Carbon Sequestration in Central Asia.
- Suleimenov M., Akshalov K., 2006. "Eliminating Summer Fallow in Black Soils of Northern Kazakhstan." *Climate Change and Terrestrial Carbon Sequestration in Central Asia*. Taylor and Francis Group, New York, NY, USA, P. 267-279.
- Suleymenov M.K., Akhmetov K.A., Kaskarbayev J.A., Khasanova F., Kireyev A., Martynova L.I., Pala M., 2004. *Developments in Tillage and Cropping Systems in Central Asia*. Agriculture in Central Asia: Research for Development. ICARDA. Aleppo. Syria.
- Suleymenov M.K., Pala M., Paroda R., Akhshalov K.F., Martynova L.I., Medeubayev R. 2006. *New Technologies for Central Asia*. Caravan 23.
- Tischbein B., Awan U.K., Abdullaev I., Bobojonov I., Conrad C., Forkutsa I., Ibrakhimov M., Poluasheva G. 2012. *Water Management in Khorezm: Current Situation and Options for Improvement (Hydrological Perspective)*. Economic and Ecological Restructuring in Khorezm. Uzbekistan. Springer. Dordrecht Heidelberg London New York.
- Wall P.C. 2002. *Extending the Use of Zero Tillage Agriculture: the Case of Bolivia*. Paper presented at the International Workshop on Conservation Agriculture for Sustainable Wheat Production in Rotation with Cotton in Limited Water Resource Areas. Tashkent. Uzbekistan.

Электронные ресурсы:

Statistical Agency of Kyrgyzstan.
<http://www.stat.kg/>

Statistical Agency of Tajikistan.
<https://www.stat.tj>

Statistical Agency of Turkmenistan.
<http://www.stat.gov.tm/>

Statistical Agency of Uzbekistan.
<https://stat.uz/>

Statistical committee of Kazakhstan.
<https://stat.gov.kz/>

Управление водными ресурсами

Ш.Я. Пулатов, Т.У. Юлдашев

Водное законодательство в странах Центральной Азии

Национальное законодательство в области регулирования вопросов управления трансграничными водными ресурсами закреплено в положениях *Конституций, законах о воде и водных кодексах стран региона, в подзаконных актах.*

В Конституциях почти всех стран региона (за исключением Туркменистана) закреплено, что вода является государственной собственностью (Конституция Республики Казахстан..., 2019; Конституция Республики Узбекистан..., 2017; Конституция Кыргызской Республики..., 2021; Конституция Республики Таджикистан..., 2003; Конституция Туркменистана..., 2016).

В Водном кодексе Казахстана (Водный Кодекс Республики Казахстан..., 2022) закреплено понятие трансграничных водных ресурсов; они определены как «поверхностные и подземные водные объекты, которые обозначают и (или) пересекают Государственную границу Республики Казахстан». Отличительной чертой Водного кодекса Казахстана является уделение особого внимания международному сотрудничеству в области использования и охраны трансграничных водных ресурсов. Так, в статье 141 Кодекса определены основные направления международного сотрудничества, в статье

143 содержится описание механизма межгосударственного сотрудничества в области использования и охраны трансграничных вод. Кроме того, в статье 144 подробно рассмотрена экономическая основа международного сотрудничества. Пути урегулирования споров по вопросам использования и охраны трансграничных вод предусмотрены в статье 145 (Нечаева и др., 2016).

Казахстан является единственной страной Центральной Азии, ратифицировавшей Конвенцию об охране и использовании трансграничных водотоков и международных озер, подписанной в Хельсинки в 1992 году (Закон Республики Казахстан... «О присоединении Республики Казахстан к Конвенции...», 2000). Конвенция закрепляет стремление стран использовать трансграничные водные ресурсы «осознанно», экологически обоснованно и всячески предотвращать трансграничное воздействие на водные ресурсы.

В Водном кодексе Кыргызстана понятие трансграничных водных ресурсов вовсе отсутствует (Водный Кодекс Кыргызской Республики..., 2005).

Однако видение Кыргызстана относительно водных отношений с другими государствами

представлено в Законе о воде. Так, в Статье 67 Закона предусмотрено, что Кыргызская Республика на основе норм международного права и межгосударственных отношений осуществляет:

- предотвращение, ограничение и сокращение сброса загрязняющих веществ в пограничные воды путем применения малоотходных и безотходных технологий;
- установление критериев качества воды и др. (Закон Кыргызской Республики... «О воде»..., 1994).

В статье 70 Закона закреплён экономический механизм водных отношений Кыргызской Республики с другими государствами, устанавливаемый на основании норм международного права и межгосударственных соглашений. Он предусматривает платность воды: «предоставление одним из государств, за определенную плату, другому государству своей доли водных ресурсов, установленной на основе международных соглашений». Подобное положение содержится в Водном Кодексе Казахстана: «возмещение затрат государству, осуществляющему одностороннюю эксплуатацию водохозяйственных объектов по управлению, регулированию и охране трансграничных вод, используемых другими государствами, на принципе долевого участия в используемых водных ресурсах», «предоставление на компенсационной основе одним из государств другому государству своей доли (часть доли) трансграничных вод, установленной на основе соответствующих ратифицированных международных договоров» (Водный Кодекс Республики Казахстан..., 2022).

Особое значение для водной политики Кыргызстана имеет Указ Президента КР «Об основах внешней политики Кыргызской Республики в области использования водных ресурсов рек, формирующихся в Кыргызстане и вытекающих на территорию сопредельных государств». Согласно данному Указу, Кыргызская Республика исходит из того, что каждое

государство имеет право в пределах своей территории использовать водные ресурсы реки с целью получения максимальных выгод. Кыргызская Республика, осуществляющая регулирование стока и подачу воды государству, находящемуся ниже по течению реки, имеет право на возмещение расходов по строительству, реконструкции и эксплуатации водохранилищ и иных гидротехнических объектов межгосударственного значения. Весьма важный пункт – «Одним из основополагающих положений, подлежащих отражению в международном договоре, должно быть взаимное обязательство сторон контролировать, предотвращать и уменьшать загрязнение реки, которое может нанести вред окружающей среде, здоровью или безопасности людей» (Указ Президента Кыргызской Республики..., 1997).

В Водном Кодексе Таджикистана также отсутствует понятие трансграничных водных ресурсов, однако содержится позиция по международному сотрудничеству в области водных отношений. В Статье 145 определены принципы международного сотрудничества в области водных отношений. Республика Таджикистан исходит в своей политике в области водных отношений из необходимости обеспечения устойчивого развития своей экономики, рационального использования и охраны водных ресурсов на основе соблюдения принципов международного водного права, взаимовыгодного и дружественного сотрудничества с иностранными государствами, всеобщей экологической безопасности, развития международного сотрудничества в области водных отношений (Водный Кодекс Республики Таджикистан..., 2020).

Согласно Статье 4 Кодекса о воде, Туркменистан провозглашает государственную собственность на воды: «Государственный водный фонд Туркменистана является исключительно собственностью государства. Государственная собственность на межгосударственные (трансграничные) воды определяется соглашениями между государствами, расположенными в данном

бассейне. Действия, в прямой или скрытой форме, нарушающие право государственной собственности на воды запрещаются. Водохозяйственные сооружения, искусственно созданные в порядке, установленном законодательством для использования и охраны вод могут являться собственностью юридических или физических лиц Туркменистана» (Кодекс Туркменистана «О Воде» ..., 2004).

Трансграничным водам в Водном кодексе Туркменистана посвящена отдельная глава. В ней обозначен порядок водопользования на трансграничных реках.

В национальном законодательстве Узбекистана также отражены положения, касающиеся трансграничных водных ресурсов. В Статье 2 Закона о воде и водопользовании Узбекистана дано следующее определение: «Трансграничные водные объекты – водные объекты, пересекающие границы двух и более государств или расположенные на таких границах; трансграничные воды – любые поверхностные или подземные воды, пересекающие границы двух и более государств или расположенные на таких границах» (Закон Республики Узбекистан... «О Воде и Водопользовании»..., 1993).

В целом, анализ законодательства стран Центральной Азии в области водной политики свидетельствует о том, что существует определенный потенциал для углубления и укрепления сотрудничества по предотвращению трансграничного воздействия на реки. Такого рода нормы содержатся в законодательстве всех пяти стран. Их главное значение в том, что при принятии тех или иных решений, касающихся трансграничных рек должны учитываться, прежде всего, рациональные и экологически обоснованные причины (Pohl et al., 2017). Безусловно, каждая страна стремится защищать свои национальные интересы и использовать воду на своей территории, максимально извлекая выгоду для развития своей экономики. Но несогласованность в решении общих водных проблем – это путь, неминуемо обрекающий страны региона на дефицит воды и экологическую катастрофу (Projects in Central Asia..., 2021). Поэтому крайне важно осознать важность и необходимость сотрудничества в области использования трансграничных рек, отдавая приоритет коллективным интересам. И именно этот принцип должен лечь в основу нового подхода к распределению трансграничных водных ресурсов.

Международное сотрудничество в водном секторе

Улучшение использования водных ресурсов трансграничных рек потребует тесного сотрудничества между соседними странами. Поэтому сотрудничество и интеграция между соседними прибрежными странами будет играть важную роль в обеспечении устойчивого водопользования для будущих поколений (FAO, 2012).

Интеграция по использованию воды на региональном уровне и в бассейнах трансграничных рек потребует согласованных отношений бассейновых государств, осуществляемых правительствами соответствующих стран.

Тесное сотрудничество необходимо по всем направлениям управления и охраны водных ресурсов (Глобальное водное партнерство..., 2005; 2006; 2014).

Общий среднегодовой сток всех рек в бассейн Аральского моря составляет 115,6 км³. Этот объем включает 78,46 км³ стока Амударьи и 37,14 км³ стока Сырдарьи. Согласно вероятностному распределению стока, 5% (многоводный год) и 95% (засушливый год), для Амударьи годовой сток изменяется от 109,9 до 58,6 км³ и для Сырдарьи соответственно от 51,1 до 23,6 км³ (табл. 8.1, 8.2, рис. 8.1). Формирование

водных ресурсов в разрезе рек по бассейнам р. Амударья и р. Сырдарья приведены на Рисунках 8.2 и 8.3. На Рисунке 8.4

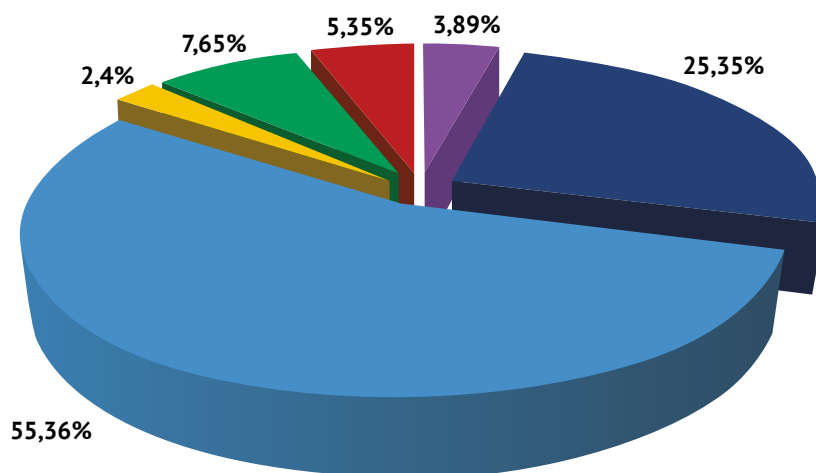
представлено формирование, распределение и фактическое использование водных ресурсов стран Центральной Азии.

Таблица 8.1. Поверхностные водные ресурсы бассейна Аральского моря. Среднегодовой сток, км³/год. (Европейская экономическая комиссия..., 2018).

Страна	Речной бассейн		Всего по бассейну	
	Сырдарья	Амударья	км ³	%
Казахстан	4,5	–	4,5	3,89
Кыргызстан	27,4	1,9	29,3	25,35
Таджикистан	1,1	62,9	64,0	55,36
Туркменистан (с Ираном)	–	2,78	2,78	2,4
Узбекистан	4,14	4,7	8,84	7,65
Афганистан	–	6,18	6,18	5,35
Итого по бассейну	37,14	78,46	115,6	100

Таблица 8.2. Межгосударственное вододелиение в бассейне Аральского моря (Проблемы Бассейна Аральского моря..., 2018).

Страна	Амударья		Сырдарья		Итого	
	км ³	%	км ³	%	км ³	%
Казахстан	–	–	15,29	31	15,29	11,44
Кыргызстан	0,42	0,5	4,88	9,89	5,3	3,97
Таджикистан	10,63	12,607	3,66	7,42	14,29	10,69
Туркменистан (с Ираном)	27,07	32,1	–	–	27,07	20,26
Узбекистан	46,2	54,79	25,49	51,68	71,69	53,64
Итого:	84,32	100	49,32	100	133,64	100



● Казахстан ● Туркменистан ● Кыргызстан ● Узбекистан ● Таджикистан ● Афганистан

Рисунок 8.1. Формирование водных ресурсов в бассейне Аральского моря (Проблемы Бассейна Аральского моря..., 2018).

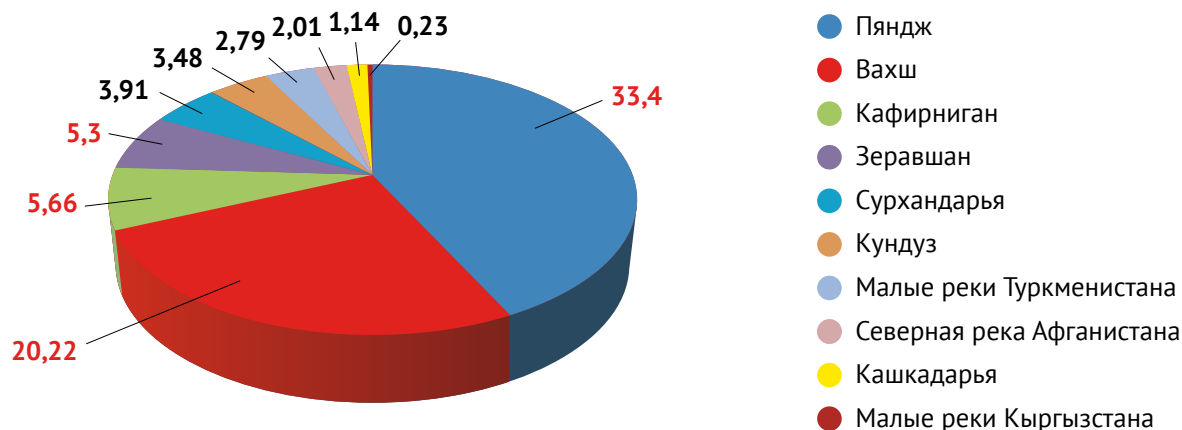


Рисунок 8.2. Водные ресурсы бассейна реки Амударья, км³
(Проблемы Бассейна Аральского моря..., 2018).

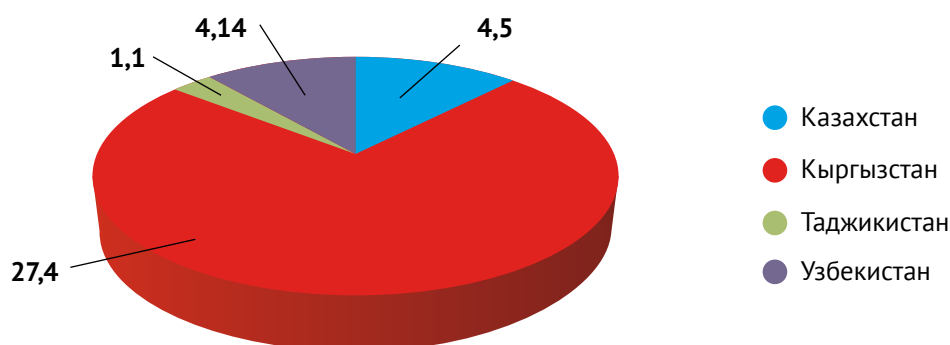


Рисунок 8.3. Водные ресурсы бассейна реки Сырдарья, км³
(Проблемы Бассейна Аральского моря..., 2018).

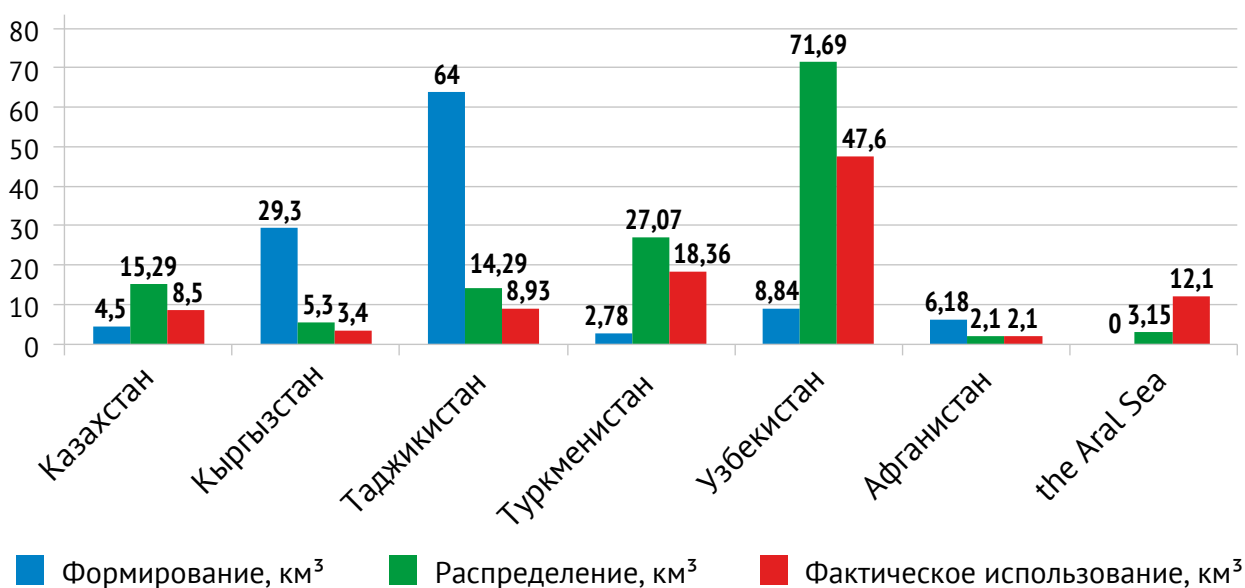
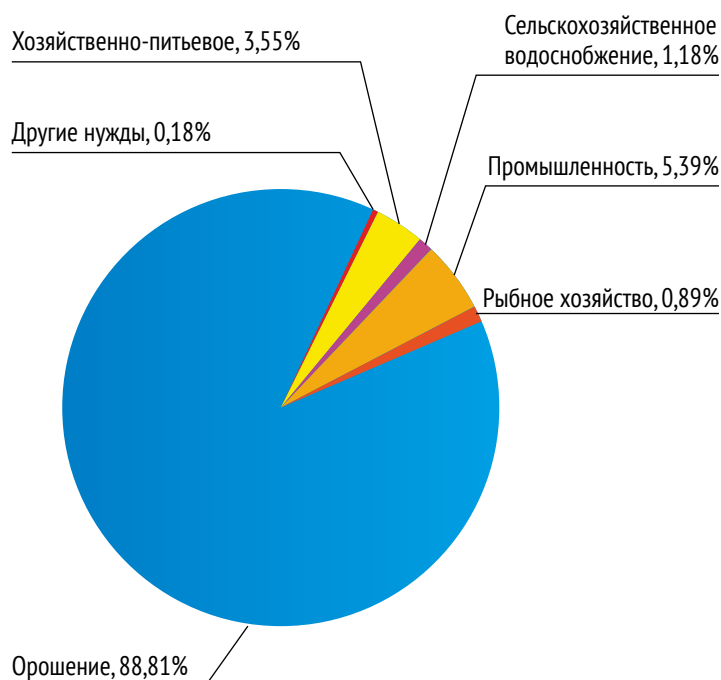


Рисунок 8.4. Формирование, распределение и фактическое использование водных ресурсов странами Центральной Азии (International Law Sources..., 2015).

Использование водных ресурсов в различных отраслях в Таджикистане

Основными водопользователями в Таджикистане являются – питьевое водоснабжение и санитария, гидроэнергетика, орошаемое земледелие, промышленность, рыбное хозяйство, рекреация и окружающая среда. Республика Таджикистан фактически использует всего

17–20% формирующихся на ее территории водных ресурсов. В среднем, за период проведенных наблюдений (1985–2014 гг.) годовой объем использованных различными отраслями экономики страны водных ресурсов составил от 8,0 до 14,5 км³/год (рис. 8.5).



Отрасль	Объем водопользования	
	млн м ³	%
Хозяйственно-питьевая	400	3,55
Сельскохозяйственное водоснабжение	133	1,18
Промышленность	607	5,39
Рыбное хозяйство	100	0,89
Сельскохозяйственное орошение	10 000	88,81
Другие нужды	20,5	0,18
Итого	11 260,5	100

Рисунок 8.5. Использование водных ресурсов в различных отраслях в Таджикистане (Информационный листок Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан, 2016).

Использование водных ресурсов в различных отраслях в Узбекистане

Самым большим потребителем водных ресурсов является орошаемое земледелие, забирающее порядка 90% объема используемых водных ресурсов, что составило в среднем за 2009-2011 г 46,6 км³ в год (рис. 8.6).

На нужды промышленности, коммунального хозяйства и других отраслей народного

хозяйства используется от 10 до 11% от общего объема водопотребления.

На питьевые и коммунальные нужды ежегодно забирается от 2,36 до 2,39 км³, что составляет половину объема потребления воды всеми неирригационными отраслями (Стандарты и нормы..., 2011).

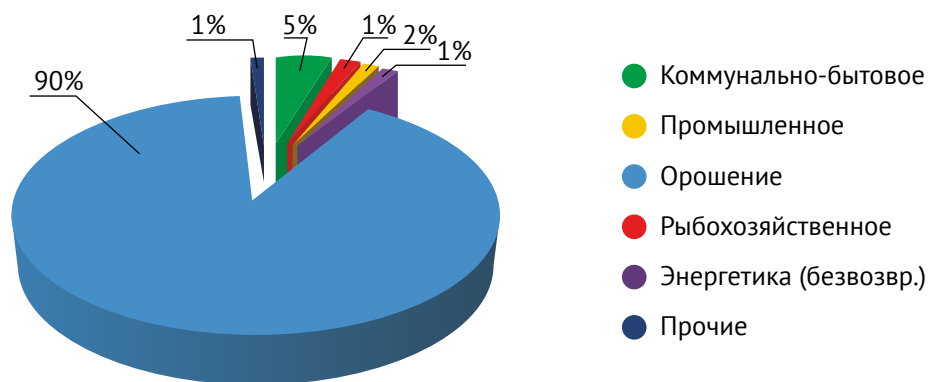


Рисунок 8.6. Использование водных ресурсов по отраслям экономики Республики Узбекистан в среднем за 2009-2011 гг., % (Министерство сельского и водного хозяйства..., 2014).

Использование водных ресурсов в различных отраслях в Кыргызстане

Обобщенные результаты расчетов перспективного водопотребления по различным отраслям экономики и по Республике в целом представлены в таблице 8.3. Самым большим потребителем

водных ресурсов является орошаемое земледелие, забирающее порядка 90% объема используемых водных ресурсов, что составило в среднем за 2005 г 7500-8500 млн м³ в год.

Таблица 8.3. Расчетные показатели внутреннего водопотребления Кыргызстана.

Наименование сектора водопотребления	Прогноз водопотребления, млн.м ³				% от общего водопотребления в 2020 году
	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	
Городское коммунальное водоснабжение	95–100	105–111	121–126	138–146	1,2
Водоснабжение городских организаций	17–18	19–20	21–22	24–26	0,2
Водоснабжение городских промышленных предприятий	20-40% от объемов водопотребления				
Водоснабжение сельского населения	97–100	115–120	152–157	175–193	1,5–1,6
Водоснабжение сельских организаций	19–20	23–24	30–31	35–39	0,3
Водоснабжение сельских промышленных предприятий	До 5% от объемов водопотребления				
Орошаемое земледелие	7500–8500	8500–9500	9500–10000	10000–10600	89–90
Промышленность	350–400	500–550	600–650	630–700	5,9–6,0
Энергетика	10,5	11	11,5	13	0,1
Лесное хозяйство	20,5	21	21,5	22	0,2
Рыбное хозяйство	65	70	75	80	0,6–0,7
Другие отрасли экономики	30	40	50	60	0,5–0,6
Всего по Республике	8204–9264	9104–10467	10582–11144	11167–11879	100

Интегрированное управление водными ресурсами

Опыт работы в регионе с начала 2000-х годов показывает, что Интегрированное Управление водными ресурсами (ИУВР) может обеспечить основу повышения уровня водной безопасности. Успехи были отчасти достигнуты из-за хорошего понимания профессионалами необходимости более эффективного использования имеющихся скудных водных ресурсов. Создание движущих сил было важно для обеспечения механизма запуска изменений и оказания поддержки в продвижении дальнейшего развития и совершенствования. Политическая поддержка была также важна, так как чиновники узнали о видимых преимуществах реформ ИУВР, результатами которых стало снижение потерь воды и рост производительности труда. В Казахстане после завершения плана ИУВР сектор управления водными ресурсами с более демократическим участием заинтересованных сторон и меньшим влиянием правительственных чиновников и профессионалов продемонстрировал, как добиться признания всех бенефициаров, в том числе правительства, в виде национальной долгосрочной программы.

Подход «сверху-вниз» в Казахстане охватил национальный и бассейновый уровни. Это помогло заложить правовые и институциональные основы деятельности национального регулирующего органа и бассейновых подразделений; адаптировало существующие структуры и методы управления для будущего развития ИУВР. Был достигнут определенный прогресс в улучшении информационных систем управления водными ресурсами и в разработке национальной программы по улучшению управления водными ресурсами. Но этот проект плохо работал ниже бассейнового уровня в сфере привлечения конечных водопользователей в ИУВР. Из 177 пунктов плана только три были посвящены вопросам

управления водными ресурсами ниже бассейнового уровня. Национальные водные советы и бассейновые водохозяйственные советы все еще возглавлялись административными государственными служащими, а не избранными заинтересованными сторонами.

Многоуровневая перспектива составила костяк проекта ИУВР в Ферганской долине (ИУВР-Фергана). Он был реализован национальными группами из Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана на подкомандных территориях канала Араван-Акбура в Кыргызстане, канала Ходжа-Бакирган в Таджикистане и Южного Ферганского канала в Узбекистане. Территория охватывает более 116 тысяч га орошаемых земель, обслуживаемых системой каналов. Швейцарское Бюро по сотрудничеству и развитию (SDC) оказало финансовую помощь, а техническое содействие оказали Международный институт управления водными ресурсами (IWMI) и Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии в Центральной Азии (НИЦ МКВК). Они предоставили методическое и организационное руководство реализации проекта (Духовный и др., 2008).

Многоуровневый подход должен был охватить несколько уровней иерархии управления водными ресурсами начиная с конечных водопользователей и бывших внутрихозяйственных сетей колхозов (коллективных хозяйств) и совхозов (советских хозяйств) до главного управления канала и за его пределами и бассейнов малых трансграничных рек. Цель состояла в том, чтобы управлять взаимозависимостями между различными заинтересованными сторонами с общей целью обеспечения более защищенных источников существования, повышения

экологической стабильности и большей социальной гармонии.

В проекте использовался целый ряд инструментов для принятия организационных, правовых, финансовых и инженерно-технических мер. Совместная деятельность заинтересованных сторон на всех уровнях была основана на согласованных процедурах и методах равноправного и стабильного распределения воды, контролируемого водопользователями. Проект пересмотрел институциональную структуру управления водообеспечением в соответствии с гидрографическими границами, связал несколько уровней водной иерархии, установил межотраслевую интеграцию, связал различные типы воды, и перешел от управления, основанного на предложении, на управление, основанное на спросе.

Введение компьютерной модели ежедневного распределения воды на уровне ассоциации водопотребителей (АВП), в том числе, элементов географических информационных систем (рис. 8.7), позволило улучшить принятие решений при изменении условий оросительных контуров (наличие воды, погодные параметры). Также это позволило своевременно откорректировать графики распределения по отводам АВП. Данная модель была протестирована в АВП «Акбарабад», и показала, что оператор АВП быстро научился использовать модель с большой пользой. К 2012 году ежедневные графики распределения воды были приняты и использованы на практике на площади около 100 тыс. га в рамках орошаемых контуров АВП по всей Ферганской долине.

Внедрение ИУВР в практику является одним из основных условий успешного проведения реформы водного сектора Республики Таджикистан. Об ИУВР имеются различные представления, но на практике все они используют один и тот же принцип. В данном документе используется представление, изложенное в Водном кодексе Республики Таджикистан от 16 апреля 2012 года и адаптированное

к местным условиям страны. В соответствии с этим понятием ***интегрированное управление водными ресурсами*** – это система управления, основанная на учете и взаимном влиянии водных ресурсов (поверхностные, подземные и возвратные воды) и земельных ресурсов, также других связанных с ними природных ресурсов в конкретных гидрографических границах, гармонизирует заинтересованность подсекторов, различных уровней водопользования и природных ресурсов и вовлекает их в процессы принятия решений, планирования, финансирования в интересах устойчивого развития общества и охраны окружающей среды.

ИУВР основано на следующих принципах.

- Установление динамичных, скоординированных, последовательных многоотраслевых взаимоотношений по использованию водных ресурсов, включая выявление и защиту потенциальных источников чистой воды.
- Планирование устойчивого и разумного использования, рациональное использование водных ресурсов, учет потребностей и приоритетов общества, реализация политических и экономических программ развития страны.
- Разработка, реализация и рассмотрение малозатратных социально востребованных проектов и программ, разработанных на основании разносторонних стратегий, и предусматривающих широкое общественное участие, включая женщин, молодежи, местного населения в формировании политики и решении проблем и конфликтов.
- Совершенствование и/или развитие необходимых организационных, правовых и финансовых механизмов для обеспечения непредвзятого внедрения ИУВР в целях ускорения устойчивого социального прогресса и экономического развития.

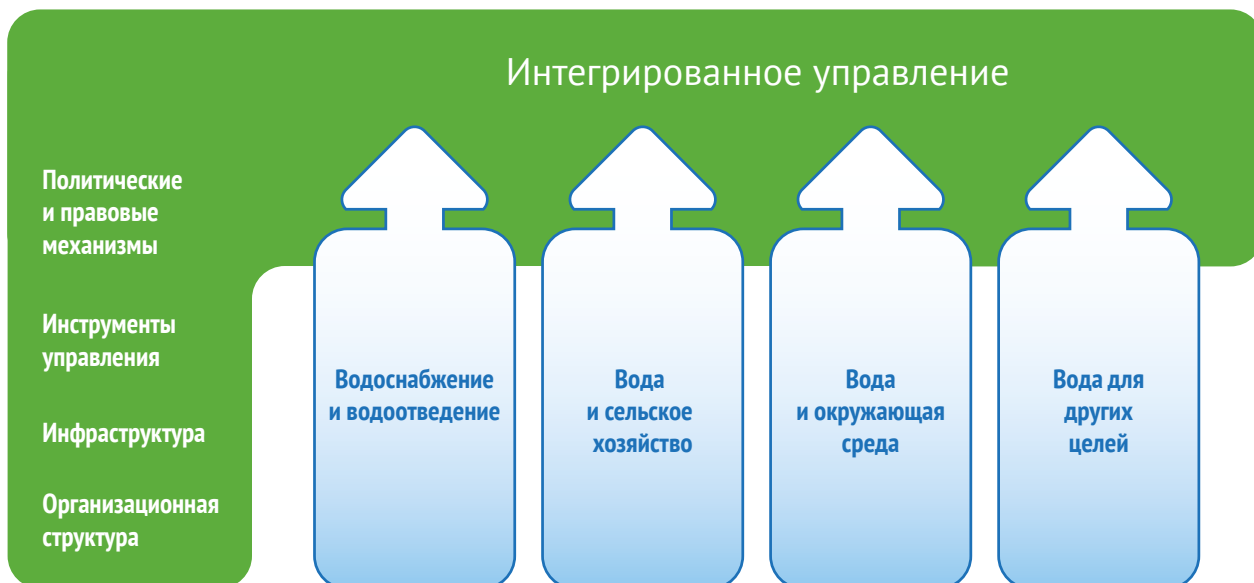


Рисунок 8.7. Схема ИУВР, объединенная с Глобальным Водным Партнерством, 2002. (Постановление Правительства Республики Таджикистан..., 2015).

В современных условиях Республики Таджикистан требуется внедрение только основных элементов ИУВР, которые с технической, экономической, социальной, экологической и политической точек зрения необходимы и возможны.

Особенности управления водными ресурсами в Республике Таджикистан:

- особое значение гидроэнергетики;
- значимость оплаты водных услуг;
- предотвращение истощения подземных вод;
- значимость доступа к ирригационной воде;
- переход на принципы бассейнового управления;
- необходимость общественного участия;
- уделение особого внимания уязвимости горных регионов и укрепление защиты от наводнений.

Водосберегающие технологии орошения сельскохозяйственных культур

В настоящее время из-за отсутствия противофильтрационных «одежд» на проводящей и распределительной сети, из-за применения примитивного бороздкового полива и бесхозяйственности водопользователей в среднем по республикам Центральной Азии коэффициент использования воды составляет 0,42 (58% воды, забираемой из источника орошения, теряется в каналах и на поливных участках). Из-за этого происходят

просадочная деформация полей, засоление и заболачивание нижерасположенных земель и другие нежелательные явления.

По результатам оценки и анализа материалов мониторинга установлено следующее:

- использование больших объемов воды на орошение, как за весь период вегетации, так и по отдельным поливам;

- поливные нормы по хозяйствам варьируют в пределах 2,0–2,5 тыс. м³/га;
- большая неравномерность использования оросительной воды;
- основными затратами оросительной воды являются потери на инфильтрацию (до 40 %) и сброс с орошаемого поля (до 32% от «брутто» водоподачи поля);
- эффективность использования оросительной воды в хозяйствах очень низка и составляет 0,4–0,6;
- значительные потери оросительной воды в хозяйствах происходят в зависимости от: почвенно-климатических условий; рельефа местности; спланированности земель; неверно выбранной технологической схемы полива.

В этих условиях для повышения продуктивности использования водно-земельных ресурсов переход на «водосбережение» имеет важное значение.

Основные задачи водосбережения:

- экономия оросительной воды;
- увеличение эффективности использования оросительной воды;
- улучшение продуктивности использования воды и земли.

Методы водосбережения:

- гидротехнические (водоучет, водооборот, режим орошения, техника полива, промывные и влагозарядковые поливы, повторное использование сбросных вод, регулирование стока и т. д.);
- агротехнические (структура орошаемых площадей, обработка почвы, повышение плодородия почвы, борьба с непроизводительными потерями воды, лесонасаждение и т.д.);
- организационные (платное водопользование, организация и дисциплина водопользования, обучение и т. д.).

Водосберегающие приемы, техники и технологии полива сельскохозяйственных культур в зависимости от капиталоемкости можно разделить на две группы.

Водосберегающие технологии, требующие малых затрат: соблюдение рекомендованных оптимальных режимов орошения и оптимальных элементов техники бороздкового полива; поливы по ступенчато-повышаемому коэффициенту фильтрации; поливы по коротким бороздам; поливы с переменными струями; применение субиригации; зигзагообразные микроборозды; использование засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур; глубокое рыхление с оборотом пласта; применение люцерновых севооборотов; создание искусственных экранов; применение гидрогелей и полимеров.

Водосберегающие технологии, требующие больших затрат: капельное орошение; дождевание, синхронно-импульсное дождевание; подпочвенное и внутрпочвенное орошение; различные виды микроорошения.

Мировой опыт показывает, что продуктивность использования воды зависит от применяемой технологии орошения сельскохозяйственных культур. Технология орошения сельскохозяйственных культур, в свою очередь, связана с почвенно-рельефными условиями территории, с принятым способом орошения, с видом сельскохозяйственных культур и другими факторами (Портал знаний о водных ресурсах..., 2018). Так, из 4-х существующих способов орошения поверхностный бороздковый имеет наибольшее применение в аридной зоне, способ полива дождеванием – в гумидной зоне и в зоне недостаточного увлажнения. Капельное – в странах, где наблюдается острый дефицит оросительной воды. Подпочвенное (внутрпочвенное) из-за трудности в эксплуатации не нашло широкого применения нигде в мире.

В Центрально-Азиатских странах (как в аридной зоне) на 90% площади

применяется поверхностно-бороздковый полив сельскохозяйственных культур. С учетом почвенно-рельефных условий территорий республик предложены следующие приемы и технологии орошения:

- улучшение качества бороздкового полива пропашных культур и садов-виноградников, путем нарезки микроборозд катками и активными рабочими органами;
- для распределения воды на орошаемые поля при бороздковом поливе рекомендуется использовать передвижную и стационарную трубчатую сеть;
- капельное орошение рекомендуется для высокорентабельных сельскохозяйственных культур (хлопок, цитрусовые, сады и виноградники) при остром дефиците оросительной воды;
- орошение кормовых культур синхронно-импульсивным дождеванием (КСИД-10);
- подпочвенное орошение виноградников;
- орошение цитрусовых культур на террасах.

Следует отметить, что при уклонах 0,02–0,20 градусов преимущественно должны применять микробороздковый полив с раздачей воды из переносной и стационарной трубчатой сети. Практика применения бороздкового полива показывает, что сброс оросительной воды при этом составляет 20–30 % и происходит большая ирригационная эрозия почвы (50–150 т/га за вегетационный период). Из-за слабой механизации и несовершенства технологии полива производительность труда поливальщика невысока (20–30 га за сезон) и качество полива (коэффициент равномерного увлажнения 0,6) очень низкое.

Применение водосберегающих технологий орошения позволяет:

- сократить водозабор на орошаемую территорию до 30%;

- уменьшить оросительную норму до 2000–4000 м³/га;
- уменьшить расход оросительной воды на единицу урожая для хлопчатника с 3,1–3,5 до 1,4–2,1 тыс. м³/т;
- увеличить прибыль на единицу использованной воды на хлопчатнике от 0,07 до 0,13 \$/м³, на пшенице – от 0,04 до 0,17\$/м³ только за счет соблюдения оптимальных режимов орошения с соответствующими им поливными нормами, при применении оптимальной технологической схемы возможно повышение эффективности использования оросительной воды в среднем по Таджикистану на 14%, по Узбекистану на 26%, Туркменистану до 30%, Казахстане на 22% и по Киргизии на 24%.

Внедрение новой прогрессивной техники и технологии орошения обеспечивает получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур: хлопка – 40–60 ц/га, зерновых – 50–60 ц/га, винограда – до 200–250 ц/га, овощей – 1000 ц/га, зеленой массы люцерны – 800–1000 ц/га при повышении производительности труда в 3–4 раза, экономии оросительной воды в 1,5–3 раза.

В настоящее время наиважнейшей задачей Центрально-Азиатского региона является решение проблемы сохранения нынешнего уровня Аральского моря. Для решения данной проблемы учеными предлагаются различные варианты. По мнению ученых, широкое применение водосберегающей технологии орошения и микроорошения позволяет экономить оросительную воду, способствовать частичному решению Аральской проблемы. Таким образом, внедрение водосберегающих технологий и технических средств орошения является важным условием водосбережения. Поэтому назрела необходимость постепенного перехода к применению водосберегающих технологий орошения с привлечением иностранных инвесторов, в первую очередь на фермерских и дехканских хозяйствах

Таджикистана и в целом в республиках Центральной Азии.

Капельное орошение – это способ полива, при котором вода по системе полиэтиленовых трубопроводов и микроводовыпусков (эмиттеров) подается в корневую зону растений, которая позволяет получить максимальные результаты и минимально использовать воду, удобрения и другие ресурсы. Капельное орошение является управляемым способом локального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы, которое может применяться в любых рельефных условиях.

Важнейшее преимущество капельного орошения – это значительная экономия оросительной воды, обеспечение равномерного увлажнения почвы, резкого снижения потерь воды на глубокое просачивание, испарение, поверхностный сток и снос ветром. Подаваемая к растению вода используется почти исключительно на транспирацию.

Система капельного орошения (СКО), в отличие от обычного способа внесения больших доз удобрений, несколько раз за вегетационный период позволяет подавать растению растворимые питательные вещества локально в небольшом количестве и в нужные сроки, что обеспечивает более полное их усвоение растением и значительную экономию средств на закупку удобрений.

Базовая комплектация СКО состоит из: источника водоснабжения (насосная станция); фильтростанции; узла подготовки и внесения удобрений; магистрального трубопровода; регуляторов давления; разводного трубопровода; клапана высвобождения воздуха; соединительной и запорной арматуры; капельных линий; контрольно-измерительных приборов (рис. 8.8).

Система капельного орошения включает следующие компоненты:

Насосная станция и узел очистки воды предназначены для создания необходимого давления в системе трубопроводов, очистки

воды от взвешенных частиц и загрязнений, а также внесения в нее минеральных удобрений и гербицидов.

Магистральные и распределительные трубопроводы и фитинги предназначены для подачи воды от насоса к поливным участкам.

Водораспределительная и регулирующая аппаратура предназначена для регулирования давления и количества подаваемой воды. В автоматическом режиме обеспечивает высокую точность подачи воды на орошаемый участок.

Капельницы и капельные линии.

Полимерные трубки небольшого (12–20 мм) диаметра служат для доставки воды от распределительного трубопровода к растениям. Капельницы и капельные линии – основной элемент СКО, их назначение пропускать воду из трубопровода в строго дозированных нормах. Наиболее распространенными в настоящее время являются капельницы с расходом от 1 до 8 л/сек.

Преимущества капельного орошения перед бороздковым поливом:

- Постоянное локальное увлажнение позволяет эффективно использовать песчаные почвы, склоновые земли там, где бороздковый полив невозможен.
- Капельное орошение экономит до 50% воды, ГСМ и удобрений и значительно повышает урожайность. При этом снижаются по сравнению с бороздковым поливом трудовые затраты.
- В горных условиях предотвращается эрозия, размыв почвы из-за больших уклонов, что благоприятно сказывается на экологии. Снижается вероятность распространения болезней и сорняков, переносимых в обычном поливе поверхностной оросительной водой.
- Увеличение посевных площадей за счет экономии оросительной воды, а также повышение занятости трудоспособного населения.

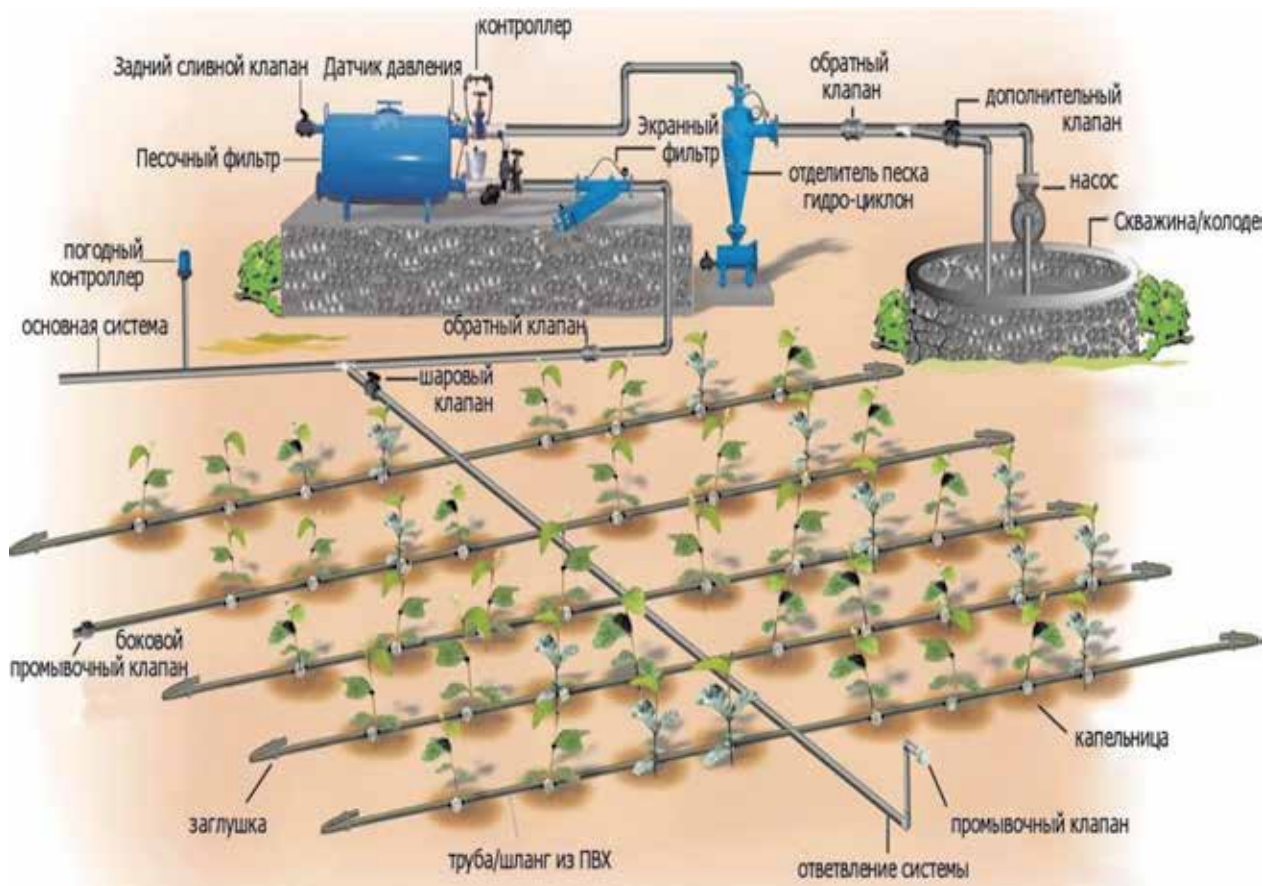


Рисунок 8.8. Система капельного орошения для пропашных культур (хлопчатник, овощные, зерновые, кормовые культуры). (Рекомендации по применению технологии..., 2014).

- Возможность достичь более высокого урожая. Почва при таком поливе не поддается переувлажнению, значит корни растений свободно дышат под землей, при этом овощи созревают на 10–15 дней раньше.
- Дополнительный источник питания растений. Растворенные в воде удобрения путем капельного орошения попадают именно на корни растения, а не на грунт возле нее.
- Отсутствие риска заболеваний. При капельном поливе листья растений остаются нетронутыми. Это позволяет снизить степень заболевания листьев, которые возникают при появлении на них влаги.
- Удобный сбор урожая. При использовании полива увлажняется только грунт под самим растением, а земля между грядками остается сухой.

Это позволяет беспрепятственно ходить между грядками, обрабатывать их и собирать урожай.

- Предотвращение эрозии почвы. Отсутствие поверхностного стока при капельном орошении исключает возможность водной эрозии почвы, поэтому капельное орошение дает возможность применять полив на склонах или участках со сложной топографией.

Дождевание, или орошение дождеванием, проводится с помощью дождевальных устройств. Дождевальные устройства, в свою очередь, в зависимости от способа перемещения и создаваемого напора подразделяются на дождевальные агрегаты, машины и установки.

Дождевальные агрегаты состоят из самоходной опоры и насосного

агрегата, смонтированного в комплекте с дождевальным устройством.

Дождевальные машины включают в себя самоходную опору с навешенным дождевальным устройством. Требуемый напор воды создается насосной станцией.

Дождевальные установки представляют собой дождевальные устройства на стационарных или переносных опорах. Воду подают по напорной оросительной сети насосные станции.

На объектах ландшафтной архитектуры для орошения насаждений применяются в основном дождевальные установки, которые классифицируются:

- по создаваемому напору – на низконапорные (менее 30 м) и высоконапорные (более 30 м); обычно напор составляет 50...60 м;
- принципу проведения полива – на неподвижные и вращающиеся вокруг вертикальной оси;
- конструкции оросительной сети – на открытые и закрытые;
- принципу создания напора – на самонапорные системы и системы, создаваемые напор насосными станциями или насосами дождевальных устройств;
- способу перемещения в пределах орошаемого участка – на стационарные, перемещаемые и самоходные.

Все дождевальные устройства оборудуются дождевальными насадками и аппаратами (дождевателями, турбодождевателями). Дождевальные насадки и аппараты представляют собой рабочий орган, преобразующий поток воды в дождевые капли. Аппараты отличаются от насадок наличием подвижных частей. Насадка только распыляет поток, а аппарат распыляет и распределяет его по площади.

Дождевальные устройства в зависимости от радиуса действия подразделяются на короткоструйные (менее 10 м),

среднеструйные (10... 50 м) и дальнеструйные (более 50 м).

По принципу создания искусственного дождя насадки подразделяются на дефлекторные (отражательные) и струйные. В дефлекторных насадках вода дробится на капли при ударе о твердое препятствие (дефлектор) и орошает вокруг себя круг или часть круга.

В струйных насадках вода вытекает из сопла с большой скоростью, встречает сопротивление воздуха и постепенно распадается на капли. Струйные насадки в неподвижном положении создают неравномерный слой дождя по длине струи. Наибольший слой образуется на расстоянии $0,8...0,85R$, где R – радиус полета струи.

Для создания более равномерного дождя в дождевальных аппаратах, с одной, стороны устанавливают несколько (1...3) сопел, а с другой – заставляют вращаться дождевальные аппараты вокруг вертикальной оси. При этом радиус полета струй уменьшается на 10... 15 %.

На равномерность увлажнения площади большое влияние оказывает ветер, поэтому полив по кругу проводят при скорости ветра до 2... 2,5 м/с. При более сильном ветре полив осуществляют по сектору (обычно 240°). При этом расстояние между подводными трубопроводами зависит от схемы размещения дождевальных аппаратов.

При подборе дождевальных насадок и аппаратов необходимо знать, как их характеристики, так и впитывающие свойства почвы для соблюдения основного условия дождевания – средняя интенсивность дождя не должна превышать впитывающую способность почвы в конце полива. Для этого экспериментально определяют впитывающую способность почвы. Необходимо учитывать, что при эксперименте с затоплением (почвенные заливные рамы) скорость впитывания всегда будет выше реальной скорости впитывания при дожде.

При применении дождевания на территории объекта следует помнить о необходимости поддержания почвы в рыхлом состоянии.

В зависимости от мощности струи машины бывают 3 видов:

- дальнеструйные, длина их струи находится в пределах 40–80 м;
- среднеструйные, струя для полива бьет на расстояние от 15 до 35 м;
- короткоструйные, полет их капель не отличается дальностью, достигая 6 м в среднем.

Машины также отличаются принципом действия:

- стационарные или позиционные;
- полустационарные;
- транспортабельные или передвижные.

В зависимости от насадок, машины бывают 2 типов:

- струйные
- веерные

С целью орошения кормовых и овощных культур применяются короткоструйные машины. Они навешиваются с помощью специального оборудования на трактор. Примером такого агрегата может выступать ДДА-100МА. Он имеет размах крыльев больше 100 м, на них расположены специальные дождевальные насадки, с помощью которых происходит орошение поля водой. Другой узел установки – всасывающая линия. Она нужна для того, чтобы вода из закрытой оросительной сети подавалась к центробежному насосу, а он, в свою очередь, доставлял ее к дождевальным насадкам. Перед включением насоса линия заполняется водой при помощи инжектора, всасывающего устройства.

Внутрипочвенное орошение – это способ орошения, при котором оросительная вода поступает в корнеобитаемый слой почвы из системы подпочвенных

увлажнителей (водоводов). При этом обеспечивается равномерность полива, поддерживается влажность корнеобитаемого слоя почвы, сохраняется структура почвы, предотвращается появление на ней корки, снижается расход поливной воды и уменьшаются ее потери на испарение с поверхности почвы, создаются условия для автоматизации всего технологического цикла орошения. Внутрипочвенное орошение применяют при возделывании овощных и плодовых культур, винограда, хлопчатника на плоских участках с хорошо водопроницаемыми незасоленными почвами, на склонах с рыхлым почвенным покровом, подстилаемым водонепроницаемыми или слабопроницаемыми грунтами.

Внутрипочвенное орошение основано на действии всасывающей силы почвы, поэтому его можно применять на почвах с хорошими капиллярными свойствами и водонепроницаемой подпочвой и нельзя – на песчаных, супесчаных, галечниковых, присадочных и засоленных.

По способу подачи воды внутрипочвенные системы делят на вакуумные или адсорбционные с капиллярным увлажнением (вода поступает к растениям благодаря всасывающим силам почвы), низконапорные с капиллярно – гравитационным увлажнением (вода распределяется по сети самотеком) и напорные с гравитационно – капиллярным увлажнением (вода подается в почву при создании искусственного напора).

Система внутрипочвенного орошения состоит: из источника, головного водозабора (насосной станции), водорегулирующего блока (подкормщика), магистрального и распределительных трубопроводов, внутрипочвенных увлажнителей и арматуры на сети. Увлажнители делают из гончарных, полиэтиленовых, гладких и перфорированных труб.

Наибольшее применение нашли перфорированные увлажнители, которые закладывают навесным бестраншейным трубоукладчиком на глубину 0,45...0,6

м с расстоянием 1,25... 1,5 м (не более 2 м) друг от друга, длиной 50...200 м. Рекомендуют в качестве увлажнителей применять полиэтиленовые трубы диаметром 20...40 мм с толщиной стенок 1,5...2 мм. Удельный расход увлажнителя 0,02...0,33 л/с, напор – 0,2...0,5 м.

Основные преимущества внутрипочвенного орошения: возможность поддерживать влажность активного слоя почвы на уровне капиллярной влагоемкости; структура пахотного горизонта не разрушается поливами, не образуется корка, испарение с поверхности почвы меньше и запасы воды в почве сохраняются дольше, чем при поливе дождеванием; полив автоматизирован, и затраты труда при этом незначительны, нет препятствий для механизации всех сельскохозяйственных работ, так как отсутствуют временная оросительная и поливная сеть; меньше сорняков; можно использовать сточные воды и тепловые отходы ТЭС для выращивания ранних овощей.

Недостатки внутрипочвенного орошения: высокая стоимость строительства системы; невозможность использования на легких, просадочных и засоленных почвах; слабое увлажнение верхнего слоя почвы, что ухудшает условия всходов и приживаемости рассады овощных и других культур; большие потери воды на фильтрацию в горизонты ниже активного слоя почвы; необходимость осветления оросительной воды во избежание заиливания оросительных труб.

Водоучет в оросительных системах.

Водоучет – система измерений и регистраций объема воды на гидромелиоративных и водохозяйственных объектах. Водоучет позволяет обеспечить контроль использования водных ресурсов и составляет основу для диспетчерского управления водораспределением и водоподачей на оросительных системах.

Учет воды на оросительных системах является основой проведения планового водопользования.

Задачи службы учета оросительной воды следующие:

- получение данных о водных запасах систем в многолетнем и годичном разрезах;
- определение расходов и объемов воды для составления и корректировки планов водопользования, определение потерь воды в межхозяйственной и внутрихозяйственной оросительных сетях;
- обеспечение системы необходимыми данными для учета и регулирования воды в любой точке ее забора и распределения; составление фактических данных эксплуатационной гидрометрии для правильной и своевременной технической эксплуатации оросительной системы.

Работы, связанные с измерением расхода воды, производятся специальным штатом гидрометров, и только при их выполнении возможно плановое регулирование воды на оросительной системе. На межхозяйственной сети каналов наблюдения за стоком и расходами воды производятся:

- при автоматизированном учете постоянно (данные о расходах и горизонтах воды снимаются с приборов один раз в неделю),
- при инструментальном – три раза в сутки (в 7, 13 и 19 часов). Учет воды, поступающей в хозяйства, проводится не реже двух раз в сутки.

Для учета воды на оросительной системе устанавливаются гидрометрические посты.

Для нормального водоучета необходимо в среднем 10–12 постов на 1000 га орошаемой площади.

Водомерные посты подразделяются:

1. Посты учета водных запасов источника орошения – посты связи с опорной сетью или опорные гидropосты.
2. Посты балансового водоучета. Эти посты предназначены для учета воды,

поступившей в систему и на отдельные балансовые участки и сброшенной с них. Они устанавливаются в голове системы, на границах балансовых участков, на коллекторно-сбросной сети, на транзитных участках каналов.

3. Посты оперативного водоучета.

С помощью этих постов производится распределение воды по сети каналов системы; устанавливаются они на всех узлах распределения воды (кроме последних узлов – по каждому межхозяйственному каналу, где роль постов оперативного учета выполняют хозяйственные посты).

4. Посты учета выдела воды водопотребителям (хозяйственные посты или посты в точках выдела воды хозяйствам). Служат для определения объемов воды, подаваемых хозяйствам за сутки, декаду.

5. Посты на внутрихозяйственной оросительной сети для учета распределения и контроля использования воды водопользователями данного хозяйства и для определения фактических поливных норм.

Кроме того, иногда предусматриваются посты наблюдения за горизонтами воды на дамбовых участках каналов, а также специальные посты для выполнения научно-исследовательских и изыскательских работ.

Оборудование водомерных постов принимается в зависимости от их назначения, типа оросительной сети (открытая или закрытая) и величины расходов воды, подлежащих учету. Конструкция гидрометрических постов и их оборудование должны соответствовать современным требованиям и при этом обеспечивать оперативное определение гидравлических показателей (уровень воды, скорость и расход потока, суммарный сток воды и т.д.).

В зависимости от рельефа местности, расхода воды и прочих условий, рекомендуются следующие водомерные устройства:

- Водосливы Чиполетти и Томсона.
- Водомерный лоток САНИИРИ.
- Водомерное сооружение с фиксированным руслом.
- Водомерный лоток Вентури.
- Водомерное сооружение Пролог.
- Водомерный лоток Паршалла

Область и условия применения. Водосливы расходомерные применяются на открытых каналах при условии свободного истечения, то есть, когда уровень воды в канале не превышает гребень водослива с нижнего бьефа; подпор от водослива не должен приводить к наращиванию дамб канала и уменьшать необходимую пропускную способность головного сооружения (водовыпуска); наличие взвешенных и донных наносов в потоке не должно приводить к частой очистке подходного участка канала.

Выбор типа водослива. Выбор типа водослива для каналов происходит путем сравнения кривых расходов канала и водослива:

- На зависимость $Q = f(H)$ канала накладывается зависимость $q = f(h)$ водослива.
- Для конкретного расхода $Q = q$ определяется глубина воды в канале и на кромке водослива.
- Эта операция проводится для нескольких значений $Q_i = q_i$.
- Сопоставляются полученные значения глубин в канале и на водосливе, которые должны быть очень близкими.
- Если значение глубин канала и водослива отличаются более чем на 10 %, то необходимо менять тип водослива в большую или меньшую сторону.
- Все операции по расчету и сравнению глубин повторяются до получения необходимого результата.

Установка водосливов. Для установки водосливов всех типов и размеров необходимо, чтобы участок канала до водослива был прямолинейным с симметричным поперечным сечением на протяжении 10-15 ширин канала по дну; надо знать максимальный и минимальный расходы; поперечное сечение канала в створе установки водослива с соответствующими значениями глубин.

Водослив следует устанавливать на середине участка в предварительно подготовленный траншею и врезать его в дно и в откосы канала так, чтобы порог водослива был строго горизонтальным, стенка – вертикальной и ось водослива совпадала с осью канала. Высота порога водослива должна быть больше максимальной глубины воды в канале за водосливом.

В случаях, когда подходная скорость течения воды, измеряемая поплавком, больше 0.5 м/с, ширину канала перед водосливом необходимо расширить, а дно углубить.

Примыкающий к водосливу в траншею грунт надо плотно утрамбовать, чтобы не было донной и боковой фильтрации воды. Для стационарного водослива участок канала ниже водослива крепится на длине равной 2-3 максимальных глубины перед водосливом.

Измерение расхода воды. Систематические измерения расхода воды проводят путем отсчета по расходомерной рейке и записывают в книге наблюдений с отметками дня и времени. При наличии двух боковых реек берется средний отсчет.

Расходомерные рейки градуируются делениями через 1 л/с. Градуировка реек

и определение расхода воды проводятся по известным формулам:

- Для трапецеидальных водосливов ВЧ-50 и ВЧ-75

$$Q = 1,9bH \sqrt{H}, [m^3c]$$

- Для треугольного водослива ВТ

$$Q = 1,4H^2 \sqrt{H}, [m^3c]$$

где b – ширина порога водослива (м); H – напор над порогом (м).

При отсутствии расходомерных реек используются обычные рейки с сантиметровым делением.

Эксплуатация водосливов. Для нормального, допустимо-точного (погрешность не более + 5 %) учета воды следует соблюдать следующие правила:

- систематически проверять горизонтальность порога, вертикальность стенки, совпадение нулей реек с уровнем порога;
- в случаях заиливания подходной участок канала следует очищать с тем, чтобы порог был выше дна канала в верхнем бьефе не менее чем на 30 см;
- не допускается затопление гребня водослива с нижнего бьефа, в противном случае необходимо его поднять, то есть увеличить высоту порога;
- периодически, не реже 1 раза в год, производить ремонт водосливной установки, исправление дефектов, окраску, проверку установки реек и т. д.

Список источников

- Водный Кодекс Кыргызской Республики от 9 декабря 2004 года. 2004.
- Водный Кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481-II (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2022 г.).
- Водный Кодекс Республики Таджикистан от 12 февраля 2020 года, №1596.
- Глобальное водное партнерство. 2005. Управление Водными Ресурсами в Узбекистане (Законодательство и Организационная Структура). Global Water Partnership. Ташкент. <http://www.cawater-info.net/library/rus/watlib/watlib-02-2015.pdf>
- Глобальное Водное Партнерство. 2006. Национальный Отчет Кыргызской Республики в Рамках Программы UNEP По Содействию и Помощи Развивающимся Странам в Выполнении Йоханнесбургского Плана Реализации Цели – «Планы Действий По Интегрированному Управлению Водными Ресурсами и Водосбережению». Бишкек. http://cawater-info.net/ucc-water/pdf/ucc_water_report_kyrg_rus.pdf
- Глобальное Водное Партнерство. 2014. Интегрированное Управление Водными Ресурсами в Центральной Азии: Проблемы Управления Большими Трансграничными Реками. <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/technical-focus-papers/05.-integrated-water-resources-management-in-central-asia-2014-russian.pdf>
- Духовный В.А., Мирзаев Н.Н. 2010. Видение по организационному совершенствованию управления водным хозяйством в Ферганской долине. *Сборник научных трудов «Проблемы экологии и использования водноземельных ресурсов в регионе ВЕКЦА»*, Ташкент, 5-15.
- Закон Кыргызской Республики от 14 января 1994 года № 1422-XII Закон «О воде». 1994.
- Закон Республики Казахстан от 23 октября 2000 года «О присоединении Республики Казахстан к Конвенции об Охране и Использовании Трансграничных Водотоков и Международных Озер». 2000.
- Закон Республики Узбекистан 837-XII-сон 06.05.1993 «О Воде и Водопользовании». 1993.
- Кодекс Туркменистана «О Воде» от 1 ноября 2004.
- Конституция Кыргызской Республики. Введена в действие Законом Кыргызской Республики от 5 мая 2021.
- Конституция Республики Казахстан. Принята на республиканском референдуме 30 августа 1995 года, с изменениями и дополнениями по состоянию на 23.03.2019 г.
- Конституция Республики Таджикистан от 6 ноября 1994 года (в редакции закона от 22.06.2003 г.).
- Конституция Республики Узбекистан Действующая редакция конституции Республики Узбекистан от 8 апреля 2017 г.
- Конституция Туркменистана 17 сентября 2016 г.
- Нечаяева Е.Л., Смакова Ж.Ж. 2016. «Национальное Законодательство Стран Центральной Азии в Области Водной Политики.» *Водное Право. Вестник КазНПУ*. 2016. Алматы. <https://articlekz.com/article/18526>

- Министерство Сельского и Водного хозяйства. *Отчет по деятельности водной инспекции Узсувзорат за 2013 год*. Ташкент. 2014
- Постановление Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2015 года № 791 «О Программе реформы водного сектора Республики Таджикистан на 2016-2025 годы»
- Пулатов Я.Э., Мухаббатов Х.М. Водные ресурсы бассейна Аральского моря, вододеление и пути решения дефицита воды // Центральноазиатский журнал географических исследований. 2021. № 1-2. С. 69-83
- Рекомендации по применению технологии капельного орошения сельскохозяйственных культур. 2014. Душанбе.
- Стандарты и Нормы Качества Вод в Республике Узбекистан. 2011. *Национальный доклад*. Ташкент-Алматы. <http://www.eecca-water.net/file/Uzbekistan.pdf>
- Стандарты и Нормы Качества Вод в Республике Узбекистан. 2011. *Национальный доклад*. Ташкент-Алматы. <http://www.eecca-water.net/file/Uzbekistan.pdf>
- Указ Президента Кыргызской Республики «Об основах внешней политики Кыргызской Республики в области использования водных ресурсов рек, формирующихся в Кыргызстане и вытекающих на территории сопредельных государств». 1997.
- FAO. 2012. Transboundary River Basin Overview – Aral Sea. <https://www.fao.org/3/CA2139EN/ca2139en.pdf>
- International Law Sources Framing Cooperation on Transboundary Watercourses. 2015. <https://journals.openedition.org/asiecentrale/3180?lang=en>
- Pohl B., Kramer A., Hull W., Blumstein S., Abdullaev I., Kazbekov J., Reznikova T., Strikeleva E., Interwies E., Görlitz S. 2017. *Rethinking Water in Central Asia. The Costs of Inaction and Benefits of Water Cooperation*. Adelphi/CAREC. <https://carececo.org/Rethinking%20Water%20in%20Central%20Asia.pdf>
- Projects in Central Asia. Regional Dialogue and Cooperation on Water Resources Management. 2021. <https://www.unece.org/env/water/centralasia.html>
- Электронные ресурсы:**
- Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций. Проблемы Бассейна Аральского моря и значение регионального сотрудничества. 2018. www.unece.org
- Международный фонд спасения Арала в Республике Казахстан. 2017. <https://kazaral.org>
- Портал знаний о водных ресурсах. Организационная структура управления водным хозяйством в странах Центральной Азии. 2018. <http://www.cawater-info.net/library/>

Государственная политика устойчивого управления земельными ресурсами

Е.В. Белова

Целью государственной политики должно быть улучшение качества жизни людей. Качество жизни определяется как материальными благами, в основе которых лежат доходы, так и нематериальными, такими, как условия окружающей среды, состояние здоровья, уровень образования, социальное окружение, состояние продовольственной безопасности и питания, возможности удовлетворения культурных и духовных потребностей (Davies et al., 2015).

На качество жизни людей значительное влияние оказывает продуктивность и состояние земельных ресурсов, в том числе состояние экосистем и биоразнообразие. В связи с этим важным направлением государственной политики должна быть политика в области устойчивого управления земельными ресурсами, направленная на улучшение состояния и продуктивности земель.

Для эффективной разработки и реализации мер политики в области УУЗР необходимо учитывать влияние различных факторов на состояние и продуктивность земельных ресурсов. Рассмотрим, какие именно факторы наиболее важны. Состояние и продуктивность определяется практиками использования земель, а именно, видами землепользования (сельскохозяйственное и несельскохозяйственное, растениеводство и животноводство), набором культур, если

это растениеводство, интенсивностью использования, применяемыми ресурсами и технологиями, применением мелиорации земель и ее методами, наличием лесозащитных насаждений, возможным применением специальных практик УУЗР, размерами хозяйств и другими.

Практики использования земель определяются решениями землепользователей: сельскохозяйственных и несельскохозяйственных.

К несельскохозяйственным вариантам землепользования относятся, например, промышленное, транспортное, гидротехническое, жилищное строительство.

Решения производителей сельскохозяйственной продукции зависят от факторов, действующих на глобальном, национальном, наднациональном и местном уровне, а также на уровне домохозяйств.

На национальном уровне решения производителей сельскохозяйственной продукции о том, что и как производить и как использовать земельные ресурсы определяются различными факторами такими, как численность, рост, структура и плотность населения, доход и спрос на продовольствие, экспорт и импорт сельскохозяйственной продукции и продовольствия, цены на ресурсы и сельскохозяйственную продукцию,

доступность результатов научных исследований и разработок, технологий в области сельского хозяйства и управления земельными ресурсами, доступность финансовых ресурсов. Так, например, рост цен на тот или иной вид сельскохозяйственной продукции будет стимулировать производителей увеличивать объемы его производства.

В свою очередь, условия для ведения сельскохозяйственного производства в стране зависят от глобальных

экономических и политических факторов. Цены на сельскохозяйственную продукцию и продовольствие внутри страны находятся под влиянием мировых цен, то же касается и цен на ресурсы для производства сельскохозяйственной продукции. Условия импорта и экспорта могут зависеть от политических решений, принимаемых другими странами.

На местном уровне на производителей сельскохозяйственной продукции влияют такие факторы, как доступ к рынкам

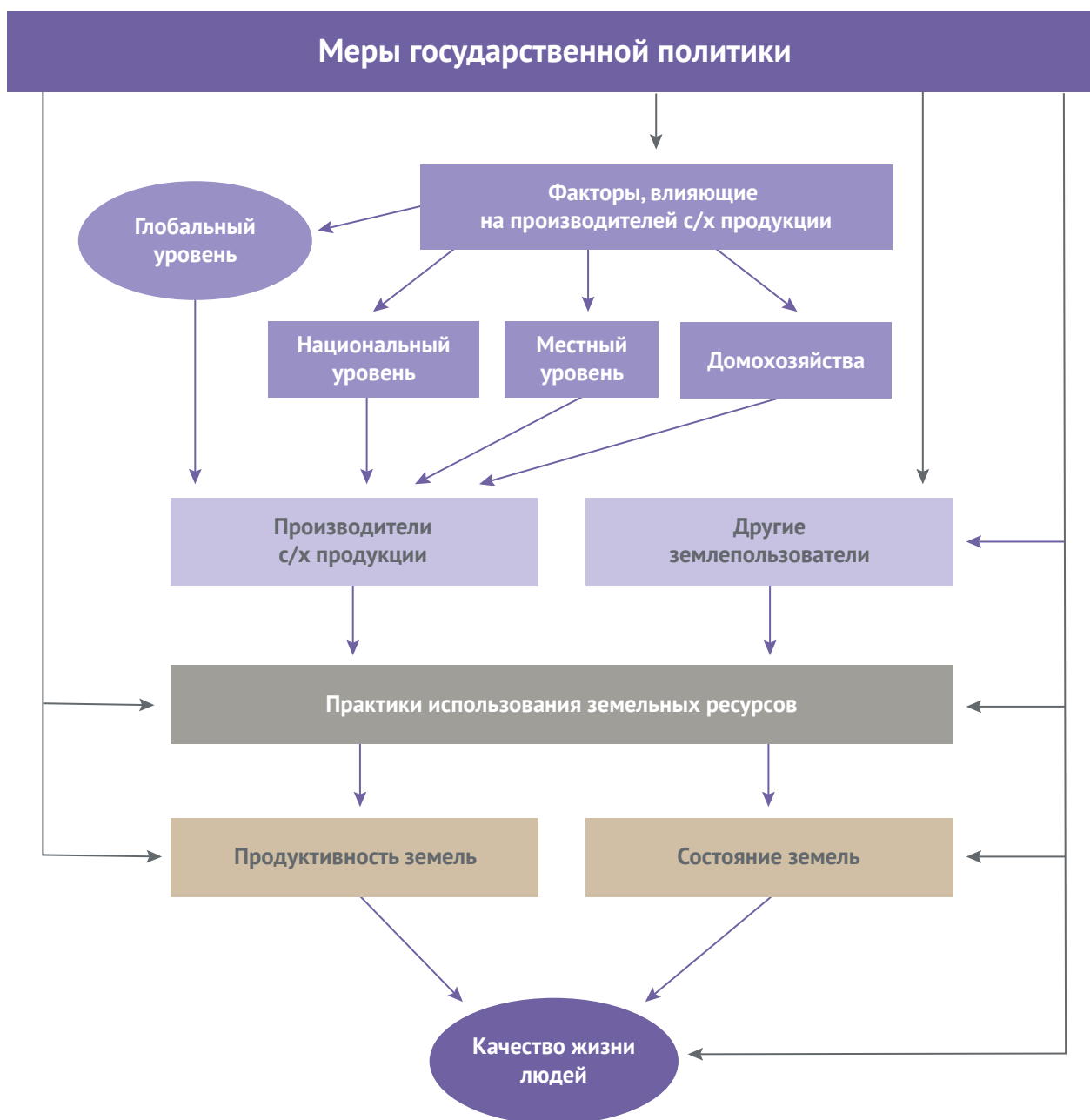


Рисунок 9.1. Схема концептуальной основы политики УУЗР.

сбыта и рынкам ресурсов, плотность населения, уровень занятости, бедность, преобладающие формы производства (семейные хозяйства или средние и крупные предприятия), сельскохозяйственный потенциал (земельные и водные ресурсы, природно-климатические условия), местные правила, обычаи, другие факторы (FAO, 2017a; FAO, 2017b). Например, высокая плотность населения, как правило, сопряжена с фрагментацией и мелкими размерами обрабатываемых земельных участков, что не позволяет крестьянам инвестировать в улучшение земель.

На уровне домохозяйств также действуют факторы, определяющие выбор практик землепользования производителями сельскохозяйственной продукции. К таким факторам относятся: физический капитал (земля, техника, скот), человеческий капитал (образование, опыт, навыки, размеры домохозяйств и его структура), социальный капитал (принадлежность и роль в местном сообществе, человеческие отношения, связи), финансовый капитал (сбережения и доступ к кредитам), природный капитал (качество земельных ресурсов и доступ к воде и другим природным ресурсам).

Как уже было сказано, способы использования земель определяются решениями не только сельскохозяйственных, но и несельскохозяйственных землепользователей. В свою очередь,

на эти решения также влияют факторы разного уровня: глобального, национального и местного, а также на уровне домохозяйств.

Итак, состояние земель и их продуктивность зависит от практик использования земель, от решений, принимаемых различными землепользователями, при этом их решения зависят от условий, формирующихся на глобальном, национальном, местном уровне и уровне домохозяйств. Все вышеизложенное можно интегрировать в концептуальную схему, которая может служить основой для анализа, разработки, реализации и мониторинга мер государственной политики в области УУЗР (рис. 9.1) (Козмус и др., 2012).

Для стимулирования устойчивого управления земельными ресурсами государство может применять различные меры. На схеме показано, что меры государственного регулирования оказывают воздействие как непосредственно на улучшение продуктивности и состояние земель, так и на факторы, их определяющие (практики использования земель, решения, принимаемые землепользователями по управлению земельными ресурсами, а также на условия деятельности различных землепользователей). Рассмотрим подробнее меры политики в области устойчивого управления земельными ресурсами.

Меры политики, направленные на устойчивое управление земельными ресурсами

Государство, для стимулирования устойчивого управления земельными ресурсами, может применять определенные меры государственного регулирования, которые можно разделить на две группы (табл. 9.1) (Benin et al., 2003):

- меры, непосредственно направленные на стимулирование УУЗР;

- меры, которые напрямую не направлены на УУЗР, но оказывают влияние на управление земельными ресурсами.

Рассмотрим подробнее эти две группы мер, две группы направлений государственной политики.

Таблица 9.1. Меры политики, влияющие на УУЗР.

Меры политики, влияющие на УУЗР	
<i>Меры, непосредственно нацеленные на УУЗР</i> • Разработка стратегий, концепций, программ в области управления земельными и водными ресурсами. • Планирование землепользования. • Контроль соблюдения целевого использования земель. • Контроль рационального использования и охрана земельных и водных ресурсов (УУЗР). • Установление системы прав на землю и водные ресурсы и контроль прав и осуществления сделок с землей. • Экономическое стимулирование рационального использования земель (УУЗР). • Научные исследования и разработки, образование, распространение информации и просвещение. • Поддержка добровольных инициатив населения в области УУЗР.	<i>Меры, непосредственно не направленные, но оказывающие влияние на УУЗР</i> • Стимулирование производства определенных видов сельскохозяйственной продукции. • Стимулирование развития органического сельского хозяйства. • Стимулирование развития интенсивного (индустриального) производства сельскохозяйственной продукции. • Развитие сельскохозяйственной и сельской инфраструктуры, хранения и переработки, торговли сельскохозяйственной продукцией. • Внешнеторговая политика в области сельского хозяйства и продовольствия. • Развитие несельскохозяйственных видов деятельности в сельской местности. • Социальная защита сельских жителей. • Стимулирование развития отраслей, не связанных с АПК, но использующих земельные ресурсы.

Меры, непосредственно нацеленные на УУЗР

Разработка стратегий и программ в области управления земельными ресурсами. Одним из инструментов государственной политики, способствующей УУЗР, является разработка стратегий, государственных программ, например программ в области охраны окружающей среды, борьбы с эрозией и деградацией почв, программ в области мелиорации (FAO, 2017b). Такие программы, как правило, носят комплексный характер, в них формулируются цели и задачи, сроки

их выполнения, ответственные исполнители, финансирование запланированных мероприятий. Программы, как правило, предусматривают применение как административных, так и экономических инструментов государственного регулирования. Стратегии и программы нацелены на организацию работы, прежде всего, государственных структур для решения поставленных задач. Примерами такого рода программ 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.», «Государственная программа по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и рациональному использованию водных ресурсов на период 2013–2017 гг.» (Узбекистан). Такие программы основываются на решениях и постановлениях правительств (Постановление Правительства КР № 440 ..., 2017; Постановление Правительства Республики Таджикистан № 123..., 2009; Постановление Президента Республики Узбекистан №1958..., 2013).

Меры по планированию землепользования.

Важное направление политики в области УУЗР – планирование использования земель. На разных уровнях: национальном (на уровне государства), региональном и местном разрабатываются территориальные планы, в которых определяется, для каких целей предназначены те или иные земли. На национальном уровне территориальные планы должны учитывать проблемы и задачи, стоящие перед страной, на региональном – проблемы и задачи регионов с учетом общенациональных задач, на местном уровне должны быть учтены интересы местных землепользователей и различных заинтересованных сторон, а также их задачи. При разработке и согласовании территориальных планов разного уровня нужно находить компромиссные решения, учитывающие интересы разных уровней и разных заинтересованных сторон. Территориальные планы разного уровня имеют разный уровень детализации способов использования земель, планы местного уровня должны быть наиболее детальными.

Процедура разработки и внедрения территориальных планов может быть представлена как последовательность определенных процедур (рис. 9.2) (FAO 2016 b). Первое, что необходимо сделать: оценить состояние земельных и водных ресурсов, провести их оценку с точки зрения

выбора наиболее подходящих вариантов использования, то есть тех, которые повысят продуктивность ресурсов и устойчивость. Для того, чтобы выработать правильные решения, недостаточно учитывать только природные факторы, нужно принять во внимание социально-экономические проблемы и особенности территории.

Возможна такая ситуация, когда с точки зрения улучшения экологической обстановки на определенной территории было бы необходимо прекратить использование земель для сельскохозяйственного производства, но для местного населения сельскохозяйственное производство является единственным источником средств к существованию. В этом случае нужно искать компромисс: находить решение, которое будет направлено на устойчивое управление земельными ресурсами и в то же время учтет интересы местных жителей, например, за счет развития несельскохозяйственных видов деятельности или финансовой поддержки тех, кто консервирует земли, или нахождение тех вариантов сельскохозяйственного производства, которые нанесут меньший ущерб землям. Таким образом, следующий этап разработки территориальных планов – это согласование интересов различных заинтересованных сторон. После того, как на основе процедуры согласования интересов выбраны соответствующие варианты, способы использования земельных ресурсов, на следующем этапе осуществляется внедрение соответствующих мер регулирования и практик управления земельными ресурсами. Реализация территориальных планов должна сопровождаться мониторингом, целью которого является оценка эффективности применяемых мер, а также внесение корректировок в случае необходимости.

Меры контроля целевого использования земель. Использование земель в соответствии с их целевым назначением и разрешенным использованием регулируется законодательством страны (земельным, градостроительным, природоохранным, водным, лесным и другими). В соответствующих кодексах

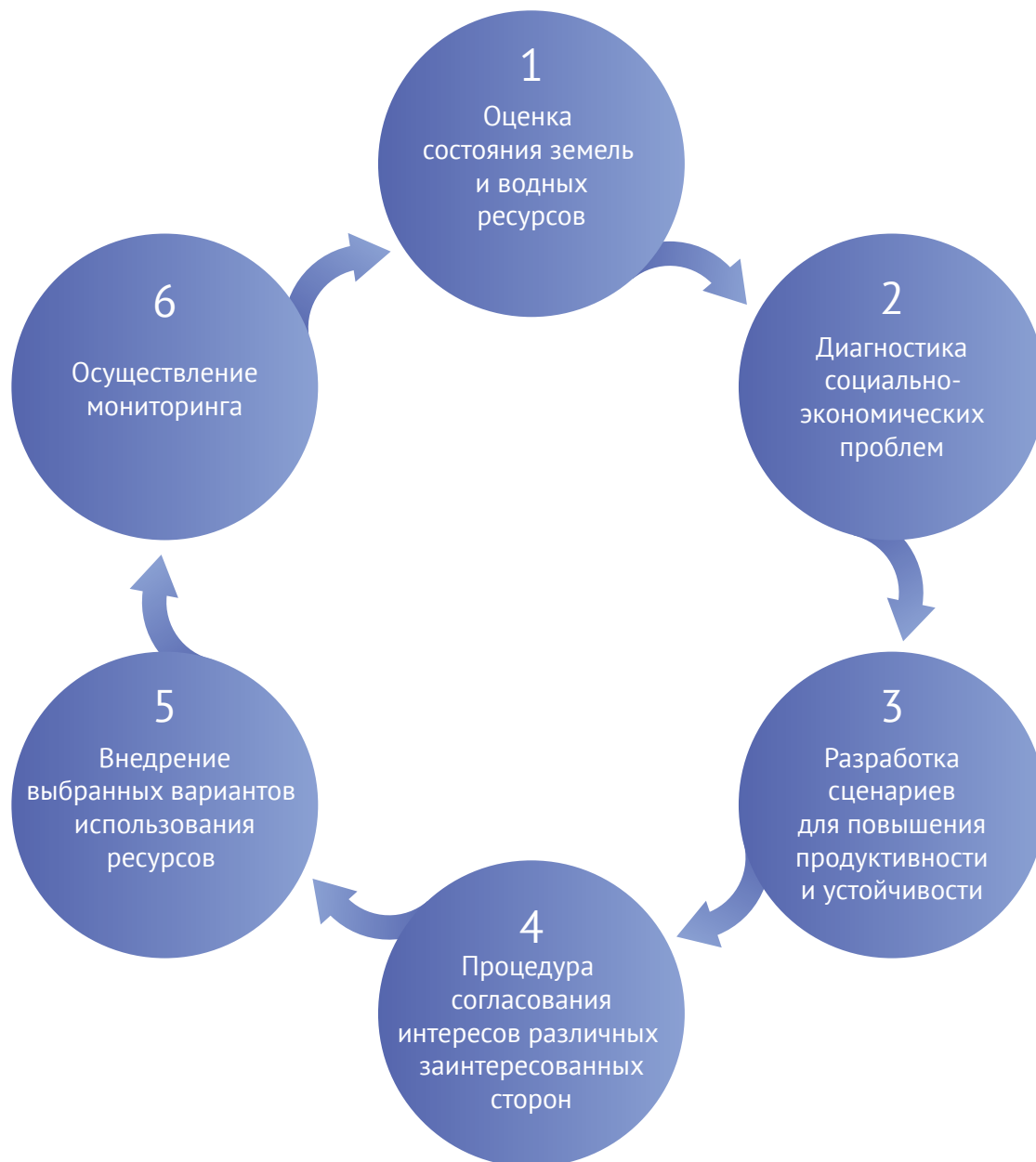


Рисунок 9.2. Последовательность процедур разработки и внедрения территориальных планов.

и законах определяется, для чего можно использовать те или иные виды земель. Информация о том, каково целевое назначение того или иного земельного участка содержится в земельном кадастре, о водных и лесных ресурсах – в водном и лесном кадастре. Землепользователи имеют право использовать земельные участки только для тех целей, которые разрешены законодательно. Например, пашню можно использовать только для производства растениеводческой продукции, на ней нельзя строить, использовать

для других целей. В законодательстве страны, как правило, предусмотрены санкции в отношении землепользователей, нарушающих данный порядок, вплоть до изъятия земельного участка.

Меры контроля рационального использования и охраны земель.

Данная группа мер наиболее тесно связана непосредственно с УУЗР. 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 другое.

Установление системы прав на землю, контроль соблюдения прав и контроль осуществления сделок с землей.

Государство формирует систему прав на землю, определяет кому, какие и на каких правах принадлежат земли. В странах постсоветского пространства современная система прав на землю сформировалась в процессе земельных реформ, которые были проведены после распада СССР.

В разных странах есть как общие черты, так и отличия в системе прав на землю. В Российской Федерации земля находится в государственной, частной и муниципальной собственности. В Кыргызской Республике земля также может находиться как в государственной, так и в частной и муниципальной собственности, но пастбища являются исключительно государственной собственностью. В Таджикистане земля находится в государственной собственности, в Узбекистане до недавнего времени земли находились только в государственной собственности, а в настоящее время формируется институт частной собственности на земли под жилищными объектами и другими зданиями.

Важным является не только то, в чьей собственности находятся земли, но и то, на каких правах осуществляется землепользование (владение, аренда, другие формы пользования) и каковы условия владения и пользования землей. Например, нестабильность прав пользования, передача земли на короткий срок приводит к слишком интенсивному и нерациональному использованию земель. Создание ассоциаций пользователей пастбищ в Кыргызстане и передача им прав пользования пастбищами позволяет задействовать коллективные, традиционные механизмы управления пастбищными ресурсами (Руководство по Разработке Планов и Технологии..., 2015).

Система прав на землю оказывает влияние на УУЗР. Государство не только определяет систему прав на землю, но и гарантирует и контролирует ее соблюдение, для этого используются административные механизмы.

Экономическое стимулирование рационального использования земель (УУЗР). К экономическим мерам относятся прямое бюджетное финансирование; субсидирование (когда государство оплачивает часть тех или иных расходов), в том числе, субсидирование кредитования; система налогообложения и налоговые льготы; регулирование цен, например, с помощью системы закупок; государственные инвестиции и другие.

Рассмотрим, какие экономические меры могут применяться для стимулирования УУЗР. Государство может субсидировать закупки ресурсов, которые позволяют применять практики УУЗР производителями сельскохозяйственной продукции, например, закупку удобрений, оборудования для капельного полива, закупку качественных семян и пород скота. Применение субсидирования закупок ресурсов позволяет производителям снижать затраты и стимулирует их применять те или иные технологии, способствующие УУЗР. Вместе с тем, субсидирование ресурсов, не учитывающее подходы УУЗР, может привести к ухудшению продуктивности и состояния природных ресурсов.

Широко применяемым в мировой практике экономическим инструментом является субсидирование процентных ставок по кредитам. Для государственной поддержки УУЗР государство может использовать субсидирование процентных ставок по кредитам, используемым на цели, связанные с УУЗР.

В качестве меры поддержки УУЗР государство может осуществлять инвестиции, например, в мелиоративные системы, в создание лесозащитных полос и другие объекты, субсидировать расходы на содержание и обслуживание мелиоративных систем.

Важным экономическим инструментом государственного регулирования является налогообложение. Налоги выполняют не только фискальную функцию (пополнение государственного или местного бюджета), но и стимулирующую, то есть в зависимости от того, как организована налоговая система, у налогоплательщиков могут возникать разные стимулы: увеличивать производство или снижать его, выбирать те или иные виды деятельности, с разной степенью интенсивности использовать производственные ресурсы, например, земельные и водные, а могут, в случае очень большого налогового бремени, уводить доходы «в тень». Государство может выстраивать налоговые стимулы с помощью выбора объектов налогообложения (доходы, имущество, земельные и водные ресурсы), налоговой базы, налоговых ставок, механизмов оплаты налога, налоговых льгот.

В Кыргызстане применяется система так называемых пастбищных платежей (платы за пользование пастбищными угодьями), при которой размер платежа зависит от количества голов скота (из расчета условных голов) и часть собираемых средств направляется на улучшение состояния пастбищ. Такая система направлена на стимулирование более рационального использования пастбищных земель.

В сельском хозяйстве многих стран постсоветского пространства значительную роль в производстве сельскохозяйственной продукции играют мелкие производители, при этом большинство из них не платят налоги с доходов, и значительное количество доходов является «теневым», поэтому в отношении этой категории довольно сложно выстраивать налоговые стимулы.

Меры, направленные на поддержку научных исследований и разработок, образование, распространение информации и просвещение. К таким мерам относятся государственная поддержка фундаментальных и прикладных научных исследований в области УУЗР и поддержка внедрения их в практику, создание технических и технологических стандартов,

как в области сельского хозяйства, так и несельскохозяйственных сфер. Также необходимы исследования и разработки в области учета и оценки экосистемных услуг и природного капитала, а также интеграция этих разработок в практику государственного управления и распространение знаний в этой области среди широкого круга людей. Подробнее об этих вопросах пойдет речь в Модуле 10.

Важным направлением государственного регулирования является развитие образования в области УУЗР, включение в различные образовательные программы (среднего и высшего профессионального образования, повышения квалификации) вопросов УУЗР. Необходимо также просвещение, распространение информации об УУЗР через систему консультирования производителей сельскохозяйственной продукции, через средства массовой информации и интернет-ресурсы. Данная группа мер является одной из самых действенных, кроме того, внедрение любых других мер, стимулирующих УУЗР, должно обязательно сопровождаться мерами в области поддержки науки, образования и просвещения, тогда эффективность применения любых других мер возрастет.

Поддержка добровольных инициатив населения в области УУЗР. Меры по устойчивому управлению земельными ресурсами иницируются не только государством, но и населением, гражданским обществом. Граждане объединяются для проведения каких-то единичных акций (например, уборка лесов и других территорий, акции в защиту природы) или для осуществления регулярных мероприятий. Данные меры можно рассматривать как отдельный институт поддержки УУЗР. В то же время, эти меры для своей успешной реализации должны быть признаны государством и не находиться под запретом. Эффективность этих мер будет выше, если государство будет поддерживать инициативы гражданского общества в области УУЗР.

Меры, оказывающие косвенное влияние на УУЗР

Меры, направленные на стимулирование производства определенных видов сельскохозяйственной продукции (с помощью различных инструментов, таких, как субсидирование приобретения ресурсов, субсидирование производства единицы продукции, инвестиционные кредиты и другие механизмы). Примеры: стимулирование производства в стране хлопка, зерновых культур, мяса крупного рогатого скота (Shigaeva et al., 2013). Значительный рост производства какого-то вида продукции может привести к ухудшению состояния земельных ресурсов и экосистем, уменьшению биоразнообразия. Напротив, политика, направленная на диверсификацию производства сельскохозяйственной продукции, может способствовать улучшению состояния земельных ресурсов.

Меры, нацеленные на развитие органического сельского хозяйства (поддержка сертификации продукции, субсидии производителям, пропаганда потребления органических продуктов, поддержка экспорта органических продуктов и другие меры) способствуют улучшению состояния земельных и других природных ресурсов, восстановлению экосистем. Это направление государственной политики можно одновременно рассматривать и как имеющее своей непосредственной целью устойчивое управление земельными ресурсами.

Меры, нацеленные на стимулирование интенсивного (индустриального) сельского хозяйства. С целью обеспечения населения продовольствием, роста эффективности сельскохозяйственного производства, увеличения его доходности реализуется политика поддержки создания крупных животноводческих комплексов, птицеводческих предприятий. Эффективность и прибыльность такого производства выше, чем эффективность мелких хозяйств, не имеющих возможность

использовать интенсивные технологии. Влияние развития индустриального сельскохозяйственного производства на устойчивость использования земельных ресурсов имеет разные аспекты (Shigaeva et al., 2013). Создание крупных животноводческих комплексов имеет значительное негативное влияние на природную среду, на экосистемы. Это связано, прежде всего, с отходами такого производства. Индустриальное животноводство предъявляет определенные требования к кормовой базе: требуется либо соответствующее интенсивное кормопроизводство, либо импорт кормов. Интенсивное растениеводство для кормопроизводства также оказывает негативные эффекты на экосистемы в первую очередь за счет уменьшения биоразнообразия.

Позитивные аспекты влияния развития на устойчивость управления земельными ресурсами проявляется в том, что уменьшается давление мелких неэффективных производителей сельскохозяйственной продукции на земельные ресурсы, кроме того, государству проще взаимодействовать с этими предприятиями, осуществлять контроль и государственную поддержку применения практик УУЗР (Shigaeva et al., 2013). Позитивное влияние мер по стимулированию индустриального производства в отношении УУЗР может проявиться только при одновременном проведении целенаправленной политики стимулирования УУЗР.

Меры, стимулирующие применение определенных ресурсов в сельском хозяйстве (субсидирование или целевое льготное кредитование закупок этих ресурсов производителями сельскохозяйственной продукции, поддержка производителей ресурсов). Политика стимулирования закупок отечественной техники и других

ресурсов, которые могут оказаться менее качественными, чем зарубежные аналоги, может привести к ухудшению состояния земельных ресурсов. Результатом реализации мер по субсидированию водопользования или землепользования, имеющих целью снижение издержек производителей и роста производства, может стать избыточное водопользование и неэффективное использование земель (FAO, 2017a). Таким образом, разрабатывая и реализуя меры в области стимулирования применения определенных ресурсов в сельскохозяйственном производстве, необходимо учитывать их влияние на устойчивость управления земельными ресурсами.

Меры, нацеленные на развитие сельскохозяйственной и сельской инфраструктуры, хранения и переработки, торговли сельскохозяйственной продукцией (инвестиции в строительство соответствующих объектов, инвестиционные кредиты, другие меры поддержки). Эти меры способствуют улучшению сбыта сельскохозяйственной продукции, увеличивают эффективность сельскохозяйственного производства за счет снижения потерь на всех этапах движения продукции от поля до потребителя, положительно влияют на доходы производителей. В результате у производителей появляется возможность применять более эффективные технологии производства, что может способствовать устойчивому управлению земельными ресурсами.

Меры внешнеторговой политики (тарифы и квоты, специальные защитные меры и нетарифные меры). Стимулирование экспорта определенного вида сельскохозяйственной продукции приводит к росту ее внутреннего производства и преобладанию монокультуры с негативными последствиями для земельных ресурсов.

Стимулирование импорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия может иметь своим следствием снижение внутреннего

производства этого вида продукции. В результате, в стране могут произойти структурные изменения в системе землепользования, в том числе – снижение интенсивности использования земель. Сокращение импорта или даже полный его запрет по определенным видам товаров, скорее всего, приведет к росту его внутреннего производства, что также может повлиять на управление земельными ресурсами.

Меры, направленные на развитие несельскохозяйственных видов деятельности в сельской местности (государственное финансирование и инвестиции, льготное кредитование, специальные гранты и другие инструменты, проведение обучения для стимулирования несельскохозяйственной занятости). Государственная поддержка в этой области может быть направлена на развитие разных форм предпринимательства на селе, создание условий для строительства новых предприятий. Реализация инфраструктурных проектов также может способствовать росту несельскохозяйственной занятости и доходов сельского населения. Рост доходов сельского населения позволяет приобретать более качественные ресурсы и повышать эффективность производства, как правило, приводит к росту образовательного уровня сельских жителей, улучшению доступа к информации и новым технологиям. Все это, в свою очередь, может вести к более эффективному и устойчивому использованию земельных ресурсов. При этом важно наличие доступа к информации о выгодных, адаптированных к местным условиям, способам УУЗР. Рост несельскохозяйственной занятости приводит к уменьшению давления на земельные ресурсы и улучшению их состояния.

Меры, нацеленные на увеличение доходов сельских жителей (социальная защита). Бедность, перенаселенность часто является причиной нерационального и неустойчивого использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве (FAO, 2017a). Меры социальной защиты, например, пособия бедным семьям, пособия на детей, другие виды мер социальной защиты

позволяют несколько уменьшить бедность, способствуют улучшению питания и также могут снизить давление на земельные ресурсы со стороны сельскохозяйственного производства за счет диверсификации источников средств существования. Вместе с тем необходимо учитывать, что в большинстве стран с невысоким уровнем доходов уровни социальной защиты, в том числе в сельской местности, очень низкие, и только в сочетании с другими мерами по диверсификации источников средств к существованию они могут дать заметный эффект и повлиять на улучшение использования земельных и ресурсов.

Меры, направленные на развитие отраслей, не связанных с сельским хозяйством, но использующих земельные ресурсы (жилищное и промышленное строительство, развитие транспортной сети). На устойчивость управления земельными ресурсами оказывают влияние не только меры, касающиеся сельского хозяйства, АПК и сельских жителей, но и государственная

политика в отношении отраслей, не относящихся к АПК, но использующих земельные ресурсы. Так, например, меры, направленные на стимулирование жилищного строительства (улучшение доступа к земельным участкам, развитие ипотечного кредитования и другие) приведут к увеличению земельных площадей, занятых жилищным строительством, в том числе за счет сельскохозяйственных земель. Подобная ситуация сложилась в России в период бума жилищного строительства, когда огромные площади сельскохозяйственных земель были использованы для жилищного строительства и строительства объектов коммерческой недвижимости. Ценные сельскохозяйственные земли могут быть утрачены при строительстве гидротехнических сооружений, дорог, других инфраструктурных объектов. В случаях, когда для этого используются ценные сельскохозяйственные земли, потери оказываются невозполнимыми.

Меры государственного регулирования УУЗР и их влияние на различные заинтересованные стороны

При разработке и реализации мер политики, направленных на устойчивое управление земельными ресурсами, необходимо учитывать влияние данных мер на различные заинтересованные стороны и то, какое влияние заинтересованные стороны могут оказать на реализацию мер политики.

К заинтересованным сторонам относятся: производители сельскохозяйственной продукции (мелкие производители и крупные предприятия), 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 (OECD/IEA/NEA/ITF, 2015).

Агропромышленный комплекс (АПК) представляет собой комплекс различных отраслей и видов деятельности, направленных на производство, хранение, транспортировку и доведение до конечного потребителя сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки.

Принято выделять три сферы агропромышленного комплекса:

- сфера, обеспечивающая ресурсы для сельского хозяйства (материальные и финансовые ресурсы, различные услуги);

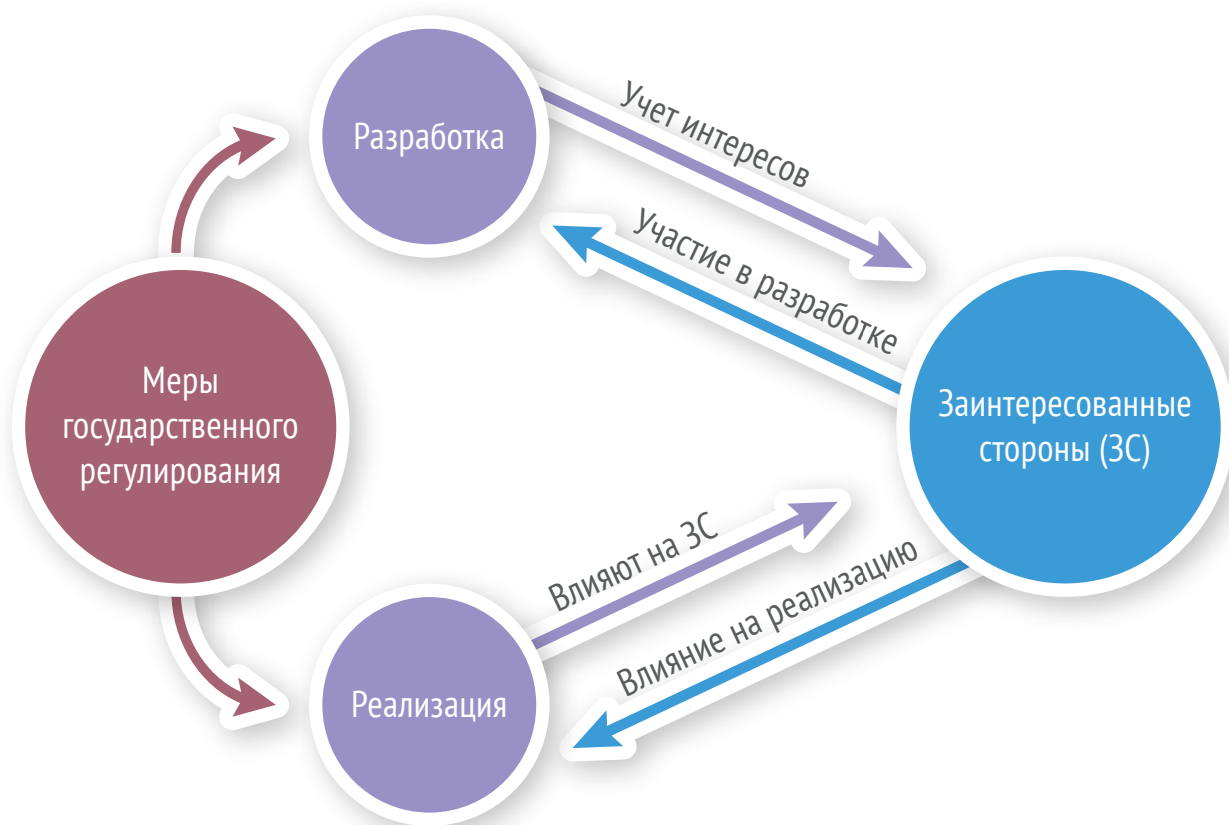


Рисунок 9.3. Взаимное влияние мер государственного регулирования и заинтересованных сторон.

- сельское хозяйство;
- так называемая маркетинговая сфера, то есть сфера, где осуществляется хранение, транспортировка, переработка и доведение произведенной и переработанной сельскохозяйственной продукции до конечного потребителя.

Существуют и другие способы классификации отраслей, входящих в состав АПК, в частности, основанные на выделении четырех сфер. В данном учебном пособии будет использоваться подход, основанный на выделении трех сфер АПК.

Используются также другие термины для характеристики комплекса отраслей, осуществляющих производство, хранение, транспортировку, переработку и доведение сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки до конечного потребителя: производственно-сбытовые цепи, цепи добавленной стоимости и другие термины.

При разработке мер государственной политики, направленных на УУЗР необходимо учитывать, каким образом эти меры повлияют на различные заинтересованные стороны (Cockli et al., 2007). 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).

Реализация мер государственной политики в сфере УУЗР оказывает влияние на различные заинтересованные стороны, в свою очередь заинтересованные стороны влияют на эффективность реализации мер (рис. 9.3).

Пример анализа влияния мер государственного регулирования на различные заинтересованные стороны

Рассмотрим, как реализация той или иной меры государственного регулирования УУЗР может повлиять на различные заинтересованные стороны на примере проблемы, характерной для многих стран с засушливым климатом, в том числе для стран Центральной Азии (Gizaw et al., 2016). Проблема заключается в том, что в стране в результате влияния многих факторов, в том числе из-за перевыпаса скота, ухудшается состояние пастбищных земель, происходит их деградация, снижается продуктивность, уменьшается биоразнообразие.

В качестве меры по улучшению состояния пастбищ предлагается снизить поголовье скота, тем самым уменьшив нагрузку на пастбища, через введение высокой платы за использование пастбищ (плата устанавливается из расчета одной условной головы скота), при этом полученные дополнительные средства предлагается направлять на улучшение состояния пастбищ. Плата за пользование пастбищами должна быть установлена на таком уровне, что ее введение приведет к сокращению поголовья скота.

Крестьяне, которые держат скот, служащий для них источником средств существования. Крестьяне будут вынуждены выплачивать дополнительные суммы за выпас скота, в результате, бедные семьи будут вынуждены отказаться от содержания скота. Тем самым, они могут лишиться средств к существованию. Часть бедных крестьян будет вынуждена мигрировать из сельской местности и, возможно, из страны. Более богатые семьи смогут себе позволить содержать скот, продуктивность которого со временем может вырасти из-за улучшения состояния и продуктивности пастбищ, что, в свою очередь, может привести к росту доходов более богатых семей.

Местная община. Увеличение расслоения внутри общины, рост бедности отдельных

семей приведет к ухудшению социальной обстановки внутри общины, конфликтам, необходимости поддерживать наиболее бедных и незащищенных членов общины. Возможно, крестьяне, которые будут лишены возможности оплачивать повышенные расходы за содержание пастбищ, будут пытаться использовать их без оплаты, что также приведет к дополнительным конфликтам.

Местные власти. Местные власти окажутся перед лицом роста социальной напряженности, увеличения числа бедных семей, что потребует от местных властей дополнительных усилий и расходов на решение этих проблем. При этом, если доходы от роста платежей за использование пастбищ будут направляться в местные бюджеты, то, возможно, от введения этой меры увеличатся доходы местных бюджетов.

Уменьшение поголовья скота в крестьянских хозяйствах приведет к тому, что те семьи, которые раньше себя обеспечивали продукцией собственного производства, будут вынуждены замещать ее покупными продуктами. В связи с этим, местные власти должны будут обеспечить физический доступ к продуктам питания, развивать торговлю продуктами питания в сельских населенных пунктах.

Поставщики ресурсов и услуг для крестьян, занимающихся скотоводством, а также закупщики и переработчики продукции скотоводства. В результате сокращения поголовья скота сократится спрос на ресурсы и услуги для ведения скотоводства, а также спрос на переработку, сбыт, транспортировку продукции. При этом нужно учитывать тот факт, что в странах постсоветского пространства в Центральной Азии скотоводством занимаются, в основном, мелкие крестьянские хозяйства, ведущие близкое к натуральному производство. Эти хозяйства потребляют незначительный

объем ресурсов и услуг из внешних источников, и, кроме того, значительная часть произведенной продукции потребляется внутри хозяйства и семьи, а незначительная ее часть реализуется и перерабатывается. Сокращение поголовья скота уменьшит и так не очень значительный спрос на ресурсы и услуги, а также сбыт, транспортировку и переработку продукции скотоводства.

Население страны. За счет уменьшения поголовья скота произойдет сокращение предложения отечественного мяса и молока и других продуктов скотоводства. В результате, если государство не примет меры по увеличению импорта мяса и молока, то сократится потребление этих важных продуктов питания, ухудшится питание населения. Если государство примет меры по увеличению импорта продукции скотоводства, то, возможно, ухудшится качество потребляемых продуктов, так как велика вероятность, что будет закупаться более дешевое продовольствие, кроме того, это будут продукты, имеющие длительные сроки хранения, следовательно, подвергнутые специальной обработке, что также приведет к ухудшению качества питания.

В бедные семьи в сельских районах, рацион которых во многом базировался на потреблении продуктов, произведенных в своих хозяйствах, скорее всего, ухудшится питание из-за того, что у них сократятся доходы, и они не смогут себе позволить покупать мясо и молоко.

В долгосрочной перспективе может также проявиться и позитивное влияние данной меры на население. В результате снижения нагрузки на пастбища со временем, возможно, произойдет их восстановление и рост продуктивности, эти последствия будут более заметными, если рассматриваемая аграрная политика будет дополнена мерами, специально направленными на улучшение состояния пастбищ. Улучшение состояния пастбищ в долгосрочной перспективе создаст выгоды, как для местного населения, так и для населения страны за счет восстановления экосистем, увеличения биоразнообразия и роста экосистемных услуг, а также увеличения продуктивности пастбищ.

Государство. При сокращении поголовья скота государство должно будет принять меры для замещения недополученных объемов производства мяса и молока внутри страны, например, за счет импортных поставок. Для этого потребуются дополнительные финансовые ресурсы. Другим вариантом является развитие индустриального производства мяса и молока на основе развития животноводческих комплексов, в том числе, птицеводческих предприятий. Такая мера потребует значительных инвестиций, кроме того, животноводческие комплексы должны быть обеспечены кормами, следовательно, необходимо развитие растениеводства, комбикормовой промышленности, либо использование импортных кормов, что также ведет к дополнительным затратам на государственную поддержку этой политики.

Государство может извлечь и выгоды от реализации мер по сокращению поголовья скота и улучшения состояния пастбищ, роста их продуктивности, состояния экосистем и качества экосистемных услуг. В результате реализации политики по сокращению поголовья скота с целью улучшения состояния пастбищ: роста их продуктивности, улучшения состояния экосистем и качества экосистемных услуг, государство улучшает свой имидж как проводника политики в области защитника окружающей среды и интересов будущих поколений.

Как видно из рассмотренного примера, применение меры по сокращению поголовья скота для улучшения состояния пастбищ влияет на различные заинтересованные стороны. Заметное негативное влияние новой меры государственной политики на определенные заинтересованные стороны приведет к тому, что они будут противодействовать введению и эффективной реализации этой меры. Вводя ту или иную меру государственной политики, направленную на УУЗР, необходимо учитывать ее влияние (в том числе, негативное) и предусматривать меры, уменьшающие отрицательные эффекты, либо в результате тщательного анализа делать вывод о том, что применение данной меры нерационально.

Список источников

- Белова Е.В. 2008. *Земельные Ресурсы и Другие Ресурсы в Сельской Местности и их Использование*. Сельская экономика. Ред.: Киселева С.В. Москва, Инфра.
- Козмус М., Реннер И., Ульрих С. 2012. *Интеграция Экосистемных Услуг в Планирование Развития*. Пошаговый подход для практиков, основанный на подходе ЭЭБ. GIZ GmbH. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/78125/LIVES_wp_23.pdf?sequence=1
- Постановление Правительства КР № 440 от 21 июля. 2017. *Об Утверждении Государственной Программы Развития Ирригации Кыргызской Республики на 2017–2026 годы*.
- Постановление Правительства Республики Таджикистан № 123 от 27. 02. 2009. *Об Утверждении Государственной Экологической Программы Республики Таджикистан на 2009–2019 годы*.
- Постановление Президента Республики Узбекистан №1958 от 12.04.2013. *О Мерах по Дальнейшему Улучшению Мелиоративного Состояния Орошаемых Земель и Рациональному Использованию Водных Ресурсов на Период С 2013–2017 гг.*
- Руководство по Разработке Планов и Технологии для Устойчивого Управления Пастбищами. 2015. Бишкек: ОсОО «V.R.S. Company». http://www.naturalresources-centralasia.org/flermoneca/assets/files/Guideline%20on%20Pasture%20Management%20Planning%20in%20Kyrgyzstan_RU.pdf
- Таджикистан З.Р. 2003. “О Государственных Прогнозах, Концепциях, Стратегиях и Программах Социальноэкономического Развития.” *Ахбори Маджлиси Оли Республики Таджикистан*, (12).
- Benin S., Pender J., Ehui S. 2003. *Policies for Sustainable Land Management in the East African Highlands: Summary of Papers and Proceedings of a Conference Held at the United Nations Economic Commission for Africa (UNECA)*, Addis Ababa, Ethiopia.
- Cockli C., Mautner N., Dibden J. 2007. “Public Policy, Private Landholders: Perspectives on Policy Mechanisms for Sustainable Land Management.” *Journal of Environmental Management*. 85, 986–998
- Davies J., Ogali C., Laban P., Metternicht G. 2015. *Homing in on The Range: Enabling Investments for Sustainable Land Management*. Technical Brief 29.01. Nairobi: IUCN and CEM.
- FAO. 2017a. *Land Resource Planning for Sustainable Land Management. Current and Emerging Needs in Land Resource Planning for Food Security, Sustainable Livelihoods, Integrated Landscape Management and Restoration*. Roma.
- FAO. 2016b. *Negotiated Territorial Development in A Multi-Stakeholders Participatory Resource Planning Approach: an Initial Sustainable Framework for the Near East Region*. Land and Water Division Working Paper No. 15. Rome.
- Gizaw S., Megersa A., Muluye M., Hoekstra D., Gebremedhin B., Tegegne A. 2016. *Smallholder Dairy Farming Systems in The Highlands of Ethiopia: System-Specific Constraints and Intervention Options*. LIVES Working Paper 23. Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute (ILRI). https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/78125/LIVES_wp_23.pdf?sequence=1
- OECD/IEA/NEA/ITF. 2015. *Aligning Policies for a Low-carbon Economy*. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264233294-en>
- Shigaeva J., Wolfgramm B., Dear C. 2013. “Sustainable Land Management in Kyrgyzstan and Tajikistan: a Research Review.” *MSRI Background Paper No. 2*.

Экономические основы устойчивого управления земельными ресурсами. Оценка экономической эффективности

Е.В. Цветнов

Устойчивое управление земельными ресурсами (УУЗР) определяется как научно-обоснованная процедура, которая помогает интегрировать земельные, водные ресурсы, биоразнообразие и рациональное природопользование для удовлетворения потребностей растущего населения планеты в агропродукции, в том числе, продовольствии, при сохранении экосистемных услуг и средств к существованию. Неправильное управление земельными ресурсами может привести к деградации земель и значительному сокращению производственных и иных услуг экосистем.

Сегодня порядка 33% почвенно-земельных ресурсов в мире находится в состоянии средней или сильной деградации. В России, по данным государственного учета на 2018 г., общая площадь сельскохозяйственных земель составляет 383,2 млн га, из которых 130 млн — деградированы (в числе которых 84,8 млн га пашни и 28,7 млн га пастбищ). При этом скорость деградационных процессов составляет 1,5–2 млн га/год, что приводит к ежегодному недополучению 3,2–3,9 млн т сельскохозяйственной продукции (в зерновом эквиваленте). В результате протекания процессов водной эрозии и дефляции почв недобор

урожая на пашне достигает 36%, на других угодьях — до 47% (Багдасарян, 2015). И эти негативные тенденции наблюдаются даже в свете тех значительных усилий, которые прилагаются в России и мире для их устранения на разных уровнях социально-экономической организации общества. Так, на наднациональном уровне примером могут служить «Цели устойчивого развития ООН до 2030 года», где целью № 15 значится «Защита, восстановление 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» (Касьяненко, 2011; Keestra et al., 2016). В России на страновом уровне — это, например, «Государственная комплексная программа повышения плодородия почв» (Постановление Правительства РФ № 879..., 2000), а на региональном — в качестве хорошего примера может выступать «Кодекс добросовестного землепользователя Белгородской области» (Постановление № 14-пп..., 2015).

Таким образом, можно заключить, что решение проблемы устойчивого управления земельными ресурсами в настоящее время

не достигнуто, и требуется развитие и совершенствование научной основы УУЗР, а также способов ее имплементации. Одним из передовых направлений в этом отношении является экологизация экономики, в частности, экологизация методологии оценки земли и ущерба от ее деградации. Изменяя подходы к оценке, мы изменяем сам взгляд общества на понятие стоимости и ценности. Раскроем этот тезис более подробно.

В современной практике существует три принципиальных подхода к оценке любых активов в экономике: доходный, затратный и метод сравнения продаж (Nkonya et. al, 2016). Доходный подход основан на положении о том, что стоимость активов может быть получена путем сложения потока доходов, генерируемых последними, за период их эксплуатации. Затратный подход формирует стоимость актива путем суммирования затрат на его воспроизводство или замещение. Сравнительный подход предполагает извлечение стоимости оцениваемого объекта путем сравнения стоимостей аналогичных объектов, реализованных на рынке. Если говорить не об оценке вообще, но конкретно об оценке земли, то доходный и сравнительный подходы являются основными подходами, которые могут быть применены для анализа ее стоимости. Применение же затратного подхода в значительной степени ограничено в связи с тем, с тем, что земля – объект нерукотворный, что исключает возможность калькуляции затрат на ее воспроизводство (Медведева, 2004). Важно подчеркнуть, что ни один из приведенных подходов в своей основе практически не учитывает «природную составляющую» земли. В качестве конкретного примера рассмотрим применение доходного подхода к оценке сельскохозяйственных земель, важнейшего природного ресурса, во многом обеспечивающего продовольственную безопасность страны. Повторим, что при использовании доходного подхода оценивается поток доходов, который земля может приносить ее владельцу. Считается (Аналитический центр..., 2016), что данный поток доходов является отражением

основных свойств оцениваемого объекта, то есть свойств, генерирующих полезность для потенциального пользователя. Однако, сама производящая матрица – почва, по большому счету оценке не подвергается. Последнее происходит потому, что природа издревле рассматривалась и рассматривается как дар человеку, а значит стоимостью не наделена (бесплатное общественное благо). Стоимостью обладает только то, к чему человек приложил физическое и/или ментальное усилие. «Очистив» стоимость от этих «усилий», мы получим абсолютный ноль, так как обозначенные усилия представляют собой деятельность человека; вне деятельности человека отсутствует потребность и в стоимости.

Подобные представления о природе как бесплатном товаре породили множество экологических перекосов. Если природные ресурсы в своей основе бесплатны, а человеческие усилия ценны, то только последние нуждаются в реальном сохранении, природные же богатства можно расходовать так, как того требуют безграничные человеческие потребности, то есть неограниченно. Последнее же приводит к деградации природных благ, стремительному их истощению (Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель..., 2008).

Здесь необходимо коротко остановиться на теории стоимости, как одной из важнейших категорий для проводимого анализа. Как известно, стоимость является денежным мериллом ценности конкретных товаров/услуг в конкретный момент времени в условиях конкретного рынка, то есть свойством товара (Коммонс, 2011). Представления о стоимости и тесно связанной с ней категорией ценности занимают в экономической науке особенное положение. По своей сути они являются базовыми, основополагающими понятиями, формирующими фундамент данной науки (Эволюция теории стоимости, 2010), а также фундамент всех смежных наук, таких, как экономика природопользования, экономика сельского хозяйства и экологическая экономика. Дж. Р. Коммонс в своем классическом труде «Правовые

основания капитализма» (1924) писал, что экономическая теория работает с двумя базовыми понятиями, одним из которых является ценность (Коммонс, 2011).

Необходимость экологизации экономики требует ее кардинальной трансформации по многим направлениям, но одно из ключевых трансформационных изменений может быть сопряжено с созданием специфической внерыночной экологической надстройки к стоимости природных ресурсов и системы операций с ней. Для этого предпочтительно изменить сам подход к формированию стоимости традиционно бесплатных благ окружающей среды, в частности, земли. Сегодня стоимость земли наделена двумя ключевыми атрибутами – сделки и титула собственности, но в ней не отражается чрезвычайно важный внерыночный институциональный аспект – *потребность общества в устойчивости и экологическом балансе. Последний аспект целесообразно добавить в качестве «экологической надстройки» к стоимости посредством вмешательства государства как регулирующего органа.* Измененную таким образом стоимость удобно называть общественной ценностью.

Последняя сможет стать эффективной базой для адекватной эколого-экономической оценки ущерба (потенциального или реального) от деградации земель, а также базой для формирования инновационного механизма его компенсации, которые будут направлены на стимулирование рационального, устойчивого землепользования.

Формирование экологической надстройки к стоимости, о которой здесь идет речь, возможно осуществить посредством учета игнорируемой в современных оценочных моделях категории «природного капитала» и соподчиненной категории «экосистемных услуг».

Природный капитал представляет собой совокупность активов окружающей среды. Всю совокупность последних можно классифицировать на 3 блока в соответствии с классификацией природных ресурсов по

критерию истощаемости (Maes et al., 2013; Экосистемные услуги ..., 2013):

- неисчерпаемые природные ресурсы (потоки разного рода энергий: энергии солнца; энергии водотоков, приливов и отливов, течений; энергии ветра, геотермальной энергии);
- истощаемые невозобновимые природные ресурсы («подпочвенные», ископаемые природные ресурсы, такие, как горючие полезные ископаемые, рудные металлы, самородные металлы, драгоценные и поделочные камни, нерудные полезные ископаемые);
- истощаемые возобновляемые природные ресурсы (почвенные, водные, атмосферные ресурсы, живые организмы, природные ландшафты).

Последний блок по своей сути представляет собой совокупность экосистемных структур и набора ассоциированных с ними услуг, которые окружающая среда оказывает человеку. Последние получили в научной литературе название экосистемных услуг (или сервисов). Несмотря на то, что некоторые исследователи (Vasenev et al, 2018) рассматривают «услуги» и «сервисы» как неэквивалентные термины, в настоящей работе мы полагаем их синонимами. В настоящее время нет общепринятой классификации экосистемных услуг, однако существует ряд наиболее общепотребимых классификаций, среди которых в России чаще всего цитируется классификация, приведенная в программной работе «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (Millennium ecosystem assessment, 2005).

В соответствии с этой классификацией все экосистемные услуги делятся на: 1 – обеспечивающие; как пример здесь можно привести производство урожая сельскохозяйственных культур, древесины; 2 – регулирующие; например, водорегулирующие услуги леса, регуляция климата различными экосистемами; 3 – поддерживающие; например, услуги по опылению сельскохозяйственных культур; 4 – культурные (рекреационные, религиозные, эстетические, образовательные

и прочие услуги, которые оказывает нам окружающая среда).

Часть этих услуг имеет прямое экономическое выражение, так как непосредственно включается и учитывается в создании цепочки добавленной стоимости товаров и услуг, это, главным образом, услуги прямого обеспечения, а также часть культурных услуг; остальная часть же услуг игнорируется экономической системой, так как выгоды, которые человек получает от их использования, последний воспринимает как дар природы.

Было произведено несколько попыток оценки глобальной стоимости экосистемных услуг. Так, в 1997 году общая стоимость потока экосистемных услуг оценивалась в 46 трлн долл. США в год (в долларах 2007 года) (Costanza et al., 2014). В 2014 году аналогичная оценка, учитывающая обновленную статистику и методологию, показала, что данная стоимость составляет 125 трлн долл. США в год (в долларах 2007 года). Была также проведена оценка потерь экосистемных услуг с 1997 по 2011 год вследствие изменений в землепользовании, зафиксировавшая данные потери в диапазоне 4,3–20,2 трлн долл. США в год (Costanza et al., 2011). Для сравнения, мировой ВВП по оценке всемирного Банка в 2020 году составлял порядка 84,7 трлн долл. США (The World Bank Group, 2020).

Инструментарий оценки в настоящее время в целом устоялся и описывается в более-менее едином ключе (Бобылев, 2009; Дамодаран, 2012; Perman et al., 2003; Platon, 2015). В целом, он может быть подразделен на 7 блоков. Это – метод рыночных цен; транспортно-путевых затрат; метод гедонистического ценообразования; метод условной оценки; моделирования выбора; техники, основанные на производственной функции; методы, основанные на оценке восстановительной стоимости «теневых объектов инфраструктуры».

Метод рыночных цен хорош для тех услуг, для которых уже в настоящее время существует рынок и сформирован механизм ценообразования. Так, для услуги

поглощения углекислого газа некоторыми компонентами окружающей среды этот метод может быть с успехом применен, так как в настоящее время существует рыночная стоимость тонны CO₂. Однако, очевидно, что данный пример является скорее исключением, чем правилом. Для большинства экосистемных услуг рынков не существует, поэтому возникает необходимость в поиске иных методов определения их стоимости.

Метод транспортно-путевых затрат основан на предположении, что некоторые услуги, которые предоставляет окружающая среда, в частности рекреационные, можно сопоставить с теми затратами, которые индивид несет, добираясь до интересующего его природного объекта.

Метод гедонистического ценообразования. Данный метод чаще всего ассоциируется с «наслаждением», которое получают собственники жилья, расположенного в «экологически чистом» районе, либо по соседству с привлекательным природным объектом, например, парком. Индивиды отдают предпочтение этим объектам перед объектами, которые лишены таких «экологических» характеристик, что приводит к тому, что первые объекты становятся дороже. Разница в стоимости идентичных по своей сути объектов недвижимости, различных только по «экологическому» параметру, дает оценку этого параметра, то есть оценку искомой экосистемной услуги.

Техники, основанные на производственной функции. В отличие от предыдущих методов, данные техники рассматривают не функцию полезности, но производственную функцию, где одним из параметров выступает индикатор окружающей среды, какая-либо экосистемная услуга. Изменение в ее качестве или количестве скажется на себестоимости производимого товара, его цене и конечном доходе производителя. Все это является ключевыми параметрами для фиксации стоимости, учитываемой в производственной функции экосистемной услуги. Сюда можно отнести метод промежуточных товаров, заключающийся

в том, что экосистемные услуги от отдельных компонентов окружающей среды (например, водорегулирующие эрозионнозащитные услуги леса) оказывают понижающее действие на цены конечных товаров (например, электричество, вырабатываемое ГЭС), которые производятся в рассматриваемом регионе.

Методы, основанные на оценке восстановительной стоимости «теневых объектов инфраструктуры», несуществующих объектов, которые, однако, нужно было бы создать, если бы не было определенных услуг экосистем.

Метод условной оценки (субъективной оценки стоимости, заявленных предпочтений). Здесь рассматривается условный сценарий в отношении тех или иных природных благ, который рассматривается группой опрашиваемых индивидуумов. Последние, по сути, фиксируя свою «готовность платить», определяют стоимость этих благ, исходя из своих предположений об их полезности и предпочтениях.

Метод моделирования выбора. Данный метод в некоторых случаях схож с методом условной оценки, так как здесь также может применяться опрос некоторого количества индивидов, с тем отличием, что здесь они имеют дело не с оценкой одной конкретной ситуации, но с несколькими вариантами развития событий, одни из которых менее экологичны чем другие. Таким образом, оценивается готовность платить за переход от одного варианта к другому.

Анализ всех приведенных выше методов дает возможность сформулировать ряд общих принципов (Цветнов и др., 2016) для оценки экосистемных услуг.

- Перевод экосистемных услуг на язык денег осуществляется посредством поиска на рынке адекватного аналога в условиях местной экономики и на текущий момент времени. Все известные методы оценки экосистемных услуг так или иначе удовлетворяют данному положению. Для подавляющего большинства экосистемных услуг самостоятельных рынков не существует, отсюда необходимость в моделировании,

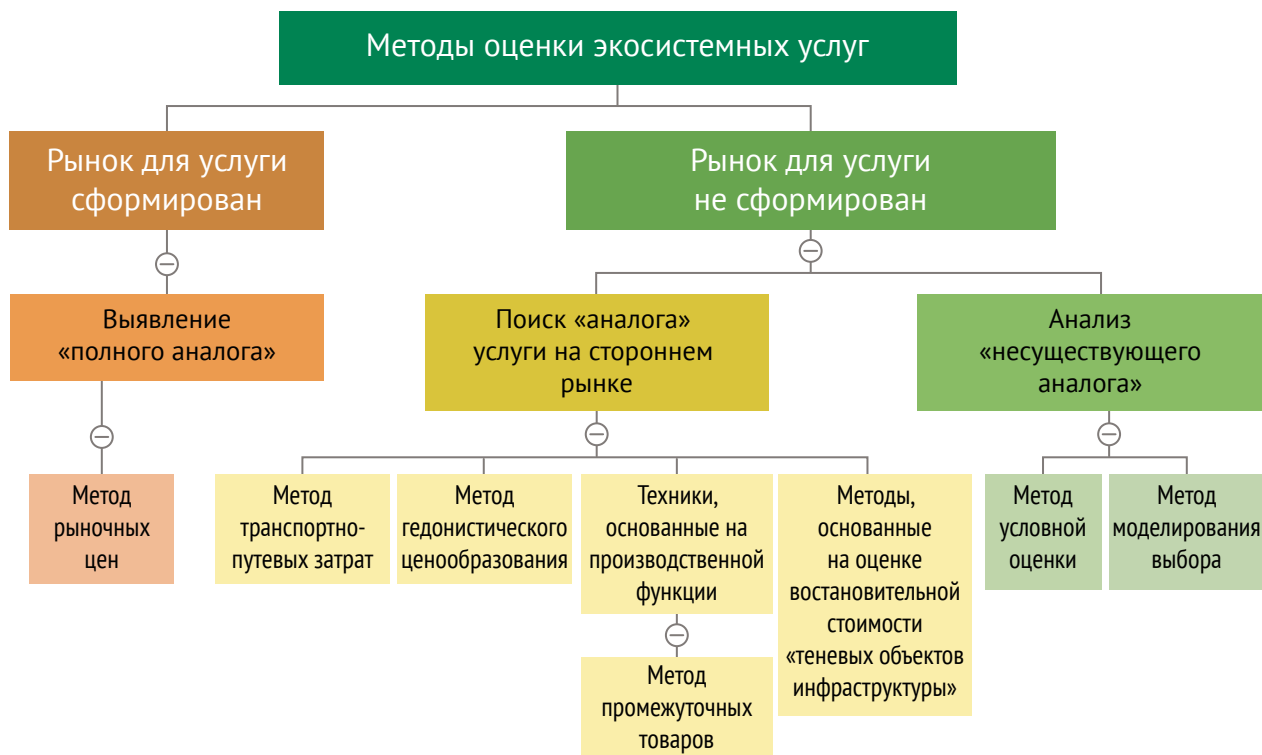


Рисунок 10.1. Классификация методов оценки экосистемных услуг

если же существует рынок, то в данном обобщении можно говорить об аналоге с полным соответствием. Единственным исключением здесь может служить блок методов, основанных на опросе, однако мы можем указать на то, что извлекаемая информация о «готовности платить» – суть информация о все том же рыночном аналоге, который при этом существует лишь в сознании индивида. Таким образом, вся совокупность методов может быть классифицирована по трем признакам: принадлежность к существующему рынку, поиск аналога на существующем рынке, анализ «несуществующего аналога» (рис. 10. 1). Данное обобщение дает нам определенную свободу действий при проведении оценки экосистемных услуг (в рамках общей логики и правил теории оценки) и говорит о возможности появления чрезвычайно широкого спектра итоговых стоимостей одной и той же экосистемной услуги. При переходе от одного блока к другому степень «объективности» оценки начинает размываться, что связано с выбором аналога и, в случае с методами, основанными на опросе, выборкой респондентов. Выбор каждого из приведенных выше методов или создание нового метода на основе базового критерия осуществляется, исходя из спектра доступной исследователю информации.

- Как в случае с оценкой рыночной стоимости, оценка экосистемных услуг проводится только в том случае, когда исследуемая система обладает полезностью для человека, то есть соответствует принципу полезности в оценке.
- В каждом конкретном случае необходимо определять свой спектр экосистемных услуг и давать им оценку, исходя из реалий экономики региона, в котором она осуществляется.

В контексте последнего тезиса подчеркнем: несмотря на то, что принципиально все услуги могут быть оценены, цель и объект

исследования накладывают различные ограничения на выбор конкретных экосистемных услуг для их оценки. Так, при изучении деградации земель предлагается ограничиться только теми услугами почв, характеристики которых изменяются в ходе деградационных процессов. Если же объектом исследования являются деградированные почвы сельскохозяйственных угодий, то необходимо признать, что они трансформированы человеком, и поэтому многие из выполняемых ими функций в конкретном агроценозе и биосфере в целом редуцированы или полностью отсутствуют. Несмотря на это, вновь созданные почвы на землях сельскохозяйственного назначения можно рассматривать как самостоятельный объект с нулевой степенью деградации и имеющий собственный ограниченный набор экологических функций. Таким образом, оценивать экосистемные услуги почв сельскохозяйственного назначения в том же объеме, что и услуги естественных почв, некорректно (Цветнов и др., 2016).

Рассмотрев общие положения теории экологизации экономики и, в частности, представления о природном капитале и экосистемных услугах, остановимся на практических аспектах использования рассмотренного материала в методологии УУЗР. В частности, рассмотрим оценку экономической эффективности проектов в сфере землепользования, учитывающую критерии устойчивости.

Следует подчеркнуть, что основная мотивация развития концепций природного капитала и экосистемных услуг состояла в том, чтобы дать возможность природоохранным проектам конкурировать с проектами природоёмкими. Включая экосистемные услуги в базовый анализ «издержки – выгоды», природопользователь может осознать, что зачастую природоёмкая хозяйственная деятельность, выгодная на первый взгляд, оказывается для общества в целом убыточной.

Например, рассматривается решение о сведении леса и осушении болот вблизи

крупного города для строительства транспортной и иной инфраструктуры. Если анализировать только экономические выгоды и связанные с ним затраты, то данный проект может оказаться выгодным и принят к исполнению. Однако недоучет косвенных выгод от экосистем может привести к тому, что в какой-то момент может возникнуть ущерб, превышающий выгоды от реализации этого проекта. Наглядной иллюстрацией этой ситуации являются пожары в Московской области 2010 года, которые привели к колоссальным экономическим потерям и возникшие, в том числе, вследствие того, что была проигнорирована водорегулирующая функция осушенных болот.

В общем случае включить природный капитал и экосистемные услуги в анализ «издержки – выгоды» можно, используя критерий чистой приведенной стоимости (NPV – net present value). Сравнивая абсолютные или относительные величины NPV для двух проектов (1 – проект «без учета экосистемных услуг» и 2 – проект «с учетом экосистемных услуг»), можно выявить, насколько эти проекты различаются между собой с точки зрения устойчивости оцениваемой системы.

Формула для расчета по каждому из проектов может быть записана следующим образом:

$$NPV_j = \frac{PMT}{i} \cdot \left(1 - \frac{1}{(1+i)^T}\right) - I,$$

где:

$\frac{PMT}{i} \cdot \left(1 - \frac{1}{(1+i)^T}\right)$ – текущая стоимость аннуитета с ежегодными платежами в период (Т) реализации каждого данного J-ого проекта, лет. В данном случае использована формула стандартизированного аннуитета с фиксированными ежегодными платежами; при необходимости можно перейти к формуле нестандартизированного аннуитета;

PMT (Payment Amount) – величина ежегодного платежа, равная разнице ежегодных поступлений от реализации

проекта (В) и связанных с ними затрат (С); в данный показатель целесообразно включить экологические выгоды (Ecological Benefits – B_E) и потери (Ecological Costs – C_E), а также ежегодные платежи по уходу за территорией (Land Care Costs – C_{LC}), то есть:

$$PMT = B - C + B_E - C_E - CL_C;$$

i – ставка дисконта, доли единицы;

I (Investment) – инвестиции, которые изначально необходимо вложить в проект для его реализации.

Расчеты, проведенные без учета показателей B_E , C_E и C_{LC} , могут зафиксировать ситуацию, когда NPVj будет положителен. Ситуация, когда NPVj > 0 говорит о том, что инвестиции, вложенные в проект, меньше доходов, который он приносит за рассматриваемый период, и проект может быть принят. Если включить в рассмотрение экологический фактор, то результат может резко измениться.

Если вернуться к примеру с осушением болот, можно показать, что ситуация антропогенного вмешательства в окружающую среду привела к тому, что население Москвы и Московской области перестало получать поток экосистемных услуг болот, что, в свою очередь, спровоцировало пожары и иной ущерб, то есть сформировала значительные внешние экологические издержки C_E . Последние нужно сравнить с суммарными дисконтированными выгодами и затратами от осушения и, если $C_E > B - C$ при $B_E = 0$, то NPVj < 0, что говорит о том, что проект по осушению болот следовало бы отменить.

Самостоятельной сферой применения рассмотренной методологии для практики УУЗР является оценка альтернативных сценариев землепользования: традиционного и устойчивого. На основе приведенных выше методов оценки экосистемных услуг проводится оценка общей экономической ценности (TEV – Total Economic Value) земли, то есть такой стоимости, которая наряду с традиционными экономическими

факторами учитывает «природную» составляющую.

Общую экономическую ценность можно выразить следующим образом (Perman et al., 2003; Tietenberg et al., 2003):

$$TEV = DUV + IUV + OV + QOV,$$

где:

DUV – прямая стоимость использования, отражает реальное или запланированное использование оцениваемого ресурса (сопряжена с услугами прямого обеспечения ресурсами и культурными услугами);

IUV – косвенная стоимость использования (охватывает услуги, которые обычно не учитываются в хозяйственной деятельности, например, – услуги поддержания жизни экосистем и услуги ассимиляции);

OV – стоимость отложенной альтернативы (является стоимостью сохранения оцениваемого ресурса для потенциального использования в будущем);

QOV – стоимость отложенной квазиальтернативы (связана с готовностью платить за то, чтобы избежать необратимых обязательств при поступлении новой информации с течением времени).

При изменении типа землепользования или растительного покрова меняется и показатель ценности. Положительное решение о смене землепользования должно приниматься только в том случае, если показатель ценности будет расти, наоборот, уменьшение стоимости земель расценивается как их деградация.

Изложенный метод позволяет учесть максимальное количество факторов, влияющих на экономическую эффективность использования земель: особое значение имеет то, что принимается во внимание и стоимость экосистемных сервисов, которая отличается при рациональном и нерациональном использовании земельных ресурсов. Это позволяет «отсекать» экономические неэффективные подходы, при которых высокая урожайность достигается за счет хищнической

эксплуатации почвенных и водных ресурсов (Costanza et al., 2014).

Метод, перенесенный с проблем изменения типа землепользования на оценку земли вообще, будет полезен также для формирования экологически-ориентированного налогообложения. В настоящее время налог с земли формируется на основе ее кадастровой стоимости. Использование ценности земли, учитывающей экосистемные услуги, в качестве налоговой базы позволит сформировать новую систему природоохранных отношений в обществе, направить получаемые денежные средства на обеспечение эколого-экономического баланса и собственно устойчивого развития общества, например, с помощью восстановления системы экологических фондов.

Еще одной сферой применения рассматриваемой концепции оценки окружающей среды является оценка ущерба, наносимого природе человеческой деятельностью, а также расчета величины компенсационных платежей.

Понятие ущерба в своей основе включает в себя две принципиальных составляющих – реальный ущерб и упущенную выгоду. Так, например, в части 1 статьи 15 Гражданского кодекса Российской Федерации можно найти следующее толкование: «Под убытками (ущербом)...понимаются расходы, которые лицо, чье право нарушено, произвело или должно будет произвести для восстановления нарушенного права, утрата или повреждение его имущества (реальный ущерб), а также неполученные доходы, которые это лицо получило бы при обычных условиях гражданского оборота, если бы его право не было нарушено (упущенная выгода)» (Гражданский кодекс Российской Федерации..., 1994).

Если говорить об ущербе, причиненного землям в результате деградационных процессов, то последний включает в себя в части реального ущерба стоимость работ по рекультивации земельного участка до исходного недеградированного состояния.

Для оценки величины реального ущерба, то есть стоимости работ по рекультивации земель, используется два принципиально различных способа:

- составляется проект рекультивации территории, в котором сформулирован перечень мероприятий и отражены технические условия их осуществления, включая объемы перемещаемых почвогрунтов, посадок технических культур растений и др., рассчитана стоимость каждого запланированного мероприятия, включая стоимость материалов;
- в случае невозможности оценить затраты на рекультивацию, размеры ущерба рассчитываются по формулам, учитывающим площадь, степень деградации, загрязнения и захламления, экономические характеристики исследуемого региона, земельные таксы, назначаемые нормативным или приказным путем, учитывающие тип землепользования или зоны функционального назначения и даже иногда тип почвы.

В отличие от определения реального ущерба, при оценке упущенной выгоды не всегда понятно, что и в каком объеме теряется в результате неиспользования либо недоиспользования земельного участка. Чаще всего рассчитывают убытки от неполучения или недополучения доходов от реализации продукции агропроизводства. Иногда при оценке упущенной выгоды учитывается потеря дохода, который мог быть получен, если бы определенная часть финансовых ресурсов не была отвлечена на ликвидацию реального ущерба.

Наконец, если деградация земель приводит к снижению ее рыночной стоимости, то разница между первоначальной и конечной

стоимостями земельного участка также может рассматриваться в качестве разновидности упущенной выгоды.

Ущерб от деградации земель возможно калькулировать сложением стоимости работ по восстановлению (рекультивации) земель, потери дохода от хозяйственной деятельности и снижения рыночной стоимости земель.

Очевидно, что акцентирование внимания главным образом на убытках от неполученного или недополученного выпуска сельскохозяйственной продукции при расчете упущенной выгоды существенно сужает содержание этого компонента ущерба от деградации земель, так как обычно при этом происходит не только снижение плодородия почв, но и нарушение других их функций в экосистемах, потеря экосистемных услуг.

То есть, необходимо дополнить приведенное выше уравнение дополнительным компонентом, связанным с потерей экосистемных услуг. В результате, получается, что при подсчете ущерба от деградации земель необходимо суммировать стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земель, потерю дохода от хозяйственной деятельности, снижение рыночной стоимости земель, денежную оценку невыполненных или невыполненных экосистемных услуг.

Предложенный учет экосистемных услуг в рамках эколого-экономической оценки ущерба, наносимого землям в результате их деградации, должен стать реальным механизмом охраны природы и разработки систем устойчивого землепользования. Метод может быть использован как основа для формирования платежей для нужд рационального землепользования, например, штрафов.

Список источников

- Аналитический Центр при Правительстве Российской Федерации. 2016. *Доклад о Человеческом Развтии в Российской Федерации за 2016 год. Цели Устойчивого Развития ООН и Россия*. Ред. Бобылев С.Н., Григорьев Л.М. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации.
- Багдасарян А. 2015. «Деградация на Миллиарды: в России Истощены Свыше 60% Сельхозугодий.» *Агроинвестор*. №11.
- Бобылев С.Н. 2014. *Экономика Природопользования*. Москва: ИНФРА.
- Бобылев С.Н., Захаров В.М. 2009. *Экосистемные Услуги и Экономика*. Москва: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт Устойчивого Развития.
- Гражданский Кодекс Российской Федерации (ГК РФ) 30 ноября 1994 года N 51-ФЗ
- Дамодаран А. 2012. *Оценка Стоимости Активов*. Минск: Попурри.
- Касьяненко Т.Г., Маховикова Г.А., Есипов В.Е., Мирзажанов С.К. 2011. *Оценка Недвижимости*. Москва: КНОРУС.
- Коммонс Дж.Р. 2011. *Правовые Основания Капитализма*. Москва: Изд. дом Высшей школы экономики.
- Медведева О.Е. 2004. *Методические Рекомендации по Оценке Стоимости Земли. Методические Рекомендации по Осуществлению Эколого-Экономической Эффективности Проектов Намечаемой Хозяйственной Деятельности*. Москва: Торгово-Промышленная Палата РФ. АНО «СОЮЗЭКСПЕРТИЗА».
- Постановление от 26 января 2015 года N 14-пп «Об Утверждении Кодекса Добросовестного Землепользователя Белгородской Области» СПС КонсультантПлюс.
- Постановление Правительства РФ от 17.11.1992 N 879 (с изм. от 30.12.2000) «О Государственной Комплексной Программе Повышения Плодородия Почв России.» 1992. СПС КонсультантПлюс.
- Проблемы Деградации и Восстановления Продуктивности Земель Сельскохозяйственного Назначения в России. 2008. Ред. А.В. Гордеев Г.А. Романенко. Москва: Росинформагротех.
- 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.
- Эволюция Теории Стоимости. 2010. Ред. Ядгаров Я.С. Москва: ИНФРА-М.
- Экосистемные Услуги Наземных Экосистем России: Первые Шаги. 2013. Status Quo Report. Ред. Букварева Е.Н. Москва: Центр охраны дикой природы.
- Costanza R., De Groot R., Sutton P., Van der Ploeg S., Anderson S.J., Kubiszewski I., ... Turner R.K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*. 26, 152-158.
- Costanza R., D'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., ... Van Den Belt M. 2011. «Стоимость Мировых Экосистемных Услуг и Природного Капитала.» *Самарская Лука: Проблемы Региональной и Глобальной Экологии*. 20(1).
- Keesstra S.D., Bouma J., Wallinga J., Tittonell P., Smith P., Cerdà A., Fresco L.O. 2016. «The Significance of Soils and Soil Science Towards Realization of The United Nations Sustainable Development Goals.» *Soil*, 2(2), 111-128.

- Maes J., Teller A., Erhard M., Liqueste C., Braat L., Berry P., Bidoglio G. 2013. "An Analytical Framework for Ecosystem Assessments Under Action." *Mapping and Assessment of Ecosystems and Their Services*. 5, 1-58.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC
- Nkonya E., Mirzabaev A., Braun J. 2016. *Economics of Land Degradation and Improvement. A Global Assessment for Sustainable Development*. Cham: Springer International Publishing. XVIII.
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., Common, M. 2003. *Natural resource and environmental economics*. Pearson Education.
- Platon, V. 2015. "New Developments in Assessing Forest Ecosystem Services in Romania." *Procedia Economics and Finance*. Vol. 22. – P.45–54.
- Tietenberg, T., Lewis, L. 2018. *Environmental and natural resource economics*. Routledge.
- The World Bank Group. *Gross Domestic Product 2020*. <https://databank.worldbank.org/data/download/GDP.pdf>
- Vasenev V.I., van Oudenhoven A.P.E., Romzaykina O.N., Hajiaghaeva R.A. 2018. "The Ecological Functions and Ecosystem Services of Urban and Technogenic Soils: from Theory to Practice (A Review)." *Eurasian Soil Science*. Vol. 51, №10. – P.1119–1132.

Тематические исследования, примеры проектов и технологий, способствующих устойчивому управлению земельными ресурсами

Р.Т. Орозакунова, Д.А. Кодирова, А.А. Контобойцева

Важными элементами образовательного процесса в области УУЗР является знакомство обучающихся с внедренными в практику проектами, способствующими устойчивому землепользованию, международными отчетами, методическими руководствами и базами данных наилучших технологий, а также применение метода тематических исследований (case studies, метод кейс-стади).

С начала 2000-х годов в странах Центральной Азии был реализован ряд международных и национальных исследовательских проектов и проектов по внедрению практик устойчивого землепользования в условиях климатических изменений при поддержке международных организаций.

Широкий обзор публикаций и анализ состояния исследований в области устойчивого управления земельными ресурсами в Кыргызстане и Таджикистане был проведен в 2013 году Институтом исследований горных сообществ Университета Центральной Азии и Центром развития и окружающей среды Бернского университета (Shigaeva, Wolfgramm, Dear, 2013). В данной работе авторы, используя аналитическую основу Всемирного исследовательского проекта о землеустройстве (GLP; 2005),

проанализировали распределение отобранных публикаций по компонентам и связям в социально-экологической системе. Также проведено небольшое сравнение с работой (Gurung et al., 2012): оценка состояния и потребности в исследованиях для устойчивого развития в горных регионах мира. Отмечено, что прикладные исследования в области УУЗР в Кыргызстане и Таджикистане очень редки. Рекомендовано проведение целевых исследований, сосредоточенных на применении результатов, с привлечением всех заинтересованных сторон (местных и международных исследователей, практиков, разработчиков государственной политики и землепользователей) и обеспечением взаимного информационного обмена.

В рамках Проекта ПАМИР «Сокращение масштабов бедности путем смягчения рисков высокогорья» (Чиранживи, и др., 2013) исследователи приводят рекомендации по разработке национальных планов действий по устойчивой жизнедеятельности (устойчивые средства к существованию) и управлению природными ресурсами в Кыргызстане и Республике Таджикистан, где анализируются существующие положения и политика по управлению

природными ресурсами. Показатели, выявленные в результате исследований, были разделены на категории, которые имеют определенные значения и оценку на национальном, областном, районном и местном уровнях. В заключении авторы указанных исследований делают вывод о необходимости придерживаться общей цели в поиске устойчивых средств к существованию и разработке соответствующей политики, а также о важности значения политической воли и системы управления для реализации и решения этих задач.

В рамках деятельности КБО ООН разработан механизм для оказания помощи странам в установлении добровольных национальных целей по нейтральному балансу деградации земель (НБДЗ) и определения ключевых проектов для достижения этих целей (Национальный отчет по нейтральному балансу..., 2018). В данном отчете при разработке национальных показателей по НБДЗ использован трехуровневый подход, рекомендованный в «Методологической записке» КБО ООН, суть которого заключается в следующем: 1 уровень – комбинированное использование данных глобальных и региональных наблюдений; 2 уровень – сопоставление их с данными национальной статистики по земельным ресурсам на различных уровнях дезагрегации; 3 уровень – использование данных из полевых исследований и наблюдений. В качестве индикаторов взяты показатели «Продуктивность земель», «Запасы почвенного органического углерода» и «Почвенно-растительный покров».

На основе глубокого сравнительного анализа методологических подходов, разработанных КБО ООН, выясняется, что глобальные данные и национальные данные взаимодополняют друг друга. Обнаружившиеся несоответствия или расхождения вполне закономерны и скорее указывают пути усовершенствования методик взаимопроверки (верификации), оценки и практического применения при достижении НБДЗ (Национальный

отчет по нейтральному балансу..., 2018). Последние сведения по состоянию земель и достижению НБДЗ в странах региона приведены в отчете «Overview of land degradation neutrality (LDN) in Europe and Central Asia» (FAO, 2022).

Основным инструментом, признанным КБО ООН для документирования, оценки и распространения опыта в области УУЗР, является глобальная база данных эффективных практик WOCAT. Более подробно о ней идет речь в Модуле 1.

В течение последних десятилетий почвенный органический углерод (ПОУ) привлекает с каждым годом внимание все более широкого круга специалистов, так как было установлено, что он не только обеспечивает плодородие и здоровье почв, но может сыграть ключевую роль в уменьшения последствий изменения климата. Количество поглощенного почвой углерода зависит от стратегий управления (например, сохранения остатков и внесения удобрений) и условий окружающей среды. В 2021 году ФАО выпустила серию технических руководств, в которых собраны в стандартизированном формате существующие данные о влиянии основных методов обработки почвы на содержание ПОУ в широком спектре условий (FAO and ITPS, 2021, Volume 1-6, <https://www.fao.org/global-soil-partnership/areas-of-work/soil-organic-carbon-manual/en/>). В руководствах представлены различные методы устойчивого управления почвами, которые оказывают положительное влияние на запасы органического углерода в почве.

Это руководство также является одним из элементов инструментария RECSOIL toolkit ФАО. RECSOIL – это механизм, предложенный для учета углеродных кредитов и устойчивых методов управления почвами в сельском хозяйстве в качестве одного из инструментов смягчения последствий изменения климата путем поглощения углерода в почве. Более подробно узнать о RECSOIL можно на сайте ФАО по ссылке <https://www.fao.org/global-soil-partnership/areas-of-work/recarbonization-of-global-soils/en/>.

Публикации Евразийского центра по продовольственной безопасности и экспертов субрегионального Евразийского почвенного партнерства (FAO, 2016; FAO, 2017; FAO и Евразийский центр по продовольственной безопасности, 2021) направлены на продвижение технологий и практик области устойчивого управления почвенными и земельными ресурсами путем интеграции усилий исследователей

и практических специалистов, работающих в этом направлении. Для решения задач устойчивого землепользования рассматриваются региональные природные особенности территории, такие как засоление почв, с учетом климатических изменений, социально-экономической ситуации и исторического контекста деградации земель в регионе.

Тематические исследования (case studies) по УУЗР

Тематические исследования в учебном процессе были впервые использованы в Гарвардской школе права в 1870-х годах, а к середине XX века данный метод обучения получил широкое распространение в юридических, деловых и медицинских школах США и других стран. К настоящему моменту использование тематических исследований в высшем образовании в области бизнеса, естественных, гуманитарных и социальных наук имеет богатую историю. Тематическое исследование используется как средство исследования и описательный, качественный метод анализа, который исследует явления в контексте реальной жизни (Baron, McNeal, 2019). Метод кейсов – это метод обучения на основе реальных ситуаций, он носит междисциплинарный характер, помогает студентам сократить разрыв между теорией и практикой, привить студентам критическое мышление и коммуникативные навыки.

Студенты, знакомящиеся с методом тематических исследований, должны иметь базовые знания в области экономики. Как правило, курс состоит из последовательности лекций и набора тематических исследований, которые разделены по подтемам и сопровождают конкретные лекции, касающихся конкретных аспектов продовольственной системы.

Обучение аргументации на основе тематических исследований используется для ознакомления студентов с принципами их учебной дисциплины и типами проблем, с которыми они столкнутся как специалисты-практики. Использование тематических исследований демонстрирует студентам как типичные, так и нетипичные проблемы, а также предлагает обсуждение и аргументацию этих проблем. Работа студентов над сложными, неоднозначными реальными проблемами более активно вовлекает их в обучение, побуждая смотреть на ситуацию с точки зрения действия, а не анализировать на расстоянии, способствует повышению информационной грамотности, так как требует от обучающихся оценки нескольких источников данных.

С 2016 года Евразийский центр по продовольственной безопасности (ЕЦПБ) совместно со Всемирным банком провел пять раундов конкурса на составление тематических исследований по продовольственной безопасности в Евразийском регионе. Целью проекта являлось содействие сотрудничеству между исследователями и преподавателями в регионе при подготовке серии кратких аналитических и образовательных исследований о мерах политики в области продовольственной безопасности и питания. В результате были опубликованы сборники тематических исследований, часть которых связана с устойчивым землепользованием (ЕЦПБ, 2016; ЕЦПБ, 2017; ЕЦПБ, 2020).

Таблица 11.1. Тематические исследования, которые могут быть использованы при преподавании междисциплинарного курса по УУЗР в Центральной Азии.

№№	Название тематического исследования (авторы)	Источник
1	Восстановление засоленных почв Таджикистана на примере засоленных почв Вахшской долины (В. Демидов, Х. Ахмадов)	Продовольственная безопасность в Евразийском регионе. Сборник тематических исследований. Евразийский центр по продовольственной безопасности. 2016. Москва.
2	Предлагаемые меры по уменьшению ирригационной эрозии на территории Кыргызстана (Н. Мавлянова, К. Кулов, П. Жоошов)	
3	Управление водно-земельными ресурсами и сельскохозяйственная политика в поддержку продовольственной безопасности на примере дельты Амударьи в Узбекистане (А. Сафарова, Г. Хасанханова)	
4	Деграляция лесовых территорий как результат интенсивного орошения (Мавлянова Н.Г., Рахматуллаев Х.Л., Тураева С.Т.)	Земельные ресурсы и продовольственная безопасность Центральной Азии и Закавказья. FAO, 2016. Рим
5	Устойчивое землепользование и сопряженные проблемы окружающей среды: примеры решения средствами международных проектов в Таджикистане (Куст Г.С., Сампат Т.В., Джайн Н., Мотт Дж., Андреева О.В., Армстронг А., Чилдресс М., Рахимов Р.Н., Холлов Н.С)	
6	Опыт применения подходов и методов ФАО для восстановления продуктивности деградированных земель и устойчивого землепользования в Узбекистане (Абдуллаев У.В., Хасанханова Г.М., Хамзина Т.И., Ибрагимов Р., Таряникова Р.В., Панкова Е.И.)	
7	Повышение устойчивости сельскохозяйственного сектора к засухе в Узбекистане: от управления кризисными ситуациями к смягчению рисков засухи (А. Нурбеков, А. Мирзабаев)	Продовольственная безопасность в Евразийском регионе 2017. Сборник тематических исследований. Евразийский центр по продовольственной безопасности. 2017. Москва.
8	Адаптация землепользования для предотвращения негативного воздействия изменения климата на продуктивность орошаемых пахотных земель в Нукусском районе (Узбекистан) (Т. Хамзина, М. Конюшкова, М. Нечаева)	Продовольственная безопасность в Евразийском регионе 2019. Сборник тематических исследований. Евразийский центр по продовольственной безопасности. 2020. Москва.

Также тематические исследования приведены в монографиях, опубликованных ЕЦПБ совместно с Глобальным почвенным партнерством ФАО (ФАО, 2016; ФАО и Евразийский центр по продовольственной безопасности). Обзор этих публикаций показывает, что набрано достаточное количество кейсов, связанных с УУЗР (таблица 11.1), которые могут быть

внедрены в учебный процесс в аграрных ВУЗах Центральной Азии.

1. «Восстановление засоленных почв Таджикистана на примере засоленных почв Вахшской долины»

Данные исследования были направлены на разработку рекомендаций и мероприятий по восстановлению и вовлечению засоленных

почв в хозяйственное использование и распространение этого опыта на другие территории.

Различные природно-климатические и антропогенные влияния на территории Таджикистана привели к увеличению площади земель вторичного засоления. Из 753 тыс. га орошаемых земель 40% (301 тыс. га) расположены в зоне насосных станций и скважин, но в силу разных социально-экономических причин фактически орошаемые земли два раза уменьшаются.

Высокое залегание минерализованных грунтовых вод, приводящее к вторичному засолению, природная засоленность и солонцеватость почв в массивах нового освоения приводят к недобору хлопка-сырца, основной для Таджикистана культуры, ежегодно до 100 тыс. т., поэтому, как отмечают авторы, улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель является главным резервом роста урожайности сельскохозяйственных культур.

В Республике Таджикистан существует три группы заинтересованных участников управления земельными ресурсами: контролирующая группа (государственные комитеты, министерство, исследовательские и проектно-изыскательские институты); землепользователи; посредники.

Вторая и третья группа тесно взаимосвязаны между собой и одновременно могут выступать как вызывающими процессы засоления, так и зависящими от них. Главные заинтересованные субъекты – фермеры и сельское население, они составляют 72% от общей численности населения, и сельское хозяйство для них – это основная отрасль получения средств к существованию.

Решения существующих проблем предлагаются на уровне правительства Таджикистана и парламента. Необходимо принять законодательные акты, обязывающие государственные и местные органы выполнять мелиоративные работы, как на государственных, так и на фермерских орошаемых землях. Финансирование работ должно производиться Национальным

банком РТ, неправительственными организациями, местными хукуматами, дехканскими хозяйствами и частными инвестициями.

Для решения проблем орошаемого земледелия и мелиорации засоленных почв авторами выдвигаются следующие приоритетные мероприятия:

- Рациональное использование земельных ресурсов, особенно орошаемых земель, включая засоленные почвы, получение двух – трех урожаев на одном поле (также и на рассоленных почвах), соблюдение норм внесения удобрений, техники и норм поливов и др.
- Существующие темпы освоения земель под орошение должны сохраняться только за счет вовлечения новых земель на горных территориях или рассоления новых засоленных почв и улучшения состояния земель вторичного засоления в долинной зоне.
- Проведение масштабных работ по улучшению и регулированию работы коллекторно-дренажных сетей.
- Перевод части орошаемых земель в богарное земледелие с выращиванием культур, менее требовательных к орошению, и внедрение новых технологий орошения (капельное, подпочвенное дождевание).
- Внедрение дифференцированных тарифов на воду в зависимости от природно-климатических зон, самотечной водоподдачи, машинного водоподъема и др.
- Формирование четкого механизма взаиморасчетов между поставщиками и потребителями воды, исходя из сезонности работ, а также между отдельными звеньями оросительных систем.
- Достижение 100% уровня оплаты водных услуг и электроэнергии возможно при реальной оценке платежеспособности потребителей и соответствующего экономического обоснования тарифов.

2. «Предлагаемые меры по уменьшению ирригационной эрозии на территории Кыргызстана»

Рассмотрены основные причины развития ирригационной эрозии на территории Кыргызстана, предлагаются различные подходы и технологии для обеспечения рационального использования орошаемых земель, а также проанализированы законы и постановления, принятые правительством КР по снижению деградации земель с 1991 по 2016 гг. (Мавлянова и др., 2016а; Мавлянова и др., 2016б; Демидов и др., 2016; Сафарова, 2016).

Анализ данных почвенных ресурсов республики показывает, что начиная с 1995 г. площадь деградированных земель выросла до 50% (а в некоторых случаях до 80% сельхозугодий), почвы, подверженные водной эрозии составляют 70% от общего количества орошаемых земель.

Были выделены основные группы, которые должны были быть заинтересованы в результатах этих исследований и могли принимать решения для снижения деградации земель. Это – государственные органы управления, научно-исследовательские и образовательные учреждения, местные органы управления и фермеры.

В кейсе отмечается, что государственные органы: Министерства сельского хозяйства и мелиорации, Государственное агентство охраны окружающей среды, – не занимаются вопросами деградации земель и предупреждением экологических нарушений, а только – ликвидацией их последствий, так как в структурах этих организаций нет научных центров, изучающих перспективные направления.

Предложения по выходу из сложившегося положения следующие.

- Создание Министерства охраны окружающей среды и устойчивого развития на базе Агентства охраны окружающей среды, с усилением последнего финансовыми средствами и научными центрами. Основными

функциями нового ведомства, кроме природоохранных, должны стать внедрение инновационных методов земледелия, а также противодействие эрозии почв.

- Принятие политических решений для снижения ущерба от ирригационной эрозии (разработка инвестиционных проектов, финансовая поддержка научных исследований, реконструкция внутрихозяйственных оросительных систем с использованием контурного, капельного орошения и микрождевания, создание цифровых карт подверженности почв различным видам деградации, развитие консультационных услуг и т.д.).
- Внедрение технологий по снижению деградации земель: технология поливов, контурно-мелиоративная организация территории, капельное орошение, технологии и механизмы по обработке почвы.
- Организация консультационных услуг и развитие образовательной политики. Необходимо по всей республике внедрить в практику проект по подготовке фермеров на базе профтехучилищ и лицеев; ввести специальный курс по ирригационной эрозии в ВУЗах и колледжах. Фундаментальные и прикладные исследования должны оставаться объектом государственного финансирования и проводиться на конкурсной основе.

На основе проведенного аналитического исследования предлагаются рекомендации для групп, заинтересованных в решении проблем ирригационной эрозии в Кыргызстане.

3. «Управление водно-земельными ресурсами и сельскохозяйственная политика в поддержку продовольственной безопасности на примере дельты Амударьи в Узбекистане»

В этом исследовании авторами представлен аналитический обзор вопросов восстановления засоленных почв и

сельскохозяйственной политики в поддержку продовольственной безопасности на примере дельты реки Амударьи в Узбекистане. Область исследования охватывает сельскохозяйственные земли: орошаемые земли, пастбища и озерные системы. Пахотные угодья и водные экосистемы, как отмечают авторы, крайне уязвимы к сокращению стока по причине изменчивости климата и увеличения экстремальных явлений. Дельта реки Амударьи сильно пострадала от изменений гидрологического режима, негативных процессов и явлений, протекающих в речном бассейне. Климат дельты полупустынный, со средним годовым количеством осадков 80–120 мм/год, а испарение достигает 1200–1600 мм/год под воздействием высоких температур и сильных ветров в летний период.

Как отмечают авторы, засоленные почвы охватывают около половины орошаемой площади страны, и этот фактор является причиной снижения урожая хлопка на 20–30% на слабозасоленных землях, на 40–60% на средnezасоленных землях и на 80% и более на сильнозасоленных землях.

С 2012 г. начался этап дальнейшего совершенствования организации деятельности и развития фермерства в Узбекистане, который обеспечил возможности для повышения экономической самостоятельности и финансовой устойчивости фермерских хозяйств.

В данном кейсе приняты два сценария продовольственной политики, разработанные проектами ПРООН.

Сценарий 1 предусматривает сохранение и обеспечение продовольственной независимости, балансов потребления и производства продовольственных товаров посредством увеличения объемов производства для покрытия прогнозируемых дефицитов по продуктам питания.

Сценарий 2 предусматривает наращивание производства тех продовольственных товаров, по которым Узбекистан имеет сравнительное преимущество, в целях значительного расширения их экспорта.

Для эффективной реализации этих сценариев предусмотрена необходимость решения следующих задач.

- Дальнейшее развитие реформ в системе землепользования и водопользования и инвестиции в мелиорацию засоленных земель.
- Укрепление потенциала институциональных структур и развитие новых форм и методов управления, мониторинга и контроля.
- Расширение устойчивого управления водно-земельными ресурсами засушливых ландшафтов, подверженных засолению. Политика правительства должна быть нацелена на расширение инноваций и технологий УУЗР, смягчение засухи и адаптацию климатоустойчивого управления сельским хозяйством (например, – замена риса на озимую пшеницу, снижение площади под хлопчатником в пользу продовольственных культур, внедрение засухоустойчивых сортов и видов культур, переход на плодовоовощные культуры и т.д.).
- Стимулирование внедрения современных агротехнологий для решения задач повышения урожайности в растениеводстве и продуктивности в животноводстве.
- Управление знаниями и расширение информированности заинтересованных сторон.

4. «Деградация лессовых территорий как результат интенсивного орошения»

Лессовые породы как почвообразующие имеют наибольшее распространение на территории Центральной Азии. Лессы – это однородная неслоистая, сильно пылеватая (содержание фракций 0,005–0,05 мм более 50%), пористая (пористость более 42%), часто имеющая макропоры маловлажная порода, обладающая просадочными свойствами при замачивании (Сергеев, 1986).

В силу своих особых качеств по химико-минералогическому составу,

физико-механическим свойствам лессовые породы при освоении показывают не идентичные изменения в сравнении с другими почвообразующими породами. При освоении лессовых массивов Центральной Азии – Голодной, Каршинской, Дальверзинской степей, Яванской долины и других территорий – под орошение строительством водохранилищ, каналов, коллекторно-дренажной сети и других ирригационно-мелиоративных сооружений наблюдались такие процессы и явления, как оврагообразование, эрозия, просадки, суффозия, плоскостной смыв, засоление почв и т.д. Кроме этого в первые годы освоения лессовых долин были отмечены случаи просадочных деформаций оросительных каналов и повреждения гидротехнических сооружений.

Изучив распространения лессовых пород Сергеев, (1986) выделяет 3 зоны: 1) зону сплошного распространения непросадочных и слабопросадочных лессовых грунтов – на равнинной части территории; 2) зону сплошного распространения просадочных лессовых грунтов – в предгорьях и на предгорных равнинах; 3) зону островного распространения просадочных и непросадочных лессовых грунтов – в горной части.

Крупные массивы орошаемых земель в Центральной Азии расположены в Узбекистане, их общая площадь – 4,2 млн га земель. Огромные территории на лессовых массивах заняты под богарные земли с общей площадью 5,2 млн га.

В результате интенсивного орошения лессовых территорий возникают нижеследующие негативные процессы:

- Эрозионные процессы. Из-за невысокой водопрочности лессовых пород они быстро размокают и интенсивно размываются под воздействием поверхностных вод и определяют максимальное развитие оврагов. Дальнейшему ускорению эрозионных процессов на орошаемых лессовых массивах способствует распашка склонов, сбросы излишков поливной воды и аварии на водонесущих сооружениях.
- Суффозионные процессы интенсивно протекают на лессовых породах, обладающих высокой активной пористостью и при самотечном способе полива. Поверхностные формы суффозионных процессов проявляются в виде различных воронок (1–3 м в диаметре и 2–4 м в глубину), а глубинные – в виде карстовых труб, колодец и шахт.
- В лессовых породах также часто встречаются плывуны. В плывунное состояние лессовые породы переходят при зернисто-пленочной структуре.
- Просадочные явления часто наблюдаются на массивах нового орошения вдоль оросительных каналов.
- Оползневые процессы являются результатами работ по строительству автомобильных и железных дорог, прокладке каналов, разработке месторождений полезных ископаемых, сооружению водохранилищ и т.д.
- Засоление почв происходит в результате заболачивания и вторичного засоления при нарушении норм полива, поднятии уровня грунтовых вод.

Как отмечают авторы, для решения проблем деградации земель необходимо применять ресурсосберегающие, водосберегающие и почвозащитные технологии и режимы орошения.

5. «Устойчивое землепользование и сопряженные проблемы окружающей среды: примеры решения средствами международных проектов в Таджикистане»

В Таджикистане для продвижения и решения вопросов устойчивого землепользования реализованы три взаимосвязанных проекта:

- Проект развития общинного сельскохозяйственного производства и управления водосборными бассейнами (CAWMP, 2004–2012).
- Проект по регистрации и кадастровой системе земель для устойчивого сельского хозяйства (LRCSP, 2005–2014).

- Экологически устойчивое землепользование и жизнеобеспечение в сельской местности (ELMARL, 2013–2017).

Проект развития общинного сельскохозяйственного производства и управления водосборными бассейнами (SAWMP, 2004–2012). Цель проекта – улучшение жизненного уровня сельских общин в горных регионах путем стимулирования деятельности местных общин через систему небольших грантов, направленных на ключевые сельские задачи и неотложные нужды. Основная деятельность проекта была направлена на предотвращение деградации земель, экосистем горных регионов и на поддержку биологического разнообразия высокогорий.

В рамках этого проекта рассматривались основные экологические проблемы, связанные с деятельностью хозяйств: малоэффективное управление водными ресурсами, эрозия почвы и потеря плодородия из-за неправильной системы управления хозяйством, загрязнение источников питьевого и ирригационного водоснабжения, бесконтрольное применение различных ядохимикатов, деградация земельных ресурсов из-за малоэффективного растениеводства и животноводства, низкая эффективность использования пастбищных земель.

Проект в целом оценен как очень успешный, так как результаты дали общий синергетический и комплексный экологический эффект с практическими рекомендациями по многим направлениям сельскохозяйственного производства.

Проект по регистрации и кадастровой системе земель для устойчивого сельского хозяйства (LRCSF, 2005-2014). Цель проекта – расширение масштабов деятельности по реорганизации хозяйств с тем, чтобы дать большему числу жителей сельских районов возможность стать самостоятельными хозяйственниками и принимать управленческие решения, укрепления прав

землепользования и оказания услуг другим землепользователям.

Проект по экологически устойчивому землепользованию и жизнеобеспечению в сельской местности (ELMARL, 2013-2017).

Цель проекта – создание в Таджикистане возможности для реализации пилотных подходов и мероприятий по интеграции действий по адаптации к климатическим изменениям в общие стратегические программы и планы. Отличительной особенностью проекта – экологические подходы в землепользовании, то есть особое внимание к неразрушительным технологиям в сельском хозяйстве в связи с предполагаемыми последствиями климатических изменений (продолжительные засухи, нехватка водных ресурсов, деградация почв и т.д.).

В целом, политика в рамках данных проектов является успешной, так как наблюдается синергетический эффект результатов: повышение осведомленности и управление знаниями в области оценки экологических рисков; опыты по применению почво-, водо- и энергосберегающих технологий; восстановление деградированных земель и повышение плодородия почв; восстановление лесных участков и создание альтернативных источников древесины путем создания коммерческих посадок деревьев; восстановление пастбищ и доступа к ним; предотвращение эрозии на склоновых землях путем создания древесных и кустарниковых насаждений; энергосбережение и поддержка использования альтернативных источников энергии; комплексное управление водосборными бассейнами и пастбищами; снижение бедности сельского населения.

6. «Опыт применения подходов и методов ФАО для восстановления продуктивности деградированных земель и устойчивого землепользования в Узбекистане».

Исследователями проектного и научно-исследовательского института УЗГИП МСВХ РУз, Узгидромета и Почвенного

института имени В.В. Докучаева были выполнены два успешных проекта по применению в Узбекистане подходов и практик ФАО по восстановлению деградированных почв и устойчивому землепользованию.

Проект 1. Передача фермерам знаний по практикам УУЗР.

В 2002–2005 гг. в рамках специальных программ ФАО был инициирован проект «Интегрированное управление для устойчивого использования засоленных и гипсоносных почв» (ФАО/ТСР/UZB/2901, 2004). Проект был сфокусирован на тестирование и демонстрацию низкочастотных и низкорисковых методов интегрированного управления и внедрение подходов Полевых Фермерских Школ (ПФШ) для передачи технологий и лучших практик фермерам и мелким землепользователям в проектных районах Сырдарьинской и Кашкадарьинской областей.

Реализация проекта осуществлялась в хозяйствах, где деградация почв сильно выражена (засоления, заболачивания и за гипсованности). Успех этого проекта заключается в том, что были вовлечены все заинтересованные фермеры, была поддержка администрациями областного и районного уровней, а также были соблюдены главные принципы функционирования ПФШ (поле – первое место встречи для обучения; инструкторы ПФШ – больше, чем учителя; фермеры – эксперты; обучение на протяжении всего сезона выращивания культур; регулярные встречи обучающихся групп; сближение групп и обмен мнениями (ФАО/ТСР/UZB/2901, 2004).

Такие подходы были продолжены в последующих проектах с привлечением большего количества фермеров.

Проект 2. Устойчивое землепользование.

В период 2008–2009 гг. в рамках многостранового проекта поддержки партнерства ИСЦАУЗР в Узбекистане и других странах Центральной Азии

был реализован проект ГЭФ/АБР «Информационная система устойчивого управления земельными ресурсами (УУЗР – ИС). Цель проекта – внедрение интегрированного подхода к планированию и управлению землепользованием с использованием международных достижений по управлению информацией, основываясь на методологии и индикаторах программы ФАО LADA (ИСЦАУЗР, 2006б; ИСЦАУЗР, 2006а, ИСЦАУЗР, 2009).

Этот проект был сфокусирован на оценке текущего состояния деградации земли в Узбекистане и выборе индикаторов для мониторинга, оценки и реабилитации проблемных почв для обеспечения устойчивого использования земельных ресурсов. При методическом руководстве ФАО на основе почвенных и других карт Узбекистана были созданы Почвенная карта, отвечающая требованиям международной почвенной классификации (Хасанханова, 2003) и Карта системы землепользования Узбекистана в формате GRID.

Исследователи этого проекта отмечают, что привлечение технологий геоинформационных систем и дистанционных материалов с применением инструментов и подходов ФАО LADA обеспечивает благоприятные возможности для интегрированного использования и обмена информацией между целевыми группами и между национальными и многострановыми системами и сетями.

7. «Устойчивая жизнедеятельность и управление природными ресурсами, Кыргызстан»

В данном кейсе страны-участницы разрабатывают планы действий по устойчивой жизнедеятельности, управлению природными ресурсами, снижению бедности, снижению риска катастроф и управлению экологией в Центральной Азии.

Устойчивое развитие включает ряд взаимозависимых элементов и атрибутов, в том числе экономические, политические, природные ресурсы, экологию и др. Исследование продемонстрировало

недостаток единого понимания и полной картины существующих планов, а также выявило пробелы в понимании заинтересованными лицами вопроса увеличения эффективности и интеграции следующих компонентов: уровня жизни, управления лесными и земельными ресурсами, снижения риска катастроф и управления природными ресурсами.

Цель исследования – проанализировать существующие политики и разработать национальные инициативы и стратегии устойчивого управления природными ресурсами и уровнем жизни, которые помогут снизить бедность и укрепить экологическую устойчивость.

В исследовании представлена методология, использованная для практических примеров связей между управлением природными ресурсами и устойчивой жизнедеятельностью в Афганистане, Кыргызстане и Таджикистане с целью учета мнений политических лидеров, агентств развития и заинтересованных лиц.

Разработаны следующие рекомендации к Планам действий по Устойчивому управлению землей:

- Компромисс между бедностью и деградацией экологии (обеспечить продвижение услуг экосистемы, продовольственную безопасность, улучшенное управление землепользованием, управление общественными и частными землями, лесами и пастбищными угодьями).
- Продвижение и поддержка адаптивных исследований по Устойчивому управлению землями (поощрять совместные полевые исследования и новые подходы к улучшению сельскохозяйственных технологий, органического земледелия, устойчивого ведения земледелия, животноводства и управления горными экосистемами посредством школ фермеров).
- Ориентация на планирование устойчивого землепользования (разработать подходящие правила

планирования землепользования для экологических регионов или географических областей, консультируясь с практиками землепользования, политиками, специалистами по планированию и экспертами, также разработать механизм планирования, мониторинга и контроля УУЗ).

- Интеграция концепций и принципов Устойчивого управления землей (стремиться к увеличению знаний и пониманию концепций и принципов устойчивого управления землей среди центральных и местных планирующих органов, политических лидеров и других официальных лиц с административной и технической ответственностью).
- Признание права на пожизненное пользование землей и прав пользователей.
- Применение местных знаний о практике земледелия (рекомендуется разработать план предоставления технических и финансовых услуг для внедрения местных знаний в соответствующие приемы земледелия).

8. «Устойчивые средства к существованию и управление природными ресурсами, Республика Таджикистан»

Разработанный кейс анализирует существующие положения политики и состояние разработки национальных инициатив и стратегий устойчивого жизнеобеспечения и управления природными ресурсами.

Основная цель – внесение вклада в снижение рисков бедствий и сокращение масштабов бедности, способствование устойчивого землепользования и лесного хозяйства и экологической устойчивости в странах Центральной Азии. Еще одна цель заключается в рекомендации стратегических исходных областей для начала взаимодействия, направленного на содействие рационального использования природных ресурсов и средств к существованию на региональном уровне (для отдельной страны) и разработке

предложения и рекомендаций для обеспечения устойчивой жизнедеятельности и управления природными ресурсами в региональном контексте.

Рекомендации к плану действий по устойчивому землепользованию:

- Планирование устойчивого землепользования (национальные действия должны быть подготовлены для удовлетворения местных требований и стремлений, заинтересованные стороны на национальном и региональном уровнях должны иметь возможность консультаций, должен быть установлен механизм планирования, мониторинга и последующего устойчивого землепользования, а также инновации местных методов ведения сельского хозяйства через местные организации; должна осуществляться пропаганда планирования землепользования в качестве нового инструмента, привлечение местного населения к участию в процесс принятия решений).
- Комплексная политика в области сельского хозяйства, лесного хозяйства, пастбищ и реабилитации водоемов (правительству необходимо разработать в этих направлениях политику для поддержки работы в этих хозяйствах).
- Признание прав владения и пользования (маргинальные и сельские общества должны быть ознакомлены с признанием их исторических владений и прав пользования).
- Усиление комплексного управления природными ресурсами (учитывая значение ресурса биологического разнообразия, экосистемных услуг и поддержание экосистемных механизмов, усилить комплексное управление природными ресурсами в национальном планировании).

Внедренные технологии и практики УУЗР

Проекты по внедрению технологий УУЗР, реализованные при поддержке ГЭФ, ПРООН, Глобального Механизма КБО ООН, Германского общества по международному сотрудничеству, Всемирного банка, Европейского банка реконструкции и развития и других доноров, размещены на портале CA Water Info на Интерактивной карте лучших практик по использованию водных, земельных и энергетических ресурсов, а также окружающей среды Центральной Азии (<http://www.cawater-info.net/best-practices/ru/base/index>).

Так, в категории «Земельные ресурсы» размещено 66 практик, в категории «Водные ресурсы» – 56, в категории «Окружающая среда» – 43.

В карточке каждой практики указана подробная информация: название, место

и период реализации, проблема, которая решается применением практики, уровень пригодности практики для адаптации к изменению климата, краткое описание и результаты, примененные в практике инструменты, источник финансирования.

На Портале агроинформационной системы Узбекистана <http://www.agriculture.uz> в разделе «Научные исследования» также приведены практики, разработанные и задокументированные в рамках проекта ИСЦАУЗР и других.

Ниже приведены примеры практик, описания которых размещены в свободном доступе:

- Технология приготовления компоста (компостирование) (Таджикистан).

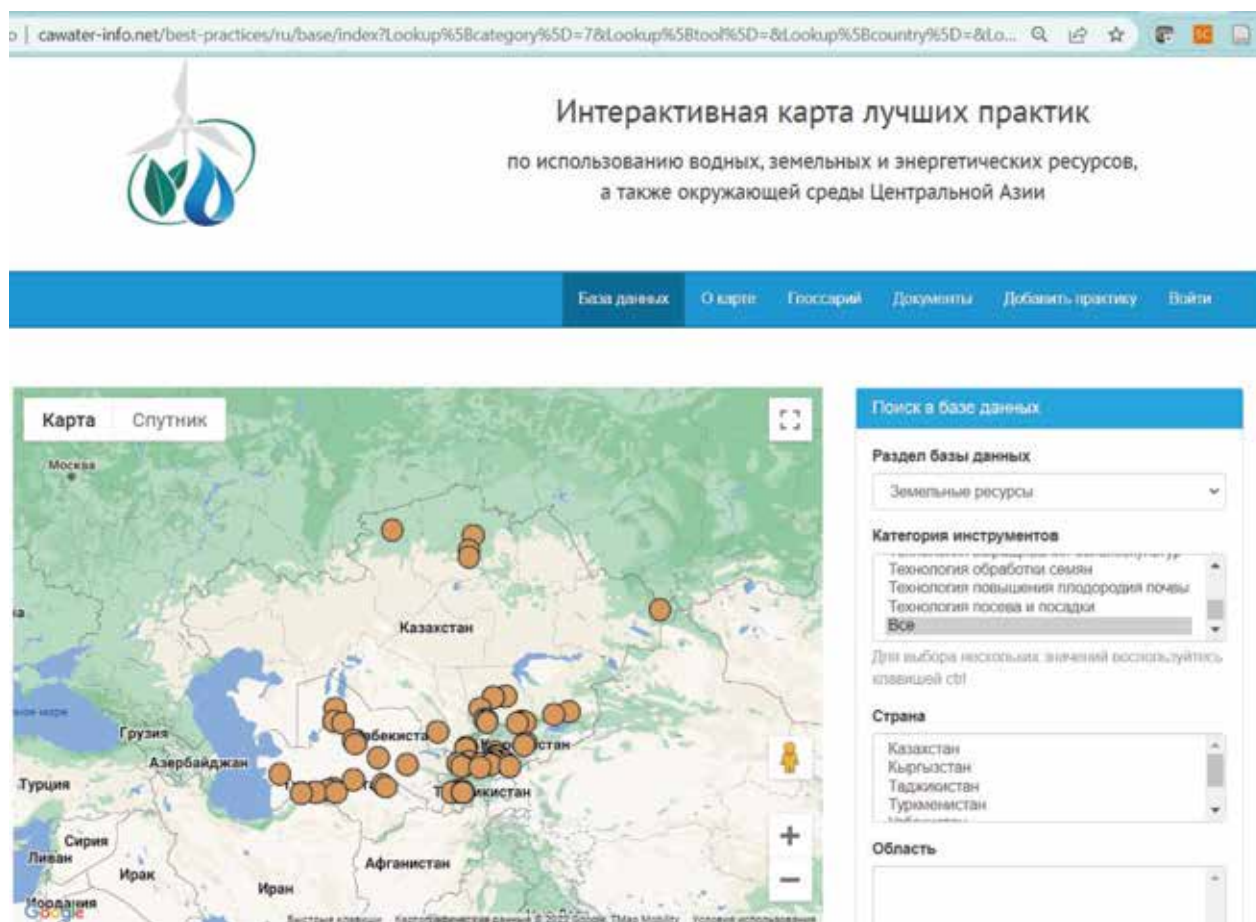


Рисунок 11.1. Скриншот Интерактивной карты лучших практик по использованию земельных ресурсов на портале CA Water Info.

- Наноагромелиоративные приемы повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур (Казахстан).
- Повышение плодородия и предотвращение вторичного засоления на слабозасоленных орошаемых землях (Узбекистан).
- Повышение плодородия щелочных и солонцеватых земель (Казахстан).
- Технология производства и применения биогумуса (Кыргызская Республика).
- Интегрированное управление продуктивностью засоленных и гипсоносных почв (Узбекистан).
- Посев озимой пшеницы в междурядья хлопчатника (Узбекистан).
- Гребне-нулевая технология возделывания сельскохозяйственных культур (Казахстан).
- Минимальная обработка почвы при выращивании зерновых культур (Кыргызская Республика).
- Улучшение земель в аридных условиях через создание фисташковых сортовых плантаций (Узбекистан).
- Агролесоводство на основе сада (Таджикистан).
- Переход от пастбищных земель на фруктовые и кормовые участки (Таджикистан).
- Лесные ползащитные полосы на богаре (Казахстан).

- Выращивание тополя на засоленных и заболоченных землях (Кыргызская Республика).
- Биодренаж – альтернативный способ мелиорации заболоченных земель (Таджикистан).
- Поперечная обработка склоновых земель (Кыргызская Республика).

- и другие.

Как видно из списка, задокументированы практики по устойчивому землепользованию как на уровне подсобного хозяйства (технология приготовления компоста), так и на уровне страны (создание лесных полоса защитных, интегрированное управление продуктивностью засоленных и гипсоносных почв).

Список источников

- Абдуллаев У.В., Хасанханова Г.М., Хамзина Т.И., Ибрагимов Р., Таряникова Р.В., Панкова Е.И. 2016. *Земельные Ресурсы и Продовольственная Безопасность Центральной Азии и Закавказья*. FAO, Рим.
- Демидов В., Ахмадов Х. 2016. *Продовольственная Безопасность в Евразийском Регионе*. Евразийский центр по продовольственной безопасности, Москва.
- ЕЦПБ. 2016. Продовольственная безопасность в Евразийском регионе. Сборник тематических исследований. *Евразийский центр по продовольственной безопасности*. Москва.
- ЕЦПБ. 2017. Продовольственная безопасность в Евразийском регионе 2017. Сборник тематических исследований. *Евразийский центр по продовольственной безопасности*. Москва.
- ЕЦПБ. 2020. Продовольственная безопасность в Евразийском регионе 2019. Сборник тематических исследований. *Евразийский центр по продовольственной безопасности*. Москва.
- ИСЦАУЗР. 2006а. *Второй годовой национальный отчет о состоянии деградации земель*. Ташкент.
- ИСЦАУЗР. 2006б. *Национальная Рамочная Программа Республики Узбекистан*. Ташкент.
- ИСЦАУЗР. 2009. *Дополнение к Национальной Рамочной Программе Республики Узбекистан*. Ташкент.
- Куст Г.С., Сампат Т.В., Джайн Н., Мотт Дж., Андреева О.В., Армстронг А., Чилдресс М., Рахимов Р.Н., Холлов Н.С. 2016. *Земельные Ресурсы и Продовольственная Безопасность Центральной Азии и Закавказья*. FAO, Рим.
- Мавлянова Н.Г., Кулов К., Жоошов П. 2016. *Продовольственная Безопасность в Евразийском Регионе*. Евразийский центр по продовольственной безопасности, Москва.
- Мавлянова Н.Г., Рахматуллаев Х.Л., Тураева С.Т. 2016. *Земельные Ресурсы и Продовольственная Безопасность Центральной Азии и Закавказья*. FAO, Рим.
- Муминджанова Х. 2015. *Почвозащитное и Ресурсосберегающее Земледелие: Теория и Методика Исследований*. Субрегиональное отделение Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций по Центральной Азии. Анкара.
https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/2018-11/Kyrgyzstan%20LDN%20TSP%20Country%20Report.pdf
- Сафарова А., Хасанханова Г. 2016. *Продовольственная Безопасность в Евразийском Регионе*. Евразийский центр по продовольственной безопасности.
- Сергеев Е.М., Быкова В.А., Комиссарова Н.Н. 1986. *Лессовые породы СССР. Инженерно-геологические особенности и проблемы рационального использования*.
- FAO/TCP/UZB/2901. 2004. Проект Технического Содействия. *Интегрированное Управление для Устойчивого Использования Засоленных и Гипсоносных Почв в Узбекистане*. FAO ООН.
- FAO, 2017. *Руководство по управлению засоленными почвами. План реализации*

Евразийского почвенного партнерства.
Рим, ФАО.
<https://www.fao.org/3/i7318r/I7318R.pdf>

ФАО и Евразийский центр по
продовольственной безопасности. 2021.
*Устойчивое Управление Почвенными
Ресурсами в Евразийском Регионе*.
Рим, ФАО.
<https://doi.org/10.4060/cb5827ru>

Чирандживи К., Жалилова Г. 2013.
*Устойчивая Жизнедеятельность
и Управление Природными Ресурсами,
Кыргызстан*. Рекомендации по
разработке национальных планов
действий.

Baron A., McNeal K., eds. 2019. *Case Study
Methodology in Higher Education*. Hershey.
PA: IGI Global.
<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9429-1>

ФАО, 2016. *Земельные Ресурсы
и Продовольственная Безопасность
Центральной Азии и Закавказья*.
ФАО, Рим.
<https://www.fao.org/3/i5914b/I5914B.pdf>

FAO and ITPS, 2021. *Recarbonizing global
soils – A technical manual of recommended
management practices. Volume 1:
Introduction and methodology*. Rome, FAO.
<https://doi.org/10.4060/cb6386en>

FAO, 2022. *Overview of Land Degradation
Neutrality (LDN) in Europe and Central
Asia*. Rome.
<https://doi.org/10.4060/cb7986en>

Gurung A. B., von Dach S. W., Price M. F.,
Aspinall R., Balsiger J., Baron J. S.,
Kohler T. 2012. “Global Change and The

World’s Mountains—Research Needs
and Emerging Themes for Sustainable
Development.” *Mountain Research and
Development*, 32(S1).

Shigaeva J., Wolfgramm B., Dear C.
“Sustainable Land Management in
Kyrgyzstan and Tajikistan: A Research
Review.” *MSRI Background Paper No. 2*.
September 2013.
[https://www.ucentralasia.org/media/
rssmjmeiy/web-uca-msri-bp2-rus.pdf](https://www.ucentralasia.org/media/rssmjmeiy/web-uca-msri-bp2-rus.pdf)

UNCCD, 2018. Национальный отчет по
нейтральному балансу деградации
земли. Бишкек.
[https://www.unccd.int/sites/default/files/ldn_
targets/2018-11/Kyrgyzstan%20LDN%20
TSP%20Country%20Report.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/2018-11/Kyrgyzstan%20LDN%20TSP%20Country%20Report.pdf)

Электронные ресурсы:

CAWMP. 2004–2012. Community Agriculture &
Watershed Management Project.
[https://projects.worldbank.org/en/projects-
operations/project-detail/P077454](https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P077454)

ELMARL. 2013–2017. Environmental Land
Management and Rural Livelihoods
Project.
[https://projects.worldbank.org/
en/projects-operations/project-detail/
P122694](https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P122694)

LRCSP. 2005–2014. Land Registration &
Cadastre System for Sustainable
Agriculture Project.
[https://documents1.worldbank.org/curated/
en/586451468304257464/text/ISR-Disclosabl
e-P089566-06-01-2015-1433165233690.txt](https://documents1.worldbank.org/curated/en/586451468304257464/text/ISR-Disclosable-P089566-06-01-2015-1433165233690.txt)

Сведения об авторах

Андреева Ольга Валентиновна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник отдела физической географии и проблем природопользования Института географии РАН, национальный координатор от Российской Федерации по программе Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием «Достижение нейтрального баланса деградации земель»; уполномоченный представитель и консультант программы WOCAT в России и странах Центральной Азии, andreeva@igras.ru

Асаналиев Абдыбек Жекшеевич, докт. с.-х. наук, доцент, ученый секретарь кафедры растениеводства и защиты растений, Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, asanaly61@mail.ru

Асозода Нурали Махмадулло, докт. с.-х. наук, Президент Таджикской академии сельскохозяйственных наук

Баялиева Кульмира Жумабековна, канд. с.-х. наук, доцент, кафедры растениеводства и защиты растений, Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, bayalieva1962@mail.ru

Белова Елена Вячеславовна, канд. экон. наук, доцент кафедры агроэкономики экономического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, evbelova@bk.ru

Карабаев Муратбек Карабаевич, докт. биол. наук, профессор, академик Академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, национальный представитель Международного центра улучшения кукурузы и пшеницы в Республике Казахстан

Кассам Амир, эксперт по почвозащитному и ресурсосберегающему земледелию, Школа сельского хозяйства, политики и развития, Университет Рединга

Климанов Анатолий Викторович, канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры химии почв факультета почвоведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, klimanov.anatoly@yandex.ru

Кодирова Дилрабо Абдукаримовна, профессор кафедры агрохимии и почвоведения, Ташкентский государственный аграрный университет, d.qodirova@inbox.ru

Контобойцева Анна Андреевна, науч. сотр. Евразийского центра по продовольственной безопасности МГУ имени М.В. Ломоносова, kontoboytseva@gmail.com

Косимов М., Представительство Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) в Республике Узбекистан

Махмадерзода Усмон Маъмур, доктор с.-х. наук, профессор, ректор Таджикского аграрного университета имени Ш. Шотемур, m.usmon@mail.ru, rectortau31@mail.ru

Нурбеков Азиз Исраилович, консультант по управлению рисками засухи, Представительство Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) в Республике Узбекистан, профессор Ташкентского государственного аграрного университета, aziz.nurbekov@fao.org

Нурбекова Рухангиз Азизовна, Ташкентский государственный аграрный университет

Орозакунова Роза Турсуновна, канд. биол. наук, доцент, зав. лабораторией исследования сельскохозяйственных ресурсов Центральной Азии, Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, orozakunovaroza@mail.ru

Пулатов Шовкат Ярашевич, канд. тех. наук, доцент, зав. кафедрой мелиорации, рекультивации и охраны земель, Таджикский

аграрный университет имени Ш. Шотемур,
sh_pulatov@mail.ru

Раупова Ноди́ра Бахрамовна, канд. биол.
наук, Ташкентский государственный
аграрный университет, nodirahon69@mail.ru

Сыдык Доссымбек Алмаханбетулы, доктор
с.-х. наук, профессор, ТОО «Юго-Западный
научно-исследовательский институт
животноводства и растениеводства»
Шымкент, Казахстан

Сорокин Алексей Сергеевич, канд. биол.
наук, старший научный сотрудник кафедры
географии почв факультета почвоведения
Московского государственного
университета имени М.В. Ломоносова,
leshasorokin@gmail.com

Султанбаева Виктория Асановна, канд.
с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой
растениеводства и защиты растений,
Кыргызский национальный аграрный
университет им. К.И. Скрябина,
victoria.sultanbaeva@mail.ru

Тимофеева Елена Александровна, канд.
биол. наук, доцент кафедры химии почв

факультета почвоведения Московского
государственного университета имени
М.В. Ломоносова,
helentimofeeva17@gmail.com

Цветнов Евгений Владимирович, канд.
биол. наук, ведущий научный сотрудник
кафедры радиэкологии и экотоксикологии
факультета почвоведения, старший научный
сотрудник Евразийского центра по
продовольственной безопасности имени
М.В. Ломоносова, esobox@mail.ru

Халилова Лола Насриддиновна, докт.
с.-х. наук, Ташкентский государственный
аграрный университет

Шарма Рам Чандра, докт. наук в области
агрономии, консультант, Международный
центр по сельскохозяйственным
исследованиям в засушливых регионах
(ИКАРДА), r.c.sharma@cgiar.org

Юлдашев Тулкун Уткурович, специалист
проекта по поддержке инноваций
в сельском хозяйстве в Ташкентской
области, Программа развития Организации
Объединенных наций (ПРООН),
tulkun_yuldashev@mail.ru

Научное издание

**РУКОВОДСТВО ПО ПРАКТИКАМ УСТОЙЧИВОГО
УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ
В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В УСЛОВИЯХ
КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

Данное издание доступно на сайте
Евразийского центра по продовольственной безопасности

<https://ecfs.msu.ru/>

Дизайн и верстка: Е.О. Плахотная

Подписано в печать 21.02.2023. Формат 60×90 1/8.

Печ. л. 26,0. Тираж 150 экз. Заказ № 492.

Отпечатано в типографии ООО «Буки Веди» 117393, г. Москва,
вн. тер. г. Муниципальный округ Обручевский,
ул. Профсоюзная, д. 56, этаж 3, помещение XIX, ком. 321



ISBN 978-5-4465-3790-7



9 785446 537907 >