

УДК: 338.43:504.4(575.2)

Баимова Жазгуль Сулаймановна,
Старший преподаватель
Кыргызско-Российского Славянского университета

Баимова Жазгуль Сулаймановна,
улук окутуучу
Кыргыз-Славян университети,

Baimova Zhazgul Sulaymanovna,
Senior Lecturer
Kyrgyz-Russian Slavic University

**ДЕФИЦИТ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ИЗНОШЕННОСТЬ ИРРИГАЦИОННОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ КАК УГРОЗА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТА КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН АЗЫК КООПСУЗДУГУНУН ЖАНА АЙЫЛ
ЧАРБАСЫНЫН ТУРУКТУУ ӨНУГҮҮСҮНҮН КОРКУНУЧТУУ РЕСУРСТАРДЫН
ТАРЧЫЛЫГЫ ЖАНА ИРРИГАЦИЯЛЫК ИНФРАСТРУКТУРАНЫН ЭСКИЛИГИ**

**WATER RESOURCES SCARCITY AND DEPRECIATION OF IRRIGATION
INFRASTRUCTURE AS A THREAT TO FOOD SECURITY AND SUSTAINABLE
AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN THE KYRGYZ REPUBLIC**

***Аннотация:** В статье рассматриваются актуальные вызовы, связанные с дефицитом водных ресурсов и изношенностью ирригационной инфраструктуры как факторы, существенно ограничивающие устойчивое развитие сельского хозяйства Кыргызской Республики и подрывающие основы продовольственной безопасности. На основе анализа современных климатических тенденций, географических особенностей, состояния водохозяйственного комплекса и систем управления орошением обосновывается высокая уязвимость аграрного сектора к водному стрессу.*

Проведена оценка текущего состояния ирригационной сети, выявлены ключевые инфраструктурные и институциональные проблемы, включая высокий уровень потерь воды, слабую координацию между уровнями управления и недостаточную вовлеченность водопользовательских ассоциаций. Акцент сделан на взаимосвязи между доступом к водным ресурсам, урожайностью, структурой посевов и социально-экономической стабильностью сельских территорий.

Особое внимание уделяется международному и региональному опыту обеспечения водной устойчивости, в частности — практикам Израиля, Турции и стран Центральной Азии. На основе сравнительного анализа предложены стратегические направления решения проблемы, включая модернизацию ирригационных систем, внедрение водосберегающих технологий, развитие институционального потенциала и адаптацию аграрной политики к климатическим рискам.

Полученные результаты могут быть использованы при формировании государственной водно-аграрной стратегии, а также в прикладных исследованиях по устойчивому развитию сельских территорий.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, водные ресурсы, ирригация, устойчивое сельское хозяйство, климатические риски, Кыргызстан.

Аннотациясы. Бул макалада Кыргыз Республикасында айыл чарбасын туруктуу өнүктүрүүгө олуттуу тоскоолдук кылган суунун тартыштыгы жана сугат инфраструктурасынын эскиргендиги сыяктуу актуалдуу чакырыктар каралат. Бул жагдайлар азык-түлүк коопсуздугунун негиздерин да солгутат. Климаттык заманбап өзгөрүүлөр, географиялык өзгөчөлүктөр, суу чарба комплекси жана сугат системаларын башкаруу абалын талдоо аркылуу айыл чарба секторунун суу жетишсиздигине жогорку деңгээлде дуушар экени негизделет.

Сугат тармагынын учурдагы абалы бааланып, негизги инфраструктуралык жана институттук көйгөйлөр аныкталды. Алардын катарында суунун жоготуусунун жогорку деңгээли, башкаруу деңгээлдеринин ортосундагы координациянын начарлыгы жана суу пайдалануучулар ассоциацияларынын жетишсиз катышуусу белгиленди. Суу ресурстарына жеткиликтүүлүк, түшүмдүүлүк, айдоо аянтынын түзүмү жана айыл аймактарынын социалдык-экономикалык туруктуулугу ортосундагы өз ара байланыштар өзгөчө белгиленет.

Израиль, Түркия жана Борбордук Азия өлкөлөрүнүн суу ресурстарынын туруктуулугун камсыз кылуу боюнча эл аралык жана региондук тажрыйбасына өзгөчө көңүл бурулган. Салыштырмалуу талдоонун негизинде бул көйгөйлөрдү чечүүгө багытталган стратегиялык сунуштар берилди. Аларга сугат системаларын модернизациялоо, суу үнөмдөөчү технологияларды киргизүү, институттук потенциалды өнүктүрүү жана айыл чарба саясатын климаттык тобокелдиктерге ыңгайлаштыруу кирет.

Алынган жыйынтыктар мамлекеттик суу-агрардык стратегияны түзүүдө жана айыл аймактарын туруктуу өнүктүрүүгө багытталган колдонмо илимий изилдөөлөрдө колдонулушу мүмкүн.

Негизги сөздөр: азык-түлүк коопсуздугу, суу ресурстары, сугат, туруктуу айыл чарба, климаттык тобокелдиктер,

Abstract. The article examines the current challenges related to water scarcity and the deterioration of irrigation infrastructure, which significantly constrain the sustainable development of agriculture in the Kyrgyz Republic and undermine the foundations of food security. Based on an analysis of modern climate trends, geographical features, the state of the water management complex, and irrigation governance systems, the high vulnerability of the agricultural sector to water stress is substantiated.

An assessment of the current state of the irrigation network has been carried out, identifying key infrastructural and institutional issues, including high water losses, weak coordination between management levels, and insufficient involvement of water users associations. Particular attention is given to the interconnection between access to water resources, crop yields, cropping patterns, and the socio-economic stability of rural areas.

Special focus is placed on international and regional experiences in ensuring water sustainability, particularly the practices of Israel, Turkey, and Central Asian countries. Based on a comparative analysis, strategic directions for addressing the issue are proposed, including the modernization of irrigation systems, the introduction of water-saving technologies, the development of institutional capacity, and the adaptation of agricultural policy to climate risks.

The results obtained can be used in the development of a national water-agricultural strategy, as well as in applied research on the sustainable development of rural areas.

Keywords: food security, water resources, irrigation, sustainable agriculture, climate risks, Kyrgyzstan

В условиях усиливающегося климатического давления и роста антропогенной нагрузки на природные ресурсы, обеспечение устойчивого функционирования сельского хозяйства становится ключевым элементом национальной продовольственной безопасности. Кыргызстан, обладая преимущественно горным рельефом и ограниченными водными ресурсами, особенно уязвим к подобным вызовам. По данным

Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), сельское хозяйство в Кыргызской Республике остаётся наиболее водозависимой отраслью, при этом более 80% потребляемой воды используется именно в аграрном секторе [FAO, 2023].

Одновременно с этим, значительная часть ирригационной инфраструктуры республики находится в критическом состоянии. Более 60% оросительных каналов и водопроводных систем эксплуатируются свыше 40 лет без капитального ремонта, что ведёт к значительным потерям воды на всех этапах её транспортировки и распределения (). Эти факторы негативно влияют не только на продуктивность сельхозугодий, но и на стабильность производства основных видов продовольственной продукции, таких как пшеница, картофель, овощи и кормовые культуры.

Сложившаяся ситуация приобретает особую остроту в контексте глобального изменения климата. Сокращение объёмов снежного покрова и ледников, участвовавшие засухи, а также нестабильность сезона вегетации значительно затрудняют планирование водообеспечения на уровне фермерских хозяйств [UNDP Kyrgyzstan, 2022].

Таким образом, рассматриваемая проблема имеет комплексный характер и требует системного научного осмысления. Поиск эффективных решений в области водосбережения, модернизации ирригационной системы и адаптации аграрного сектора к климатическим изменениям становится неотъемлемой частью стратегии устойчивого развития сельского хозяйства и продовольственной безопасности Кыргызстана.

Целью настоящего исследования является научное обоснование последствий дефицита водных ресурсов и изношенности ирригационной инфраструктуры для устойчивого развития сельского хозяйства и продовольственной безопасности Кыргызской Республики, а также выработка направлений и рекомендаций по повышению эффективности водопользования в аграрном секторе в условиях изменяющегося климата.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

1. Исследовать влияние изменения климатических условий на водообеспечение сельскохозяйственного производства, включая сокращение снежного покрова, рост средней температуры и увеличение частоты засух [UNDP Kyrgyzstan, 2022].
2. Определить степень воздействия водного дефицита на показатели продовольственной безопасности, в том числе на урожайность и структуру сельскохозяйственного производства [FAO, 2023].
3. Изучить международный опыт модернизации ирригационных систем и внедрения водосберегающих технологий, с акцентом на применимость этих решений в условиях Кыргызстана [World Bank, 2021].
4. Сформулировать практические предложения по совершенствованию государственной политики в сфере водопользования, управлению ирригационными сетями и стимулированию внедрения устойчивых агротехнологий.

Аграрный сектор Кыргызской Республики, который в значительной степени зависит от водных ресурсов для обеспечения необходимого уровня урожайности сельскохозяйственных культур. Сельское хозяйство, в свою очередь, связано с рядом вызовов, среди которых дефицит водных

ресурсов, неэффективное использование орошаемой воды и проблемы старения ирригационной инфраструктуры [].

Влияние дефицита водных ресурсов и изношенности ирригационных систем на устойчивое развитие сельского хозяйства, а также на продовольственную безопасность Кыргызстана. В условиях изменения климата, когда доступность воды становится всё более ограниченной, данные аспекты становятся не только экономическими, но и социальными вызовами, требующими комплексного подхода. К тому же, анализ существующих практик управления водными ресурсами в аграрном секторе помогает выявить слабые места и предложения для дальнейшего совершенствования [FAO, 2023].

Научная новизна настоящего исследования заключается в комплексном подходе к анализу проблемы дефицита водных ресурсов и изношенности ирригационной инфраструктуры в контексте изменяющегося климата и продовольственной безопасности Кыргызской Республики. В отличие от существующих исследований, которые чаще всего фокусируются либо на отдельных аспектах водоснабжения, либо на климатических изменениях, данная работа объединяет эти элементы, исследуя их взаимосвязь и влияние на аграрный сектор. В частности, научная новизна заключается в разработке методологии оценки влияния водных потерь в ирригационных системах на продовольственную безопасность и устойчивость сельского хозяйства в условиях климатических рисков. Такой подход может стать основой для дальнейших исследований, направленных на оптимизацию водопользования и повышение устойчивости аграрных хозяйств [UNDP Kyrgyzstan, 2022].

Практическая значимость работы заключается в её применимости для формирования и оптимизации государственной политики в сфере водоснабжения и сельского хозяйства. Результаты исследования могут быть использованы в процессе разработки новых стратегий водного менеджмента, а также в проектировании и внедрении водосберегающих технологий, таких как капельное орошение и системы управления водными потоками на основе данных реального времени [World Bank, 2021]. Кроме того, практическая значимость исследования проявляется в его потенциале для внедрения на уровне местных фермерских хозяйств, где эффективное использование воды напрямую связано с повышением урожайности и улучшением продовольственной безопасности. Исследование также направлено на создание предпосылок для долгосрочной адаптации аграрного сектора к изменениям климата, что имеет стратегическое значение для устойчивого развития сельского хозяйства.

Для Кыргызстана обеспечение продовольственной безопасности тесно связано с состоянием сельского хозяйства, которое в свою очередь зависит от доступности водных ресурсов и эффективности ирригационных систем.

Роль водных ресурсов и ирригации в устойчивом сельском хозяйстве

Водные ресурсы играют решающую роль в аграрном производстве, особенно в районах с засушливым или полузасушливым климатом, таких как Кыргызстан. Согласно исследованию FAO (2023), ирригация используется для обеспечения устойчивого сельскохозяйственного производства, увеличения урожайности и качества сельскохозяйственных культур. Особенно важна ирригация для выращивания таких культур, как пшеница, картофель и овощи, которые требуют значительных объёмов воды для нормального роста.

Однако, проблемы с водообеспечением и износ ирригационных систем приводят к существенным потерям воды, что, в свою очередь, снижает эффективность сельскохозяйственного производства и угрожает продовольственной безопасности [World Bank, 2021]. В условиях изменяющегося климата, когда количество осадков и распределение водных ресурсов становятся менее предсказуемыми, важность эффективного использования водных ресурсов возрастает. Поэтому управление водными ресурсами, модернизация ирригационных систем и внедрение водосберегающих технологий становится приоритетной задачей для обеспечения продовольственной безопасности.

Методология оценки водного дефицита и износа ирригационной инфраструктуры включает несколько ключевых подходов, основанных на количественном и качественном анализе. Одним из

самых распространённых методов является анализ водных ресурсов с учётом климата, а также статистических данных о потреблении и распределении воды. Для оценки водного дефицита часто используют методы балансирования водных ресурсов, которые включают анализ объёмов осадков, водоёмов, а также данные о водозаборах и потерях в системах [UNDP Kyrgyzstan, 2022].

Кроме того, важно оценивать состояние ирригационной инфраструктуры, используя методы технической диагностики и инвентаризации. На основе этих данных проводятся расчёты потерь воды в сетях, что позволяет оценить эффективность текущей инфраструктуры и выделить приоритетные области для модернизации. Важную роль в этом процессе играют современные методы мониторинга, такие как дистанционное зондирование Земли и географические информационные системы (ГИС), которые позволяют отслеживать состояние водных ресурсов в реальном времени и принимать оперативные решения по управлению ими [World Bank, 2021].

Особое внимание уделяется экономической оценке потерь воды, что включает расчёты экономических потерь для сельскохозяйственного сектора из-за недостаточного орошения или утечек в ирригационных системах. Этот подход позволяет не только выявить проблемные зоны, но и предложить эффективные меры по улучшению водопользования на уровне хозяйств и региона [FAO, 2023].

Водные ресурсы Кыргызской Республики играют ключевую роль в обеспечении сельскохозяйственного производства, так как страна имеет полузасушливый климат, а большая часть сельскохозяйственных земель требует орошения. Основными источниками водоснабжения являются реки, из которых примерно 90% воды поступает из горных районов, что обуславливает высокую зависимость от объёмов осадков и снежного покрова

По данным Министерства сельского хозяйства Кыргызской Республики, около 70% сельскохозяйственных угодий страны орошаются, что составляет значительную долю от общего количества земель, используемых для агропроизводства [FAO, 2023]. Однако, несмотря на наличие водных ресурсов, существует постоянная угроза их нехватки в связи с изменением климата и ростом потребности в воде для сельскохозяйственных нужд, особенно в периоды засух и сокращения снежного покрова.

Одной из важнейших проблем, сдерживающих эффективность водопользования, является износ ирригационной инфраструктуры. Системы орошения в Кыргызстане имеют значительный возраст, и их техническое состояние оставляет желать лучшего. Согласно последним исследованиям, почти 60-70% ирригационных сетей в республике являются устаревшими и нуждаются в модернизации []. Это приводит к высоким потерям воды в процессе её транспортировки, что в свою очередь снижает общую эффективность использования водных ресурсов и увеличивает затраты на орошение.

В некоторых районах системы ирригации давно не подвергались реконструкции, что ведёт к значительному снижению их производительности. В результате сельхозпроизводители вынуждены использовать нерентабельные методы орошения, что сказывается на урожайности и способствует деградации почвы.

Географические и климатические особенности страны оказывают серьёзное влияние на доступность и равномерность распределения водных ресурсов. Кыргызстан находится в зоне горных территорий, где реки, хотя и имеют большой поток воды, обладают высокой сезонной изменчивостью. Зимой — это обильные снежные осадки, а летом — интенсивное таяние снега, что приводит к скачкам водного потока в реках [UNDP Kyrgyzstan, 2022]. Это нестабильное водоснабжение осложняет регулирование орошения в сельском хозяйстве, особенно в период засухи или аномальных температур, когда реки могут пересохнуть.

Изменение климата, которое приводит к увеличению температуры и сокращению снежного покрова, также влияет на количество и продолжительность водообеспечения, сказываясь на

эффективности ирригационных систем. Снижение объёмов воды в реках, вызванное повышением температуры и изменением режима осадков, уже наблюдается в некоторых водоёмах, таких как озеро Сары-Челек и река Нарын [FAO, 2023].

Важной проблемой является несправедливое распределение воды между различными регионами и секторами экономики, что часто приводит к конфликтам между сельскохозяйственными производителями, гидроэнергетическими предприятиями и местными властями. Плохая инфраструктура учёта и контроля за водными ресурсами затрудняет справедливое распределение и рациональное использование воды в аграрном секторе, что способствует её расточительному использованию [World Bank, 2021].

Влияние водного дефицита на сельское хозяйство также сопряжено с рисками для внутреннего продовольственного баланса. В условиях нестабильного водоснабжения, если урожайность сельскохозяйственных культур снижается, это приводит к дефициту продовольствия на внутреннем рынке. Продовольственная безопасность страны может быть поставлена под угрозу, так как при недостаточном объёме производства страна будет зависеть от импорта продовольствия, что увеличивает уязвимость в случае внешних экономических и политических шоков [FAO, 2023].

Кроме того, дефицит воды в сельском хозяйстве может привести к росту цен на продукцию, что создаст проблемы для населения с низким уровнем дохода. Это особенно актуально для стран, где сельское хозяйство является важнейшим источником продовольственного обеспечения. В Кыргызстане, где более 60% населения живёт в сельской местности, снижение урожайности непосредственно сказывается на доступности продуктов питания и стоимости базовых продуктов, таких как хлеб и мясо [UNDP Kyrgyzstan, 2022].

Социально-экономические последствия водного дефицита для сельских территорий могут быть разрушительными. В условиях, когда значительная часть населения зависит от сельского хозяйства как основного источника дохода, снижение урожайности и рост цен на продовольствие приведёт к снижению уровня жизни и увеличению бедности в сельских регионах. Это также может усилить миграцию сельского населения в городские районы в поисках работы, что приведёт к дополнительным социальным и экономическим нагрузкам на города [World Bank, 2021].

В рамках количественной оценки степени водного дефицита в аграрном секторе Кыргызской Республики используется интегральная модель баланса водных ресурсов, учитывающая как потребности, так и потери при транспортировке. Общий дефицит водных ресурсов на момент времени t может быть представлен в виде:

$$D(t) = Q_{\text{потр}}(t) - [Q_{\text{рес}}(t) - Q_{\text{потерь}}(t)]$$

где:

- $D(t)$ — дефицит водных ресурсов в год t ;
- $Q_{\text{потр}}(t)$ — общий водный спрос в год t ;
- $Q_{\text{рес}}(t)$ — доступные водные ресурсы в год t ;
- $Q_{\text{потерь}}(t)$ — потери воды при транспортировке и распределении в год t .

Суммарный спрос определяется выражением:

$$Q_{\text{потр}} = Q_{\text{с/х}} + Q_{\text{пром}} + Q_{\text{пб}}$$

где:

- $Q_{\text{с/х}}$ — спрос на воду в сельском хозяйстве; □ $Q_{\text{пром}}$ — спрос на воду в промышленности; □ $Q_{\text{пб}}$ — спрос на воду в бытовом секторе.

Спрос на поливную воду оценивается через площадь орошаемых земель $A_{\text{ирр}}$ и норму орошения N следующим образом:

$$Q_{\text{с/х}} = A_{\text{ирр}} \cdot N$$

где:

- $Q_{\text{с/х}}$ — объем потребляемой воды в сельском хозяйстве; $A_{\text{ирр}}$ — площадь орошаемых земель, га; N — норма расхода воды на 1 гектар, м³/га.

Например, в Кыргызской Республике средняя норма расхода воды для полива составляет приблизительно 7400 м³/га. Учет роста посевных площадей и изменения урожайности позволяет прогнозировать динамику $Q_{\text{с/х}}(t)$ на будущие периоды.

Снижение доходов фермеров из-за недостатка водных ресурсов также может привести к снижению уровня инвестиций в сельское хозяйство, что, в свою очередь, может усугубить проблему продовольственной безопасности в долгосрочной перспективе. В условиях дефицита воды местные власти и фермеры вынуждены искать альтернативные методы ведения сельского хозяйства, такие как улучшение ирригационных систем или использование водосберегающих технологий, что требует значительных финансовых вложений [FAO, 2023]. В противном случае, отсутствие необходимых инвестиций может привести к дальнейшей деградации сельского хозяйства и ухудшению условий жизни сельских жителей.

Международный и региональный опыт обеспечения водной устойчивости в аграрном секторе
Примеры из Центральной Азии, Израиля, Турции и других стран.

Центральная Азия является регионом с ограниченными водными ресурсами, где водообеспечение сельского хозяйства зависит от множества факторов, включая климатические изменения и межгосударственные водные споры. В ответ на эти вызовы страны региона внедряют различные практики водосбережения и устойчивого водопользования. Например, в Узбекистане активно развиваются системы капельного орошения, что позволило значительно снизить потребление воды при сохранении урожайности. По данным Всемирного банка, применение капельного орошения на площади более 100 000 га в Узбекистане позволило сократить расход воды на 30-40% без ущерба для урожайности хлопка и других культур [World Bank, 2021].

Турция также делает значительные усилия для повышения водной устойчивости аграрного сектора. Страна реализует национальные проекты по строительству новых водохранилищ, модернизации существующих систем ирригации и развитию водосберегающих технологий. Программа, направленная на улучшение эффективности использования воды в сельском хозяйстве, охватывает более 1,5 миллиона гектаров земель, и позволила Турции стать одним из лидеров в области устойчивого водопользования в аграрном секторе [FAO, 2022]. Модели Турции также включают использование водных ресурсов для повышения энергоэффективности и поддержания экосистем.

Израиль известен своими инновационными решениями в области водосбережения. Одним из самых известных примеров является использование системы капельного орошения, которая значительно сократила потребление воды при увеличении урожайности. Израиль также развивает технологии повторного использования сточных вод и опреснение морской воды для орошения сельскохозяйственных угодий, что стало возможным благодаря тесному сотрудничеству между государственными и частными структурами, а также научными учреждениями [UNDP, 2022].

Опыт стран, таких как Узбекистан, Турция и Израиль, может быть полезен для Кыргызстана, который сталкивается с аналогичными вызовами в сфере водных ресурсов и сельского хозяйства. В первую очередь, в Кыргызстане необходимо развивать системы капельного орошения, что позволит значительно снизить потери воды в процессе её транспортировки и использовать её более рационально. С учётом значительных площадей орошаемых земель в республике, внедрение

капельного орошения может стать эффективным инструментом для повышения водной устойчивости сельского хозяйства [FAO, 2023].

Другим важным направлением является развитие инфраструктуры водохранилищ и водных резервуаров, как это реализуется в Турции. Строительство современных водохранилищ позволит обеспечить равномерное распределение воды в периоды дефицита и улучшить управление водными ресурсами в Кыргызстане. Эффективное использование существующих водоёмов для создания резервов воды может значительно повысить устойчивость аграрного сектора к засухам и аномальным климатическим условиям [World Bank, 2021].

Кроме того, Израиль может служить примером в плане инновационных технологий водосбережения, таких как повторное использование сточных вод и использование опреснённой воды для орошения. Для Кыргызстана, где существует проблема дефицита водных ресурсов, разработка и внедрение таких технологий может стать одним из решений проблемы водной устойчивости. Применение таких технологий потребует значительных инвестиций, но в долгосрочной перспективе это может снизить зависимость от природных источников воды и повысить эффективность водопользования в аграрном секторе [UNDP Kyrgyzstan, 2022].

Важным шагом в реализации этих практик является модернизация ирригационной инфраструктуры и обучение фермеров эффективным методам водосбережения. Также необходимо развивать научно-исследовательские программы для адаптации и внедрения новых технологий, что позволит повысить устойчивость сельского хозяйства к изменениям климата и водному дефициту.

В условиях растущего дефицита воды приоритетной задачей становится развитие ресурсосберегающих методов орошения. Капельное и дождевальное орошение, доказавшие свою эффективность в засушливых регионах, позволяют в 2–3 раза снизить водопотребление при сохранении или даже увеличении урожайности [UNDP Kyrgyzstan, 2022].

Внедрение таких технологий в Кыргызстане требует государственной и донорской поддержки, включая субсидирование оборудования, налоговые стимулы для фермеров и развитие сервисных кооперативов, способных обеспечить техническое сопровождение. Согласно исследованиям FAO, переход к капельному орошению на 20% пахотных земель может сократить общий объём потребления воды на 15–18%, что является значительным вкладом в устойчивое развитие аграрного сектора [FAO, 2022].

Создание мотивационных программ для повышения участия фермеров в управлении водными ресурсами, обучение кадров и развитие диалога между государством и местными структурами создаёт условия для формирования эффективных и устойчивых водных сообществ.

Устойчивое сельское хозяйство невозможно без интеграции климатических рисков в государственную аграрную политику. Это предполагает развитие стратегий, ориентированных на снижение уязвимости агропроизводства к изменению климата, повышение устойчивости посевных культур, расширение агроклиматических зон и адаптацию сельхозпроизводителей к новым условиям.

Рекомендуется включить в национальные программы компоненты климатического страхования, поддержку селекции засухоустойчивых сортов, расширение доступа фермеров к агрометеорологической информации и прогнозам. Как показывает опыт Турции и Израиля, институционализируемая климатическая адаптация на уровне государственной политики способствует значительному снижению негативных последствий для продовольственной безопасности [UNDP, 2022].

Проведённое исследование позволило комплексно проанализировать влияние дефицита водных ресурсов и изношенности ирригационной инфраструктуры на продовольственную безопасность и устойчивое развитие сельского хозяйства Кыргызской Республики. Установлено, что водный дефицит в совокупности с неэффективным управлением водными системами и климатическими колебаниями оказывает непосредственное негативное влияние на урожайность,

структуру посевов и социальноэкономическую устойчивость сельских территорий. В числе основных выводов следует выделить следующее:

- наблюдается критическое ухудшение состояния ирригационных сетей, более 50% которых нуждаются в срочной реконструкции или замене [World Bank, 2021];
- низкий уровень внедрения водосберегающих технологий ведёт к потере до 40% воды при традиционных методах орошения [FAO, 2022];
- неразвитость институциональной базы и слабая координация между государственными органами и ВАК снижают эффективность водного регулирования на местах [UNDP Kyrgyzstan, 2022].

На основании анализа выработан комплекс практических рекомендаций, направленных на повышение устойчивости аграрного сектора к водным и климатическим рискам:

1. Для органов государственной власти:
 - разработать и внедрить национальную стратегию модернизации ирригационной инфраструктуры, с приоритетом на цифровизацию и автоматизацию систем водоучёта;
 - усилить нормативно-правовую базу, обеспечивающую прозрачное и справедливое распределение водных ресурсов;
 - включить в аграрную политику компоненты климатической адаптации и стимулирования использования водосберегающих технологий.
2. Для фермерских хозяйств и кооперативов:
 - переходить к внедрению капельного и дождевального орошения, с учётом экономической целесообразности и доступности субсидий;
 - укреплять локальные ВАК как механизм совместного управления водными ресурсами;
 - использовать агротехнологии, адаптированные к засушливым условиям (засухоустойчивые сорта, агролесомелиорация, минимальная обработка почвы).
3. Для международных партнёров и доноров:
 - поддерживать инвестиционные проекты по реконструкции ирригационной инфраструктуры и внедрению "умного орошения";
 - содействовать трансферу технологий и обучению специалистов в области устойчивого водопользования;
 - развивать платформы регионального сотрудничества по вопросам управления трансграничными водами.

Перспективы дальнейших исследований связаны с необходимостью более детализированной оценки водного баланса на региональном уровне, моделирования сценариев климатических изменений и их последствий для сельского хозяйства, а также разработкой инструментов оценки эффективности водосберегающих мероприятий. Особое внимание следует уделить разработке экономико-математических моделей для оптимизации водораспределения в условиях ограниченных ресурсов.

Таким образом, устойчивое развитие аграрного сектора Кыргызской Республики невозможно без системного подхода к водному управлению, объединяющего инфраструктурные, институциональные и технологические решения. Обеспечение продовольственной безопасности в долгосрочной перспективе требует укрепления водной устойчивости, адаптации к климатическим вызовам и формирования научно обоснованной аграрной политики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Айдаров И. М. Институциональные аспекты водопользования в сельском хозяйстве Кыргызской Республики // Экономика и управление в XXI веке. – 2021. – №2. – С. 59– 64.
2. Asian Development Bank (ADB). Water and Climate Resilience in Central Asia: Strategic Framework for Integrated Water Resource Management. – Manila: ADB, 2020. – 92 p.
3. FAO. Assessment of Agricultural Water Management in Central Asia. – Rome: FAO, 2023. – 74 p.
4. FAO. Climate-Smart Irrigation Technologies and Policy Options for Central Asia. – Rome: FAO, 2023a. – 64 p.
5. FAO. Water Productivity and Irrigation Efficiency in Central Asia. – Rome: FAO, 2022. – 60 p.
6. International Water Management Institute (IWMI). Improving Water Governance in Central Asia. – Tashkent: IWMI Regional Office, 2020. – 70 p.
7. Министерство сельского хозяйства Кыргызской Республики. Национальная стратегия по устойчивому управлению водными ресурсами Кыргызской Республики на 2022– 2040 гг. – Бишкек: Минсельхоз КР, 2022. – 48 с.
8. OECD. Adaptation Policies for Agriculture: OECD and Partner Countries. – Paris: OECD Publishing, 2021. – 88 p.
9. Программа развития Организации Объединённых Наций в Кыргызской Республике (ПРООН). Устойчивое управление водными ресурсами в условиях изменения климата. – Бишкек: ПРООН в КР, 2022. – 68 с.
10. Султанов К. М. Рациональное водопользование и проблемы ирригации в условиях изменяющегося климата // Вестник Кыргызского аграрного университета. – 2021. – №3 (55). – С. 42–49.
11. Токтосунов А. Ж. Водные ресурсы Кыргызстана: проблемы учёта и распределения // Агроэкологические исследования. – 2022. – Т. 15. – №2. – С. 18–25.
12. United Nations Development Programme (UNDP). Water Resource Management and Agricultural Sustainability in the Face of Climate Change. – Bishkek: UNDP Kyrgyzstan, 2022. – 80 p.
13. World Bank. Kyrgyz Republic: Modernizing Irrigation for Climate Resilience. – Washington, D.C.: The World Bank Group, 2021. – 75 p.
14. Межгосударственная комиссия по устойчивому развитию. Программа действий по устойчивому развитию стран Центральной Азии. – Ашхабад, 2021. – 98 с.