

И.И. ИКРОМОВ, М.М. МИРЗОЕВ

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕЛИОРАТИВНОГО
СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В
УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ
КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И
РАЗВИТИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ ВАХШСКОЙ ДОЛИНЫ ТАДЖИКИСТАНА)**

Душанбе
“Ирфон”
2018

***Посвящается 30 –летию
независимости Республики Таджикистан,
90 –летию Таджикского аграрного
университета имени Ш. Шотемур и
70 –летию гидромелиративного
факультета***

**Министерство сельского хозяйства
Республики Таджикистан
Таджикский аграрный университет имени Ш. Шохтемур**

ИКРОМОВ И.И., МИРЗОЕВ М.М.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕЛИОРАТИВНОГО
СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В
УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ
КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И
РАЗВИТИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ ВАХШСКОЙ ДОЛИНЫ ТАДЖИКИСТАНА)**

Монография

Душанбе
“Ирфон”
2018

ББК.....

И.....

УДК 631.81.551.583.330.3

Рецензенты:

Кобулиев Зайналобиддин Валиевич, доктор технических наук, профессор, чл. корр. АН Республики Таджикистан, директор института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ;

Комилов Одина Комилович, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник Республики Таджикистан, академик Инженерной Академии РТ, профессор кафедры геологии и инженерной гидрогеологии Таджикского национального университета

И..... Икромов И.И., Мирзоев М.М.

Прогнозирование мелиоративного состояния орошаемых земель в условиях изменения климатических факторов и развития хозяйственной деятельности (на примере Вахшской долины Таджикистана): Монография. -Душанбе, «Ирфон», 2018. -186 с.

В монографии, на основе комплексного подхода обоснована влияния регионального изменения климата и развития хозяйственной деятельности на формирование мелиоративного состояния орошаемых земель в Вахшской долине республики Таджикистан, впервые выявлены тренды изменения основных климатических параметров для Вахшской долины и выполнен их прогноз графо-аналитическим методом. Оценена водность крупных рек протекающие по долине в условиях изменения природных факторов и обоснован возможный объем использования водных ресурсов на ирригацию, обеспечивающий необходимую потребность в орошении с учетом перспективного ввода новых площадей. Разработаны мероприятия по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и адаптации сельскохозяйственного производства к изменениям климатических факторов, включающие реконструкцию коллекторно-дренажной сети и изменение структуры сельскохозяйственных культур, что позволяет снизить оросительную норму на комплексный гектар на 40%, а освободившиеся водные ресурсы использовать для развития орошения и улучшения мелиоративного состояния. Также, с использованием ГИС-технологии составлена карта мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшской долины на примере Вахшского района, выявлены тенденции его изменения на основе ретроспективного анализа и составлен прогноз с учетом изменения климата и предложенных мероприятий. Обоснована экономическая эффективность применения разработанных рекомендаций.

Монография предназначена для специалистов, занимающихся в области мелиорации, рекультивации и охраны земель, водных ресурсов и изменениям климатических факторов. Она, также может быть, полезна студентам-бакалавриатам, магистрантам, аспирантам, соискателям, докторантам и преподавателям ВУЗ обучающихся студентов по соответствующим специальностям.

ISBN

© Икромов И.И., Мирзоев М.М., 2018

© ТАУ им. Ш. Шотемур, 2018

ВЕДЕНИЕ

Главным фактором современных глобальных изменений является потепление климата, эту проблему на уровне ООН впервые озвучили в 1980 году. Последствия глобального потепления повсеместно в мировом масштабе наблюдаются в виде таяния ледников, аномальных температурных проявлений, селей и наводнений, вызывающих в значительных масштабах разрушения и человеческие жертвы и т.д. Изменение агроклиматической ситуации оказывает непосредственное влияние на сельскохозяйственную деятельность и требует пересмотра принципов земледелия, изменения структуры севооборотов и схемы размещения сельскохозяйственных культур. В аридной зоне возможное изменение водообеспеченности территории может привести к ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель и, как следствие, снижению урожайности и валового сбора сельскохозяйственных культур, что отражается на экономической и социальной обстановке. Важной проблемой становится адаптация сельского хозяйства, и, в значительной степени, орошаемого земледелия, в изменяющихся условиях среды.

В Республике Таджикистан в настоящее время развитие сельского хозяйства проходит в сложных экономических, экологических и социальных условиях. Потепление климата способствует аридизации территории Вахшской долины, которая является основным земледельческим регионом республики и оказывает существенное влияние на решение Государственной Программы Продовольственной независимости страны. Урожайность сельскохозяйственных культур снижается, наблюдается ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель, связанное как со снижением технического уровня оросительных систем, так и с изменением климатических и хозяйственных факторов. В этой связи оценка и прогнозирование мелиоративного состояния орошаемых земель и адаптация орошаемого земледелия к изменению природных и хозяйственных условий являются одной из важнейших и актуальных задач мелиоративной науки.

Исследованиями глобального изменения климата, его влияния на экосистему, почвенные условия, урожайность сельскохозяйственных культур, а также на запасы водных ресурсов занимались многие ученые: Болин Б., Деес Б.Р. и др. (1989), Варчева С.Е. и Сиротенко О.Д. (1998), А.Л. Иванов и В.И. Кирюшин, (2009), Клиге, Р.К. (1976), Духовный В.А. (2008), Икромов И.И. и Jiang Hui-fang (2012), Каюмов А.К. и Салимов Т.О. (2013), Кизяев Б.М. (2014), Кирейчева Л.В. (2009, 2014), Комилов О.К., Саттаров М.А и др. (2003), Лукаткин А.С. и Нарайкина Н.В. (2011), Махмадалиев Б.У., Новиков В.В. и др. (2003), Павлова В.Н. (2009, 2010), Петров, Г.Н. и Ахмедов Х.М. (2011), Сиротенко О.Д. и др.(1991, 2003, 2007), Сорокин А.Г. и др. (2002), Lobell D.B., Field C. B. (2007), Parry M. (1990), Mu Zhen-xia и др. (2013), Wu Wan-hu и др. (2013) и многие другие. Анализируя результаты исследований можно отметить, что с возрастанием неустойчивости климата вероятны риски возникновения экстремальных климатических показателей, которые приводят к нарушению устойчивости агроэкосистем и повышают вариабельность урожайности сельскохозяйственных культур, что негативно отражается на функционировании всего народного хозяйства. Основным направлением смягчения негативных последствий становится адаптация земледелия к прогнозируемым изменениям природной среды.

Для аграрно-промышленных стран, как Таджикистан, мелиоративное состояние земель имеет очень большое значение. Это связано с тем, что оно как –бы является индикатором продуктивности сельскохозяйственных земель и, с орошаемых земель с хорошим мелиоративным состоянием, естественно при соблюдении агрономических, агротехнических и инженерно-мелиоративных требований, можно получить достаточно высокий урожай сельскохозяйственных культур.

Следует отметить, что мелиоративное состояние земель оценивается по многим критериям, основными из которых являются тип и степени засоления почвы, глубина залегания уровня грунтовых вод и их минерализация, по которым, в работе, согласно проведенным теоретическим и производственно-полевым исследованиям, оно и оценивалось.

Изменения климатических факторов, в сторону потепления, в аридных условиях, может способствовать к усилению аридизации территории, следствием которого является снижение водообеспеченности орошаемых земель, ухудшения их мелиоративного состояния и образования пустынь.

Исходя из вышеизложенного, целями проведенных нами исследований, по обработке результатам которых составлена настоящая монография, заключалась в оценке и прогнозирования мелиоративного состояния орошаемых земель, на примере Вахшской долины республики Таджикистан, при развитии хозяйственной деятельности и, разработка рекомендаций по адаптации орошаемого земледелия к изменению климатических факторов. На наш взгляд, исследования в названном направлении является одним из актуальнейших, особенно в современном мире.

В программу наших исследований входило решение следующих задач:

- выполнить анализ климатических, гидрологических, почвенных и ирригационно-хозяйственных условий Вахшской долины Таджикистана;

- оценить тренды изменения основных климатических факторов Вахшской долины и их влияние на водные ресурсы территории, почвенно-мелиоративные показатели и продуктивность орошаемых земель;

- оценить водность крупных рек долины в условиях регионального потепления климата и возможный объем использования водных ресурсов на ирригацию;

- провести исследование динамики мелиоративного состояния орошаемых земель по показателям засоления почв и глубины уровня грунтовых вод, составить карту мелиоративного состояния с использованием ГИС технологии;

- разработать рекомендации по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и адаптации сельскохозяйственного производства в изменяющихся условиях среды;

- выполнить оценку экономической эффективности предложенных мероприятий.

Теоретическая значимость монографии заключается в выявлении трендов изменения основных климатических параметров Вахшской долины Республики Таджикистан, позволяющих в условиях климатической неопределенности выполнять прогнозы динамики увлажнённости территории и водности крупных рек для обоснования потребности в орошении и прогнозирования мелиоративного состояния орошаемых земель.

Большое *практическое значение* имеют, разработанные рекомендации по предупреждению засоления почв, подъёму уровня грунтовых вод и адаптации сельскохозяйственного производства к изменению климатических факторов, что может способствовать практической реализации «Государственной программы освоения новых орошаемых земель и восстановления земель, выбивших из севооборота на 2012-2020годы», утвержденного постановлением Правительство РТ от 1 марта 2012года, №450. Предложенные структура севооборота и схема размещения сельскохозяйственных культур с заменой более влаголюбивых культур на менее влаголюбивые, обеспечивает реализации «Национального плана действий по смягчению последствий изменения климата (2003г.), утвержденного Правительством РТ от 6 июня 2003года, №259» будут способствовать повышению валового сбора сельскохозяйственных продукции и значительной экономии водных ресурсов. Осуществление разработанных мероприятий может ускорять реализации «Программы реформирования сельского хозяйства Республики Таджикистан на 2012-2020годы», утвержденного постановлением Правительство РТ от 1 марта 2012года, № 450 и, тем самым внесет определённый вклад в аграрное развитие Республики.

ГЛАВА 1. ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА РАЗВИТИЕ ИРРИГАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

1. 1 Факторы, вызывающие глобальное изменение климата, и основные сценарии

Одной из важнейших международных проблем второй половины XX и начала XXI в.в. является проблема изменения климата планеты Земля. Согласно выводам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) основной причиной наблюдаемого в последние десятилетия глобального потепления климата является интенсификация хозяйственной деятельности человека [Оценочный доклад об изменении климата, М.:2008-29с.].

На основе результатов исследований Тихонов В.Е., Неверов А.А., Кондрашова О.А. и Абдрашитов Р.Р. (2012, 2013) предполагают, что погоду на Земле, т.е. совокупность метеорологических элементов в каждом году, формируют в значительной степени планеты, орбиты которых относительно близко расположены к Солнцу и Земле и имеют относительно короткие периоды обращения. В тоже время имеется точка зрения, позволяющая трактовать эти события как синхронно протекающие явления [Панкратов В.Я. и др. /<http://www.astronet.ru>].

Глобальное потепление - процесс постепенного роста средней годовой температуры поверхностного слоя атмосферы Земли и Мирового океана вследствие всевозможных причин. Впервые о глобальном потеплении и парниковом эффекте заговорили в 60-ых годах XX века, а на уровне ООН проблему глобального изменения климата впервые озвучили в 1980 году. В сельскохозяйственном производстве глобальное потепление может привести к усилению деградации земельных и водных ресурсов. Отмечается, что в виде критического порога принимается потепление в 2,5 градуса, выше которого возможно существенное сокращение производства продовольствия [Бобылев, 2003].

В качестве причин глобального потепления учеными выдвигается множество теорий и предположений, основные гипотезы, заслуживающие внимания применительно к задачам исследований, являются следующие.

Гипотеза 1- Причиной глобального потепления является изменение солнечной активности. Все происходящие климатические процессы на планете зависят от степени активности Солнца. Поэтому даже самые малые изменения активности Солнца непременно сказываются на формировании погодных условий и климата Земли.

Гипотеза 2 - Причина глобального потепления – изменение угла оси вращения Земли и её орбиты. Югославский астроном Миланкович предположил, что циклические изменения климата во многом связаны с изменением орбиты вращения Земли вокруг Солнца, а также изменением угла наклона оси вращения Земли, по отношению к Солнцу, что вызывают изменение радиационного баланса Земли, а значит и её климата.

Гипотеза 3 – Виновник глобальных климатических изменений – океан. Мировой океан – огромный инерционный аккумулятор солнечной энергии. Он во многом определяет направление и скорость движения тёплых океанических, а также воздушных масс на Земле, которые в сильной степени влияют на климат планеты. Известно, что средняя температура вод океана составляет 3,5°C, а поверхности суши 15°C, поэтому интенсивность теплообмена между толщей океана и приземным слоем атмосферы может приводить к значительным климатическим изменениям.

Гипотеза 4 – Вулканическая активность, являющаяся источником поступления в атмосферу Земли аэрозолей серной кислоты и большого количества углекислого газа, что также может значительным образом сказаться на климате Земли.

Гипотеза 5 – Неизвестные взаимодействия между Солнцем и планетами Солнечной системы. По мнениям ученых не исключено, что взаимное положение планет и Солнца может влиять на распределение и силу гравитационных полей, солнечной энергии, а также других видов энергии. Не исключается, что связи и взаимодействия между Солнцем,

планетами и планетой Земля оказывают значительное влияние на процессы, происходящие в атмосфере и гидросфере Земли.

Гипотеза 6 – Изменение климата может происходить само по себе без каких-либо внешних воздействий и деятельности человека. Планета Земля настолько большая и сложная система с огромным количеством структурных элементов, что её глобальные климатические характеристики могут ощутимо изменяться без изменений солнечной активности и химического состава атмосферы. Различные математические модели показывают, что на протяжении века, колебания температуры приземного слоя воздуха (флуктуации) могут достигать $0,4^{\circ}\text{C}$.

Гипотеза 7 – Всему виной человек. Самая популярная на сегодняшний день гипотеза. Высокая скорость климатических изменений связывается с интенсификацией антропогенной деятельности, которая способствует увеличению содержания парниковых газов в атмосфере. Установленное повышение средней температуры воздуха нижних слоёв атмосферы Земли на $0,8^{\circ}\text{C}$ за последние 100 лет – слишком высокая скорость для естественных процессов. Последние десятилетия добавили ещё большей весомости этому аргументу, так как изменения средней температуры воздуха происходили ещё большими темпами – $0,3-0,4^{\circ}\text{C}$ за последние 15 лет!

Вполне вероятно, что имеющее место в настоящее время глобальное потепление является результатом действия многих факторов.

Возможные сценарии глобальных климатических изменений

Существует множество сценариев развития ситуации глобального изменения климата [<http://www.priroda.ru/item/389>].

Сценарий 1 – Глобальное потепление будет происходить постепенно. Земля характеризуется как большая и сложная система, состоящая из множества связанных между собой структурных компонентов. Планету окружает подвижная атмосфера, распределяющая тепловую энергию по широтам. На Земле есть огромный аккумулятор тепла и газов – Мировой океан (океан накапливает в 1000 раз больше тепла, чем атмосфера). Изменения в такой сложной системе не могут

происходить быстро. Должны пройти столетия и тысячелетия, прежде чем можно будет судить о сколько-нибудь ощутимом изменении климата.

Сценарий 2 – Глобальное потепление будет происходить относительно быстро. Самый «популярный» в настоящее время сценарий. По различным оценкам за последние сто лет средняя температура на нашей планете увеличилась на 0,5-1°C, концентрация углекислого газа возросла на 20-24%, а метана на 100%. В будущем эти процессы получают дальнейшее продолжение и к концу XXI века средняя температура поверхности Земли может увеличиться на величину от 1,1 до 6,4°C по сравнению с 1990 годом (по прогнозам IPCC от 1,4 до 5,8°C). Глобальное потепление будет сопровождаться подъёмом уровня мирового океана. С 1995 по 2005 год уровень Мирового океана уже поднялся на 4 см, вместо прогнозируемых 2 см. Если уровень Мирового океана в дальнейшем будет подниматься с такой же скоростью, то к концу XXI века суммарный подъём его уровня составит 30-50 см, что вызовет частичное затопление многочисленных прибрежных территорий. В настоящее время от засухи страдает 2% всей суши, по прогнозам некоторых учёных к 2050 году засухой будет охвачено до 10% всех земель материков. Кроме того, изменится распределение количества осадков по сезонам [https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/ru/spmsspmb.html].

Сценарий 3 – Глобальное потепление в некоторых частях Земли сменится кратковременным похолоданием. Известно, что одним из факторов возникновения океанических течений является градиент температур между арктическими и тропическими водами. Таяние полярных льдов способствует повышению температуры арктических вод, а значит, вызывает уменьшение температурной разницы между тропическими и арктическими водами. Это неминуемо приведёт в будущем к замедлению течений.

Сценарий 4 – Глобальное потепление сменится глобальным похолоданием. Остановка Гольфстрима (океанический конвейер тепла) и других океанических течений

вызовет глобальное похолодание на Земле и наступление очередного ледникового периода.

Сценарий 5 — Парниковая катастрофа. Автором теории является Карнаухов А.В. Рост среднегодовой температуры на Земле по причине увеличения в атмосфере Земли содержания антропогенного CO₂ вызовет переход в атмосферу растворённого в океане CO₂, а также спровоцирует разложение осадочных карбонатных пород с дополнительным выделением углекислого газа. В результате этих процессов поднимется температура на Земле ещё выше, что повлечёт за собой дальнейшее разложение карбонатов, лежащих в более глубоких слоях земной коры (в океане содержится углекислого газа в 60 раз больше, чем в атмосфере, а в земной коре почти в 50 000 раз больше). По оптимистическому сценарию ученого, если количество поступающего в атмосферу CO₂ останется на прежнем уровне, то температура 50°C на Земле установится через 300 лет. По реалистическому сценарию, согласно которому выброс CO₂ будет расти с такой же скоростью, удваиваясь каждые 50 лет, температура 50°C на Земле уже установится через 100 лет [https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/ru/spmssp-6.html].

Глобальное изменение климата на Земле – это, в основном, производная от астрономических процессов и их цикличности. Эта цикличность неизбежна. Последние научные данные свидетельствует о том, что спектр воздействия космических факторов на климатические условия Земли достаточно широк. Это процессы, на которые человечество на сегодняшний день не в состоянии повлиять. Поэтому нельзя недооценивать возможные риски и трудности и, к возможным последствиям предполагаемых событий человечество должно готовиться [<http://allatra.org/ru/pages/climate>].

1.2 Влияние изменения климата на водные ресурсы

Человечество было свидетелем ряда климатических изменений. В начале второго тысячелетия (XI-XII века) исторические хроники свидетельствуют о том, что большая площадь Гренландии не была покрыта льдами (именно поэтому норвежские мореплаватели её окрестили «зелёной землёй»).

Затем климат Земли стал суровей, и Гренландия практически полностью покрылась льдами. В XV-XVII веках суровые зимы достигли своего апогея. В XIII веке было отмечено незначительное потепление, которое достигло своего максимума в 1770 году. XIX век снова ознаменовался очередным похолоданием, которое продолжалось вплоть до 1900 года, а с начала XX века уже началось довольно быстрое потепление. Уже к 1940 году в Гренландском море количество льдов сократилось вдвое, в Баренцевом – почти на треть, а в Советском секторе Арктики площадь льдов в сумме сократилась почти на половину (1млн. км²) [<http://allatra.org/ru/pages/climate>]. Именно тогда было зафиксировано повышение температуры арктических морей, отмечено значительное отступление ледников в Альпах и на Кавказе.

В 1940 г. потепление сменилось кратковременным похолоданием, на смену которого, пришло очередное потепление, с 1979 года начался быстрый рост температуры поверхностного слоя атмосферы Земли, который вызвал очередное ускорение таяния льдов Арктики, Антарктики. За последние 50 лет толщина арктических льдов уменьшилась на 40%, а жители ряда сибирских городов стали для себя отмечать, что крепкие морозы уже давно остались в прошлом. Средняя зимняя температура в Сибири повысилась почти на десять градусов за последние пятьдесят лет [<http://allatra.org/ru/pages/climate>]. В некоторых областях России безморозный период увеличился на две-три недели. Наглядно о глобальных изменениях климата свидетельствуют старые фотографии ледников, две из которых приводятся на рисунках 1.1 и 1.2. (все фото сняты в одном и том же месяце).

По оценкам специалистов к 2060 году ожидается повышение средней температуры в России до 0°С при существующей –5,3°С. В целом за последние сто лет средняя температура поверхностного слоя атмосферы повысилась на 0,3–0,8°С, площадь снежного покрова в северном полушарии снизилась на 8%, а уровень Мирового океана поднялся в

среднем на 10–20 сантиметров. Эти факты вызывают определённую озабоченность [<http://www.priroda.su/item/389>].



Рисунок 1.1. Фотографии тающего ледника Pasterze в Австрии в 1875 году (слева) и 2004 году (справа). Фотограф Gary Braasch.



Рисунок 1.2 - Фотографии ледника Agassiz в Национальном парке ледников (Канада) в 1913 и 2005 годах. Фотограф W.C. Alden.

Изменение климата, как и в других уголках мира, заметное влияние оказывает и в странах Центральной Азии. Вопросами влияния изменения климата в Центральноазиатском регионе на водные ресурсы и почвенные условия сельскохозяйственных территорий занимались ученые: Абдуллаев С.Ф., Назаров Б.И., Маслов В.А. (2012, 2013), Аламанов С.К., Лелевкин В.М., Подрезов О.А. (2006), Гафурова Д.А. (2012), Духовный В.А. (2009, 2012), Икромов И.И., Jiang Hui-fang (2012), Каюмов А.К., Салимов Т.О. (2013), Комилов О.К, Саттаров М.А и др. (2003), Махмадалиев Б.У., Новиков В.В., Каюмов А.К., Пердомо (2003), Мустафаев Ж.С., А.Т.Козыкеева (2009), Петров, Г. Н., Ахмедов Х. М. (2011),

Раупов Р.Н., Давлатов Р.Р. (2015), Сорокин А.Г. (2002), Сорокин А.Г., Никулин А.С., Сорокин Д.А. (2002), Тохиров И. Г. (1998), Турсунов А.А. (1995), Худайяров М. (2010) и другие.

Установлено, что водные ресурсы здесь формируются, в основном, на горной территории. Занимая несколько более 20% площади бассейна Аральского моря (350 тыс. км²) на этой территории формируется около 90% поверхностного стока, составляющего 115,6 млрд.м³ в средний по водности год. При этом около 64 км³ приходится на территорию Республики Таджикистан. По современным оценкам в Таджикистане насчитывается 8 тыс. ледников, семь из которых имеют длину более 20 км. Самым крупным ледником Таджикистана и всей Центральной Азии является ледник Федченко, длина которого превышает 70 км, средняя ширина – 2 км, максимальная толщина льда – 1 км, а общий объем ледника с притоками – около 140 км³. Начинается он на высоте 6200 м над уровнем моря (УМ), а его язык находится на высоте 2910 м [Тохиров, 1998].

Также установлено, что в период с 1956 по 1990г.г. ледниковые ресурсы Центральной Азии из-за интенсивного таяния сократились более чем в три раза и продолжают сокращаться со средней интенсивностью около 0,6-0,8% в год по площади оледенения и около 0,1% по объему льда. Ледники Таджикистана в XX веке потеряли более 20 км³ льда. С 1956 по 1990гг. оледенение гор Юго-восточного Казахстана сокращалось со средней интенсивностью 0,85% в год по площади и 1% по объему льда. За двадцатый век система ледника Федченко потеряла почти треть площади (рис. 1.3 а). За 34 года проведения дистанционных наблюдений (1966-2000 г.г.) сотрудниками Таджикгидромет установлено, что система ледника Федченко сократилась на 44 км² (6%), а средняя скорость отступления языка ледника Федченко в настоящее время составляет 16 м/год (рисунок 1.3 б) [http://www.meteo.tj/files/doc/water_resources.pdf].

Согласно прогнозным оценкам вследствие исчезновения тысячи ледников в Таджикистане площадь всего оледенения страны может уменьшиться на 20 %, а объем льда - на 25-30 %. В начальный период таяния ледников происходит увеличение

стока отдельных рек, что отчасти возместит уменьшение стока других, затем последует катастрофический спад водности во многих реках. В период половодья рек следует ожидать увеличения масштабов и последствий стихийных бедствий, особенно селей и наводнений [Тохиоров, 1998; Каюмов, Салимов, 2013].

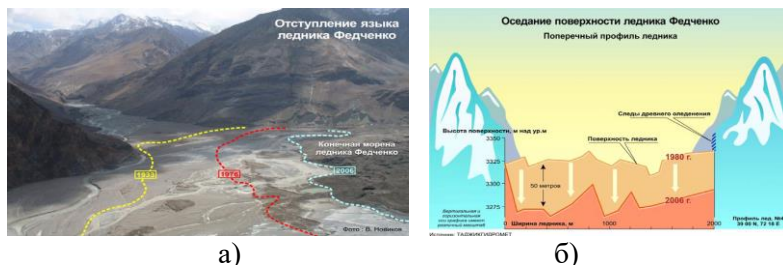


Рисунок 1.3 - Отступление языка (а) и оседание поверхности (б) ледника Федченко

Главными водотоками бассейна Аральского моря являются реки Амударья и Сырдарья. Притоки этих рек имеют разные типы водного питания: ледниково-снеговой, снегово-ледниковый и снегово-дождевой. На расходы воды некоторых притоков влияют также грунтовые и подземные воды. При потеплении климата будет увеличиваться водность рек ледникового, ледниково-снегового и снегово-ледникового типа питания.

Проведенные исследования Агентства по гидрометеорологии Республики Таджикистан отчетливо показывают, что если повышение температуры воздуха будет продолжаться современными темпами, то к середине текущего столетия сток рек Амударья и Сырдарья значительно сократится. Это приведет к большим трудностям в обеспечении водой всех отраслей экономик стран Центральной Азии.

1.3 Влияние изменения климата на почвенные условия сельскохозяйственных угодий

Изучая отрицательное влияние засух 2009 и 2010 годов во всей степной зоне Российской Федерации, в частности

Оренбургской области, В.Е.Тихонов, А.А.Неверов, О.А.Кондрашова и Р.Р. Абдрашитов отмечают, что при планировании урожайности на первый план выступает наличие информации о погоде и урожайности на предстоящий год. Они, также напоминают высказывание академика Н.М.Тулайкова [Тулайков, 2000], характеризующее погодно-климатические условия Юго-Восточной части России: «Здесь не земля родит, а небо». М.Х.Байдал и А.И.Неушкин отмечают, что при разработке долгосрочных прогнозов урожайности яровой пшеницы в Оренбургской области приходится учитывать тенденцию (тренд) искомой величины, обусловленную не только культурой земледелия, но и динамикой климатических факторов [Байдал, Неушкин, 1990]. Влияние климатических факторов на сельскохозяйственные угодья и их продуктивность подтверждается обусловленностью генотипических и фенотипических особенности почв и растений от особенностей формирования климата территории удобрений всегда динамичны [Черкасов и др., 2010]. Проведенные ими исследования показывают, что плодородие почвы, урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность удобрений функционально зависят от погодных условий и, чем благоприятнее погода, тем выше эффективность удобрений. Так, согласно их исследованиям, соотношение продуктивности севооборота без удобрений и при их внесении с улучшением погодных условий снижается с 1,7 до 1,3 раз. Таким образом, плодородие почвы, урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность удобрений функционально зависят от погоды

В монографии В.Г.Сычева впервые представлен анализ материалов в масштабе Российской Федерации о взаимосвязи основных факторов, в том числе и климатических, управляющих продукционным потенциалом сельскохозяйственных культур [Сычев В.Г., 2003]. Плодородие почв обуславливают биохимические процессы, лежащие в основе почвообразования. Целлюлозолитическая способность почвы – один из показателей активности микроорганизмов почвы и плодородия почвы. Она может определять уровень почвенного плодородия и продуктивность биоты [Звягинцев, 1976]. Известно, что на разложение целлюлозы влияют

температура, увлажнение и аэрация почвы [Захарченко, 1961]. Так, исследования скорости распада льняного полотна при различных погодных условиях на почвах Башкирского Зауралья, проведенные Я.Т.Суюндуковым, И.Н.Семёновым и Г.Р. Ильбуевой показали выраженную зависимость целлюлозолитической активности от погодно-климатических условий, прежде всего от количества осадков, а максимальная скорость распада полотна отмечалась в середине лета на фоне оптимальных гидротермических условий [Суюндуков Я.Т. и др., 2010].

Согласно исследованиям Е.В.Дыминой в лесостепной зоне Западной Сибири влагообеспеченность растений значительно отклоняется от оптимума. Около 40% лет здесь засушливые. Более 50% засух приходится на первую половину вегетационного периода, что отрицательно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Разница в урожае между засушливыми и влажными годами составляла от 20% до 276%. [Дымина, 2010]. В опытах с яровым ячменем установлено, что урожайность зависит от количества осадков, среднесуточной температуры воздуха и гидротермического коэффициента [Максимов В.А., Замятин С.А., Апаева Н.Н., 2014]. В процессе жизненного цикла растений воздействие неблагоприятных температур является наиболее заметным стрессором, влияющим на его рост и развитие [Лукаткин А.С., Нарайкина Н.Н., 2011].

Отрицательное воздействие изменения климата на почвенные условия сельскохозяйственных угодий проявляется в виде деградации почв, обусловленной развитием процессов эрозии, засоления, переувлажнения и заболачивания, оврагообразования и др., что приводит к снижению продуктивности сельскохозяйственных угодий и в конечном итоге может привести к опустыниванию территории. Наиболее распространенным видом деградации является эрозия почв, при которой разрушается верхний, наиболее плодородный слой и резко ухудшаются ее биологические свойства. Так, на слабосмытых землях урожайность сельхозкультур снижается на 10-20%, на среднесмытых - на 30-40%, на сильносмытых землях - в 2 раза и более. Снижение урожайности зерновых культур до

3 раз наблюдается на эродированных неорошаемых землях в засушливые годы [http://enrin.grida.no/htmls/tadjik/vitalgraphics/rus/html/text_u6.htm]. Общая площадь эрозионно-опасных и подверженных водной эрозии сельскохозяйственных земель в Российской Федерации превышает 56 млн. га (на 2012 г.). Более 61 млн. га сельхозугодий относятся к дефляционно-опасным и подверженным ветровой эрозии [Научные основы..., 2013].

Деградационные процессы активно наблюдаются на сельскохозяйственных угодьях Республики Таджикистан, что требует коренного улучшения, так как из общей площади сельхозугодий Таджикистана около 90% подвержено различным видам эрозии. В предгорьях, горах и высокогорьях распространена водная эрозия (41% площади республики); на пустынных территориях - дефляция почв (24% площади), а на орошаемых землях - ирригационная и овражная эрозия (1,5% площади)

[http://enrin.grida.no/htmls/tadjik/vitalgraphics/rus/html/text_u6.htm]. В северной части республики около 44% площади подвержены водной эрозии, 23% - дефляции (ветровой эрозии) и 1% - ирригационной и овражной эрозии, и лишь 12% площади природно-хозяйственной части приходится на долю слабо эродированных территорий. На пахотных угодьях (72%) заметный урон наносят дефляция, овражная и ирригационная эрозия [Ахмадов, 2010^а; Турсунов, Мансуров, Ахмадов, 2011].

Ежегодный смыв почв в богарной зоне республики составляет около 500 млн. тонн, которые содержат 1 млн. тонн гумуса или 100 тыс. тонн азота, что соответствует 500 тыс. тонн сульфата аммония, 100 тыс. тонн фосфора и 1 млн. тонн калия. Все эти факторы являются причинами снижения урожайности сельскохозяйственных культур, сокращения площадей плодородных земель, пастбищ [Ахмадов, 2010^б].

Потепление климата, способствующее снижению влажности приземного слоя воздуха и уменьшению количества осадков, особенно в жаркие периоды года и при слабой скорости ветра приводит к образованию ветровой эрозии почвы. При высоких скоростях ветра, превышающих 10-15 м/с, возникают пыльные бури, что способствуют образованию пыльной мглы и

повышению запыленности воздуха. Возникновение пыльных бурь приводит к: выдуванию мелкозёма и снижению продуктивности сельскохозяйственных угодий; затруднению процессов фотосинтеза растений при оседании пыли на листовой поверхности; ухудшению общего экологического состояния среды проживания человека. Так, исследованиями С.Ф.Абдуллаева, Б.И.Назарова, В.А.Маслова [Абдуллаев и др., 2012; Абдуллаев и др., 2013] установлено, что запыленность воздуха нарушает работу устьиц листьев, ограничивает процесс транспирации, способствует повышению температуры листьев на 2-4, а иногда до 8-10⁰С, ослабляет процесс фотосинтеза с понижением уровня глюкозы в органах растений. Темпы накопления сухого вещества и роста растений замедляется, что ухудшает их качество и приводит к уменьшению урожая. При скоростях ветра 19-20 м/с (при порывах 25-28м/с) в Курган-Тюбинской зоне Республики Таджикистан в 1983г. у 100% растений хлопчатника было высушено и механически повреждено до 80% листьев, а у 20% растений были сбиты точки роста. Поле хлопчатника, посеянного после 10 марта 1983г. на площади 35 га в колхозе «Айвадж» полностью погибло. У 80% растений хлопчатника, посеянного в апреле-первой декаде мая, повреждены до 30% листьев, сбиты 50% сформировавшихся плодоносящих элементов. Ориентировочно потери урожая составили 10%. Этими же исследователями зафиксированы отрицательное воздействие пыльной бури на урожайность фисташки и пастбищных трав. Установлено, что по мере увеличения продолжительности мглы в Дангаринском и Курган-Тюбинском районах их урожайность уменьшается. Наибольший урожай получен при продолжительности пылевой мглы от 2 до 40 часов в месяц, а наименьший – при умеренной и сильной интенсивности и продолжительностью до 150 часов. Фактически на территории Таджикистана наблюдается от 1 до 9 дней с пылевыми бурями в среднем за год, а на крайнем юге республики их число может достигать до 24-29 дней.

Весьма важным фактором, отрицательно влияющим на продуктивность орошаемых земель, относится развитие процессов засоления почв. На орошаемых землях долин республики Таджикистан оно происходит, в основном, за счёт

климатических факторов, проявляющихся в виде резкого превышения испарения над атмосферными осадками в пятьдесят раз. Это приводит к интенсивному испарению с поверхности почв, близко залегающих минерализованных грунтовых вод. Установлена хорошая корреляционная зависимость между площадью засоленных почв и площадью распространения грунтовых вод с минерализацией более 2 г/л и глубиной их залегания менее 2 м. Другой немаловажной, не связанной с природными факторами причиной, засоления почв этих территорий, является «неправильное орошение», обусловленное низким к.п.д. оросительной и водосборно-сбросной сетей, а также неудовлетворительным техническим состоянием коллекторно-дренажной сети и др.

Следует отметить, что по распространенности засоленных почв в орошаемой зоне, Республика Таджикистан входит во вторую группу стран мира, где их площадь составляет до 15 %. Однако для малоземельной страны, где на одного жителя приходится менее 0,1 га орошаемой пашни, это считается недопустимым. Так как из-за засоления земель Республика Таджикистан ежегодно недополучает более 100 тыс. тонн хлопка-сырца и много другой сельскохозяйственной продукции, а получаемая с засоленных полей продукция и сырье, имеют пониженную сортность и качество товарной продукции [Национальная Программа Действий по борьбе с опустыниванием в Таджикистане, 2000].

Проблемы деградации сельскохозяйственных земель в условиях изменения климата актуальны также и для Узбекистана [Гафурова, 2012], где прогнозируется дальнейшее развитие эрозионных процессов, вторичное засоление орошаемых почв, переуплотнения, снижение гумуса и биологической активности.

В качестве проблемы, оказывающей комплексное неблагоприятное воздействие на изменения природно-климатических условий следует отметить явление усыхания Аральского моря. Установлено, что помимо антропогенных факторов, одним из основных причин высыхания Аральского моря, является потепление климата. Как отмечают К.Б.Абдешев, Ж.С. Мустафаев и Т.К. Карлыханов [Абдешев и др., 2014], с

осушенного дна Аральского моря по расчетам А.А.Турсунова [Турсунов, 1995] ежегодно в атмосферу Центрально-Азиатского региона поступает в среднем 185 млн. т песка, солей и тонкодисперсной пыли. В этих условиях Центральная Азия, в том числе и исследуемый регион, испытывает двойное опустынивание - одно наступает со стороны высохшего дна Аральского моря, откуда выдувается ветром и выносятся на орошаемые земли тонкодисперсная, ядовитая пыль; второе происходит на орошаемых землях за счет подъема УГВ и вторичного засоления почв [Мустафаев, Козыкеева, 2009].

Выполненный анализ позволяет отметить, что вследствие отрицательного влияния изменения климата на почвенные условия сельхозугодий, приводящие к деградации земель, ежегодно уменьшается производство продукции сельского хозяйства на душу населения. Как отмечается в Национальной Программе Действий по борьбе с опустыниванием в Таджикистане, при бездействии в борьбе с процессами деградации и опустыниванием земель, влияющими на производство всех видов сельхозпродукции, существует реальная угроза развитию экономики страны.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что для минимизации отрицательного воздействия изменения климата на почвенные условия сельскохозяйственных угодий, на наш взгляд, требуется:

- разработка мероприятий по адаптации сельхозпроизводства к изменению климата, способствующих повышению продуктивности сельскохозяйственных угодий;
- разработка мероприятий по предупреждению деградации почв и опустынивания земель;
- разработка технологий и техники орошения сельскохозяйственных культур, способствующих эффективному использованию водно-земельных ресурсов с учетом изменения климатических факторов;
- разработка технических мероприятий по повышению к.п.д. оросительной и коллекторно-дренажной сетей, способствующие улучшению мелиоративного состояния орошаемых территорий;

- разработка мероприятий по улучшению экологического состояния мелиорируемых земель.

1.4 Концептуальная модель влияния изменения климата на мелиоративное состояние орошаемых земель

В результате взаимодействия гидромелиоративной системы и природной среды формируется мелиоративный режим на территории оросительной системы и в зоне ее влияния, который определяет мелиоративное состояние орошаемых земель в конкретные промежутки времени. Мелиоративное состояние орошаемых земель, безусловно, является основным показателем, определяющим продуктивность орошаемых земель, от которого зависит урожайность сельскохозяйственных культур и производство сельхозпродукции в целом. Оно зависит от множества факторов, среди которых выделяют природные и техногенные (иригационно-хозяйственные) [Айдаров, Голованов, Никольский, 1990; Методические рекомендации..., 1994; Нормативно-методическое обеспечение..., 2003; Кирейчева, Яшин, 2015; Кирейчева, Юрченко, Яшин, 2015].

К природным факторам, влияющим на мелиоративное состояние орошаемых земель, относятся:

- климатические факторы (солнечная радиация, осадки, температура воздуха, увлажненность почвы, влажность воздуха, ветровой режим и др.);

- факторы, определяющие почвенное плодородие (гранулометрический состав, плотность, содержание органики, кислотность или щелочность, засоленность, щелочность, емкость катионного обмена, загрязненность, микрорельеф и др.);

- глубина и химический состав и минерализация грунтовых вод;

- качество оросительной воды (минерализация, рН, ионный состав, загрязнители и др.).

К техногенным относятся факторы, обусловленные применяемыми конструктивными техническими элементами

при строительстве гидромелиоративных систем (оросительная сеть и КДС), эксплуатационными управляющими воздействиями (способы и нормы полива), применяемыми агротехнологиями (состав и технологии возделывания орошаемых культур, машины и механизмы, удобрения агрохимикаты и др.) и применяемыми системами управления и хозяйственной организации производства. Техногенные факторы формируют общую антропогенную нагрузку на окружающую природную среду. Взаимодействие техногенных и природных факторов формируют мелиоративное состояние орошаемых земель.

Опыт эксплуатации оросительных систем во многих странах мира показал, что ошибки в проектировании, часто несоблюдение агромелиоративных технологий или в силу других причин на орошаемых землях развиваются неблагоприятные процессы, приводящие к ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель и/или технического состояния гидротехнических сооружений – переувлажнение почв, вымывание органического вещества и переуплотнение почв, подъем грунтовых вод, вторичное засоление и/или осолонцевание почв, переформирование микрорельефа, заиливание и засорение каналов и коллекторно-дренажной сети, подтопление территорий в зоне влияния оросительных систем, ухудшение качества поверхностных вод за счет сброса КДС или разгрузки высоко минерализованных грунтовых вод и др.

Глобальные изменения климатических факторов могут привести к тем или иным изменениям мелиоративного состояния орошаемых земель (рис.1.4). Исследованиями Н.И.Парфеновой с соавторами [Парфенова и др., 1997] показана взаимосвязь колебаний солнечной активности, температуры и влажности воздуха, количества атмосферных осадков (климатические факторы) с показателями мелиоративного состояния орошаемых земель (режим уровней грунтовых вод) и речного стока в бассейне Волги. Рекомендуется учитывать влияние цикличности при проектировании и эксплуатации мелиоративных систем.

Повышение температуры и снижение влажности приземного слоя воздуха обуславливают разнонаправленные изменения мелиоративного состояния в гумидных и аридных условиях. Повышение температуры воздуха в гумидной зоне оказывают благоприятное воздействие на формирование мелиоративного состояния осушаемых земель. С потеплением климата изменяется коэффициент увлажнения, повышается испаряемость с поверхности территории, что может привести к уменьшению площади переувлажнённых земель. Эти процессы в конечном итоге приведут к улучшению мелиоративного состояния. При этом станет возможным во многих районах России выращивание более южных культур, т.к. их созревание происходит в более ранние сроки. Так, потепление и низкая влажность приземного слоя воздуха в гумидной зоне в Центральных и Северных регионах Российской Федерации могут привести к тому, что зимы станут менее суровыми и пригодные для земледелия земли продвинутся дальше на север [www.priroda.su].

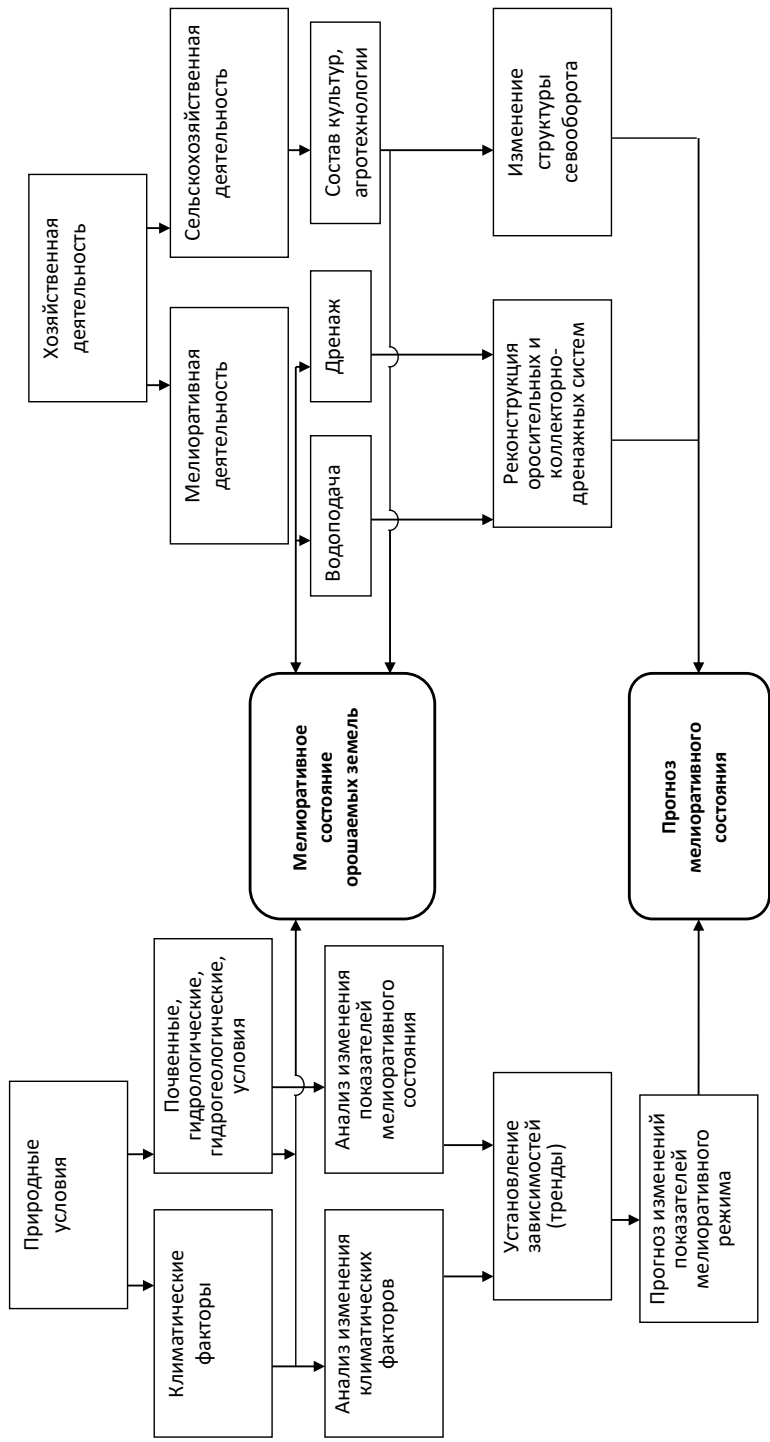


Рисунок 1.4 – Концептуальная модель формирования и прогнозирования мелиоративного состояния орошаемых земель с учетом изменения климата

В аридной зоне потепление климата приведет, как отмечалось выше, к усилению аридизации территории, ухудшению условий водообеспеченности и образованию пустынь. Повышение температуры и снижение влажности приземного слоя воздуха здесь способствует повышению испаряемости с поверхности почвы, что может служить причиной интенсификации процессов вторичного засоления почв и также образования ветровой эрозии и в итоге – ухудшению мелиоративного состояния земель. Особенно для этих зон характерна ветровая эрозия почвы. В результате воздействия пыльных бурь мелиоративное состояние орошаемых земель ухудшается как за счет снижения плодородия почв, так и за счет заноса и засоления земель песчаными наносами. Исследованиями, проведенными А.Кадамовым и И.И.Икромовым в Ишкашимском районе Республики Таджикистан установлено, что дефляционные процессы несут значительный ущерб плодородию орошаемых земель долины Вахан в результате выноса из них большого количества мелкозема. На сильно эродированных почвах количество мелкозёма в верхнем горизонте составляет 8,7%, что в 4 раза меньше чем на незэродированных почвах. Повышение среднесуточных температур выше 5°С весной, сопровождающийся ритмично дующими ветрами, приводит к пересыханию верхней слоев почвы и усилению дефляции [Кадамов, Икромов, 2015].

Концептуально формирование мелиоративного состояния орошаемых земель в аридной зоне и учет изменения климатических факторов для его прогнозирования представлено на рисунке 1.4, в левой части которого показана последовательность анализа природных факторов для прогнозирования, а в правой – направленность мероприятий для улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель и адаптации сельскохозяйственного производства к изменениям климата. Представленная модель реализует рабочую гипотезу анализа влияния аридизации климата на мелиоративное состояние орошаемых земель Вахшской долины республики Таджикистан и разработки мер по его улучшению, включая разработку мероприятий по адаптации сельскохозяйственного производства к изменениям климата. Методология основана на

последовательном анализе динамики изменения климатических факторов за многолетний период, включающих среднегодовую температуру воздуха, гидротермический коэффициент, коэффициент увлажнения, коэффициент сухости территории, а также и изучение степени водности рек, протекающих по долине, и мелиоративное состояние орошаемых земель.

Выводы к главе

Выполнен анализ исследований по глобальному изменению климата на планете Земля, рассмотрены основные гипотезы и возможные сценарии развития событий на планете. Отмечаются результаты потепления климата, в том числе и таяния ледников в различных регионах.

В республике Таджикистан потепление климата приводит к усилению таяния ледников, которые в XX веке потеряли более 20 км³ льда. С 1956 по 1990гг. оледенение гор Юго-восточного Казахстана сокращалось со средней интенсивностью 0,85% в год по площади и 1% по объему льда.

В аридной зоне потепление климата приведет к усилению аридизации территории, ухудшению условия водообеспеченности и образованию пустынь. Повышение температуры и снижение влажности приземного слоя воздуха способствует повышению испаряемости с поверхности почвы, что является причиной интенсификации процессов вторичного засоления почв и также усилению ветровой эрозии и в итоге – ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель.

Предложена концептуальная модель прогнозирования мелиоративного состояния сельскохозяйственных орошаемых земель, включающая, с одной стороны, установление зависимостей изменения климата и характеристик увлажненности и водообеспеченности территории, а с другой стороны, влияние мелиоративной и хозяйственной деятельности.

ГЛАВА 2. ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЕ, ПРИРОДНЫЕ И ИРРИГАЦИОННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ВАХШСКОЙ ДОЛИНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Расположение и краткая история освоения Вахшской долины

Вахшская долина (рисунок 2.1.) – межгорная долина в среднем и нижнем течении реки Вахш в Республике Таджикистан, представляет собой средний участок широкого межгорного понижения Явано-Кургантюбинской впадины, являющейся наиболее низкой частью Южно-Таджикской депрессии.

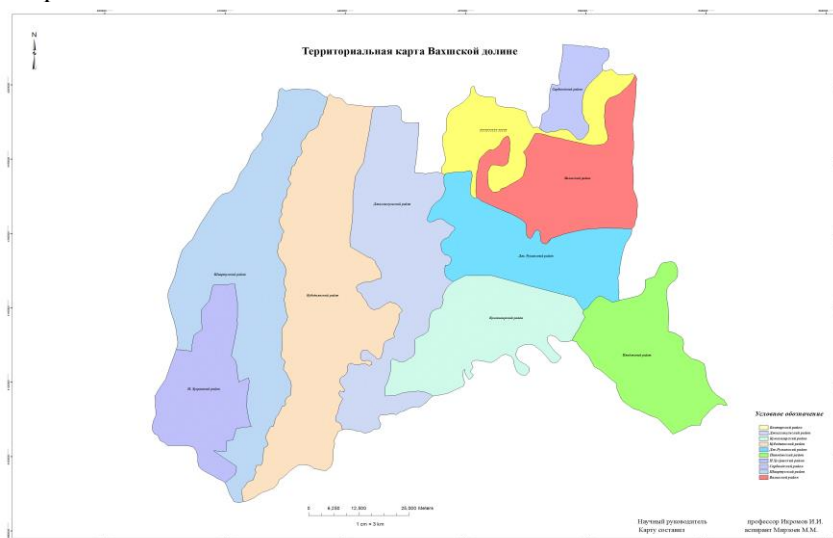


Рисунок 2.1 Карта территориального расположения Вахшской долины

Естественными границами долины являются: на востоке - пояс адыров, окаймляющий хребты Табакчи, Тереклитау и горы Кзыл-Тумшук; на западе – отроги хребта Аруктау и его южное продолжение Киз-Имчек и скалистым массивом Ходжа-Казюн; на севере и северо-востоке - хребет Каратау и горы Ак-Тумшук; на юге - река Пяндж, протекающая по государственной границе

с Афганистаном. Длина долины 110 км, ширина 7-25 км. Абсолютные отметки от 450 м на севере понижаются к югу более чем на 100м. Площадь около 2500 км². Почвы серозёмного типа, местами засоленные, в пойме лугово-болотные. Средняя температура января составляет 1-3°С, июля - 31°С. Средняя продолжительность безморозного периода 224—242 дня [Атлас Таджикской ССР, 1968]. Длительный период с солнечными днями создает благоприятные условия для выращивания на орошаемых землях теплолюбивых полевых, овощных и бахчевых культур, ценных сортов длинноволокнистого хлопчатника, развивать садоводство и производство цитрусовых культур.

Орошаемое земледелие Таджикистана, являясь составной частью единого ирригационного хозяйства Советского союза, постепенно становилось основой успешного развития хлопководства и других отраслей сельскохозяйственного производства республики. Развитие мелиорации в Таджикистане за годы советской власти разделено на два крупных периода.

Первый период охватывает примерно с 1924 по 1960 годы [Касымов, Хамраев, 1985] и характеризуется тем, что существовавшие ирригационные системы восстанавливались и переустраивались на инженерной основе. В этот же период строились новые мелиоративные объекты на целинных землях, например, Вахшское ирригационное строительство (Вахшстрой).

Начало второго периода приурочено к 1961 году. Он характеризуется комплексным развитием мелиорации по освоению новых целинных земель с целью крупномасштабного увеличения площадей орошаемых земель и резкого увеличения объемов продукции сельскохозяйственного производства. Комплексность включала в себя строительство ирригационных систем, гидротехнических сооружений, современных сельскохозяйственных поселков, приближенных к условиям города с культурно-бытовыми, хозяйственными постройками и всеми необходимыми коммуникациями.

Страна нуждалась в тонковолокнистом хлопке и на

основе опытных работ группой агрономов в 1927-1929 годах был выведен тонковолокнистый (египетский) сорт – это послужило основной причиной ускорения ирригационного строительства в Вахшской долине. Официальное открытие Вахшстроля состоялось по решению Исполбюро ЦК КП(б) Таджикистана во время IV съезда Советов СССР (8-17 марта 1931 г.). При освоении первой очереди строительство в Вахшской долине осуществлялось последовательным выполнением двух планов: малого и большого. В задачу малого плана входило осуществление подготовительного этапа строительства - подведение дорог (шоссеиных и узкоколейных), доставка и монтаж строительных механизмов, организация автомобильного и гужевого транспорта, устройство мастерских, вербовка и прием рабочей силы, строительство жилья, культурно-бытовых, подсобных объектов. Задача большого плана заключалась в развертывании и завершении работ по переустройству старой сети и строительство новой сети для орошения первой очереди на площади 72 тыс. гектаров.

В течение 1928-1930 г.г. изыскательские партии провели работы по определению границ и рельефа долины. Выполнены изыскания по изучению климатических показателей, исследованию почвенных и гидрогеологических условий и оценке существующих ирригационных систем. На основе этих материалов был составлен схематический проект развития орошения левобережной части Вахшской долины, который был утвержден на сессии Научно-технического совета Народного Комиссариата земледелия СССР 27 ноября 1930 года.

Выполнение поставленных задач привело к значительному улучшению в 1934 году состояния ирригационных систем. Обновленная оросительная сеть занимала 40 процентов от общей ирригационно-подготовленной площади. К концу 1937 года такие земли составили 67 тыс. гектаров. Из этих земель совхозами, колхозами и единоличными хозяйствами было освоено 41,4 тыс. гектаров. При этом под хлопчатником было занято 20 327 гектаров, под зерновыми - 7373 га,

люцерной - 5481 га и прочими культурами - 8027 га. [Касымов А., Хамраев М, 1985]. Следует отметить, что по существу до 1939 года ирригационные системы республики за исключением объектов, построенных Вахшстроем, были не инженерного типа с присущими им недостатками: множественность водозаборных сооружений, отсутствие регулирующих сооружений и др.

В послевоенное время, когда сельское хозяйство получило новую, более высокопроизводительную технику, старая система орошения явилась серьезным тормозом для дальнейшего развития поливного земледелия. Поэтому правительством было принято постановление «О переходе на новую систему орошения в целях более полного использования орошаемых земель и улучшения механизации сельскохозяйственных работ» [Костяков, 1953].

С 1954 года развернулись работы по освоению второй очереди Вахшской долины, где основным объектом стало орошение Акгазинского массива. Орошение на площади 3700 гектаров новых земель осуществлялось на машинной основе. Были построены четыре насосные станции, проложено свыше 300 км магистральных и оросительных каналов, линии электропередач и гидроэлектростанция «Перепадная», давшая электроэнергию насосным станциям. Особое значение придавалось дальнейшему улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель [Касымов А., Хамраев М., 1985].

Важной вехой развития мелиорации явился Майский пленум ЦК КПСС (1966г.), принявший долговременную программу мелиорации. В ней предусматривается доведение к 2000 году площади орошаемых земель в стране до 30-32 миллионов и осушенных - до 19-21 миллионов гектаров [Алексеевский, 1976]. В Таджикской ССР общая площадь орошаемых земель к 1981 году достигла 626 тыс. гектаров [Народное хозяйство..., 1983], а по состоянию на 1 января 2015 года она составляет 753 тыс. га, а площадь орошаемых земель в Вахшской долине в настоящее время - 115909 га.

2.2 Природно-климатические и геоморфологические условия

Вахшская долина с трех сторон защищена горами от холодных ветров, а с юга открыта. Климат резко континентальный. Вахшская долина находится в субтропическом поясе, в пустынной южно-туранской климатической области [Алисов, 1956; Семенова, Леухина, 1965]. Многолетними наблюдениями гидрометеорологической службы Республики Таджикистан установлено, что лето в Вахшской долине продолжительное, солнечное, сухое и жаркое. Средняя летняя температура воздуха $+25 - +28^{\circ}\text{C}$, достигая своего максимума в июле $+46^{\circ}\text{C}$, при средней температуре месяца $+28^{\circ}\text{C}$. Самая высокая температура поверхности почвы наблюдается в июле, когда она повышается до 40°C , а на песчаных почвах в дневные часы достигает $+75^{\circ}\text{C}$. Осень малооблачная, сухая и теплая, но в отдельные годы в ноябре наблюдается понижение температуры. Весна – короткая, неустойчивая, теплая, иногда в апреле наблюдается резкое понижение температуры, сопровождающее снегопадами и бурями. Зимы характеризуются неустойчивой погодой. Похолодания чередуются с оттепелями, в отдельные годы бесснежные. Снеговой покров устанавливается на короткое время. Самый холодный месяц – январь, со среднемесячной температурой воздуха $+1+2^{\circ}\text{C}$ с экстремальными понижением температуры до 21°C .

Атмосферные осадки выпадают преимущественно в виде дождя и колеблются от 209 до 414 мм, а среднегодовое количество составляет в 290 мм. Из общего количества 49% выпадает весной, летом - осадки практически отсутствуют (0,5%), 14% - осенью и 36,5% - зимой.

Низкое значение относительной влажности воздуха наблюдаются в летние месяцы (в июле падает до 45%). В зимние месяцы относительная влажность наиболее высокая.

Величины испаряемости по годам характеризуется устойчивостью, а по сезонам и по месяцам она резко различается, достигая максимальных значений в июле (до 6-7 мм/сут) при среднемесячной величине около 4,5 мм/сут. За год

величина испаряемости достигает 12000 м³/га. Преобладание суммарного испарения над осадками требует проведения искусственного полива сельскохозяйственных культур.

Годовые суммы положительных температур более 0⁰С колеблются в пределах 5758 - 6250⁰С, а более 10⁰С – 5150 - 5700⁰ С. Среднемесячные и годовая температуры воздуха в Вахшской долине, по многолетним наблюдениям, приведены в таблице 2.1, а количество атмосферных осадков – в таблице 2.2.

По геоморфологическим условиям в долине р. Вахш выделяется пойменная и 4 надпойменных речных террасы, образованные эрозионно-аккумулятивной деятельностью реки (рис. 2.2). Рельеф долины по форме и генетическим особенностям подразделяется на два вида: рельеф горной и равнинной частей, формирование и строение которого рассмотрено по работам П.А. Керзума [Керзум, 1947] и Д.М. Каца [Кац, 1976].

Таблица 2.1 - Среднемесячные и годовая температура воздуха в Вахшской долине

Метеостанции	Месяцы								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Куган-Тюбе	0,9	5,2	10,8	17,2	22,8	26,7	28,3	26,4	21,1
Калининабад	0,8	4,9	10,8	17,4	23,4	27,4	29,0	27,3	21,7
Джиликуль	0,5	4,9	10,4	17,0	23,6	23,6	27,9	29,9	21,7
Нижний Пяндж	0,9	4,9	11,3	13,2	24,7	29,2	31,5	29,9	23,8

Продолжение таблицы 2.1

Метеостанции	Месяцы			Годовая	Абсолютный максимум	Абсолютный минимум
	X	XI	XII			
Куган-Тюбе	15,0	9,2	4,4	15,7	46	-26
Калининабад	15,2	9,1	4,3	15,9	46	-26
Джиликуль	15,2	9,1	4,3	15,9	46	-26
Нижний Пяндж	16,3	9,4	4,4	17,0	48	-25

Формирование горной, обрамляющей долину части, произошло в период альпийской складчатости и последующей эрозии. На равнинной части рельеф долины формировался в результате эрозионно-аккумулятивных процессов в четвертичный период. Рельеф долины на этой части имеет слабоволнистую поверхность, плавно снижающуюся в южном и западном направлениях с уклонами от 0,002 до 0,01.

Первая (пойменная) терраса представлена узкими прерывистыми полосками вдоль реки в виде отдельных небольших островков и под земледелие почти не используется.

Таблица 2.2 - Количество атмосферных осадков в Вахшской долине

Метеостанции	Высота над уровнем моря, м	Осадки, мм			
		Январь-февраль	Март-апрель	Май-июн	Июль-август
Куган-Тюбе	426	44/44	56/41	18/4	0/0
Калининабад	349	30/30	46/34	15/3	0/0
Джиликуль	445	35/35	52/58	17/3	0/0
Нижний Пяндж	329	27/27	40/29	13/3	0/0

Продолжение таблицы 2.2

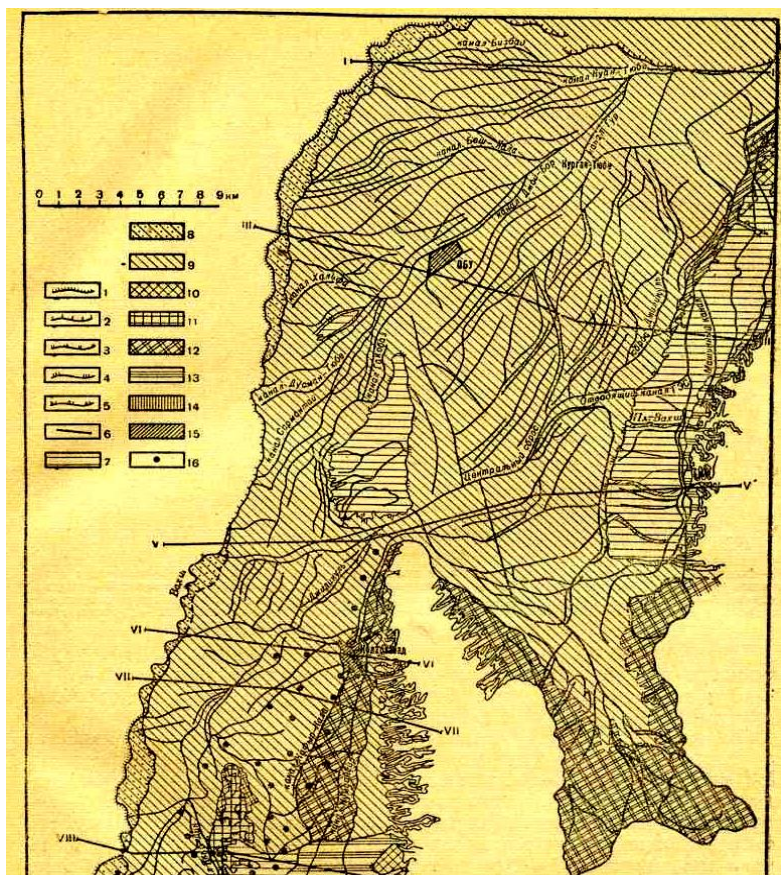
Метеостанции	Осадки, мм				
	Сентябрь-октябрь	Ноябрь-декабрь	Ноябрь-март	Апрель - октябрь	За год
Куган-Тюбе	0/0	25/33	202	68	270
Калининабад	0/4	18/23	147	56	203
Джиликуль	0/5	20/27	169	63	232
Нижний Пяндж	0/4	15/21	130	49	179

Вторая, небольшая по площади терраса, тянется небольшой полосой вдоль реки до пос. Джиликуль, а далее, расширяется к югу до 4 км. Освоение земель второй террасы начато недавно и земли используется под посевы риса. Наиболее развита третья терраса – самая обширная и занимает более 75 % площади долины. В северной части ширина достигает до 18-20 км, в Джиликульской части она сужается до 7-8 км. Терраса возвышается над рекой на 4-5 м. В основании ее лежат галечники, общая мощность составляет 500 м. Они перекрыты лессовидными суглинками, мощность которых при выходе реки из ущелья незначительна. По мере удаления от ущелья галечники погружаются все глубже и толщина лессовидных наносов возрастает.

Орошение мутной водой с древнейших времен привело к созданию здесь своеобразного чашевидного мезорельефа. Превышение водораздела над дном чаши достигает вблизи крупных оросителей до 6-7 м.

Четвертая терраса расположена в горной части долины перед выходом реки Вахш на равнину. Поверхность имеет на большей части вид равнины, с уклоном 0,005. Она сложена отложениями, представляющими лессы и лессовидные породы, мощность которых изменяется в пределах 28-50 м.

Пятая терраса представляет широкую, до 3 км на севере и 8-10 км на юге, слабо расчленённую равнину, примыкающую к полосе адыров. Рельеф террасы, в основном, спокойный. Уклоны местности колеблются на Кафырском массиве (нетто – 6,2 тыс. га) – от 0,004 до 0,02 с преобладающим 0,01. Это терраса называется Ак-Газынским, а в южной – Кумсангирским плато. Здесь уклоны поверхности колеблется в пределах от 0,0015 до 0,003 с преобладанием 0,01.



1 - уступ высокой пойменной террасы; 2, 3, 4, 5 - уступы соответственно I, II, III, IV надпойменных террас; 6 - линии гидрогеологических разрезов; 7 - поверхность III надпойменной террасы; 8 - поверхность высокой пойменной (первой) террасы; 9 - поверхность I надпойменной (второй) террасы; 10 - поверхность IV террасы; 11 - поверхность II террасы; 12 - поверхность аллювиально-пролювиальных отложений верхнечетвертичного возраста; 13 - поверхность нерасчлененных отложений верхнечетвертичного и современного возрастов; 14 - эрозионно-денудационные поверхности; 15 - Курган-Тюбинский опытно-балансовый участок; 16 - скважины вертикального дренажа

Рисунок 2.2 - Геоморфологическая карта Вахшской долины [Кац, 1976]

2.3 Характеристика основных водных артерий Вахшской долины

Водные ресурсы республики формируются в ледниках, речном стоке, озёрах, водохранилищах и подземных источниках. Управление и распределение водных ресурсов осуществляются с помощью речной сети, которая в Таджикистане делится на два водохозяйственных бассейна (ВХБ) - Амударьинский и Сырдарьинский. В Амударьинский ВХБ входят реки Пяндж, Вахш и Кафирниган с притоками, а Сырдарьинский – река Сырдарья со всеми притоками. Из крупных рек Таджикистана реки Пяндж, Вахш и Кафирниган протекают по территории Вахшской долины.

В Таджикистане развита густая речная сеть с ледниково-снеговым и дождевым типами питания. Среднегодовой поверхностный сток достигает 30-45 л/с с 1 км² в центральных горных районах страны и менее 1 л/с в пустынных низинных и высокогорных районах. Повышенные расходы наблюдаются в июне-августе – в период максимального таяния снего-ледовых запасов в горах, что очень хорошо совпадает с периодом максимального водопотребления сельскохозяйственных культур. Основной речной сток формируется в бассейнах рек Пяндж и Вахш, слияние которых образует крупнейшую реку Центральной Азии - Амударья. Ниже приводятся основные характеристики крупных рек Таджикистана, протекающих по территории Вахшской долины.

Река Пяндж (рисунок 2.3) расположена на границе Республики Таджикистан и является государственной границей между СНГ и Исламской Республики Афганистан. Длина, площадь водосбора и объём годового стока реки соответственно равняются 921 км, 114000 км² и 32,1 км³. Она имеет 494 притока общей длиной 11590 км. Истоком р. Пяндж принято считать место слияния рек Памир (справа) и Вахандарья (слева). Тип питания реки является ледниково-снеговой. Среднегодовой расход и объём годового стока реки, соответственно, равняются: 1020 м³/с и 32,1 км³. Среднегодовая мутность воды составляет 1800 г/м³.

По индексу загрязненности воды р. Вахш, в основном, относятся к первому классу (очень чистый), а после сбросных сооружений Вахшского азотно-тукового завода – ко второму классу, т.е. к чистым водам. Значение средней мутности воды р. Вахш превышает $4,0 \text{ г/м}^3$, а их минерализация колеблется в пределах $0,194 - 2,177 \text{ мг/л}$.

Более 167 тыс. га пашни орошается за счет забора воды из Вахша. Объём используемой воды из бассейна реки в год (1986 г.) составляет 5047,42 млн. м^3 , в том числе из подземных водоисточников - 96,11 млн. м^3 .

Река Кафирниган (рисунок 2.5), называемая в верховье р. Обисафед, берет начало на склоне западного горного хребта Каратегин на отметке 3280 м над уровнем моря. После нескольких слияний (р.р. Обибарзанги, Ханака, Сардан Миена) река называется Кафирниган и является крупным правым притоком реки Амударья, впадающим на 36 км ниже слияния рек Вахш и Пяндж. Р. Кафирниган имеет длину 387 км и характеризуется водностью $160 \text{ м}^3/\text{с}$. в Общая площадь водосбора бассейна р. Кафирниган составляет 11600 км^2 , а горная её часть – 8070 км^2 , или 70 % площади бассейна.

В бассейне р. Кафирниган встречаются реки, имеющие различные типы водного питания. В питании участвуют (в % от среднегодового стока) подземные воды (30%), ледники (8%), снег (58%) и дожди (4%). Основной сток р. Кафирниган (80%) образуется на южных склонах Гиссарского хребта.



Рисунок 2.5 - Схема расположения реки Кафирниган и её притоков.

В средние по водности годы объём годового стока и среднегодовой расход воды по гидропосту «Тортки» составляют соответственно 5,2 км³ и 164,6 м³/с. Качества воды (по индексу загрязнения) соответствует первому классу (очень чистый). Мутность воды рек бассейна колеблется в широких пределах - от 100-250 г/м³ в верховьях до 2000-4000 г/м³ в нижнем течении. Среднегодовая мутность воды у гидропоста «Тортки» равняется 1100 г/м³.

Площадь орошаемых земель в бассейне равняется 97,38 тыс. га. Общий годовой объём воды забираемой из бассейна р. Кафирниган составляет 3562,37млн. м³, в том числе, из подземных источников - 409,67 млн. м³.

Следует отметить, что водообеспеченность территории как среднего и южного Таджикистана, так и расположенных ниже по течению соседних государств – Узбекистана, Туркменистана, южной части Казахстана и северной Афганистана во многом зависит от водности рассматриваемых рек, являющихся основными составляющими крупнейшей реки Центральной Азии – Амударьи.

2.4 Характеристика почвенно-гидрогеологических условий и оценка продуктивности орошаемых земель

Геолого - гидрогеологическими исследованиями Вахшской долины начали заниматься после двадцатых годов прошлого столетия. Их результаты изложены в работах многих исследователей [Антипов-Каратаев, Керзум, Грабовская и др., 1947; Керзум, 1947, 1974; Кутеминский, Леонтьева, 1966; Планин, 1965, 1974; Кац, 1976; Панкратов, 1979 и др.].

В геологическом строении окружающих хребтов и коренного ложа долины представлены складчатыми структурами отложений мезозоя, которые состоят из известняков, глин, мергелей, конгломератов. Подземные воды характеризуются повышенной минерализацией с содержанием плотного остатка до 5-10 и более г/л.

С поверхности отложения повсеместно представлены мелкоземистым покровом из переслаивающихся суглинков, супесей, глин и песков четвертичного возраста. Их мощность

постепенно увеличивается вниз по долине. На первых двух- трёх молодых террасах мощность мелкоземистого покрова изменяется от десяти долей метра до 5-11м. В северной части долины мощность мелкозема изменяется от 0 до 11м, причем на 63 % территории мелкоземистый слой составляет 3-7 метров. В южной части превышает площади с мощностью мелкозема более 5 м. На верхних террасах мощность мелкозема достигает 20-40 и более метров, на целинных землях он характеризуется повышенной просадочностью.

В пределах площади развития аллювиальных отложений поверхностный мелкоземистый покров подстилается мощной (более 500м), полностью не вскрытой толщей галечников или песков, причем пески имеют место лишь в южной части долины. Коэффициент фильтрации супесчано-суглинистых отложений колеблется в пределах от 0,1 до 1,5 м/сутки, а для подстилающих галечников до 30 м/сут.

Поверхность грунтовых вод в несколько сглаженной форме повторяет рельеф поверхности земли. Глубина уровня изменяется от 0-1 до 4-6 м на первых трех нижних террасах. На третьей террасе наиболее глубоко уровень грунтовых вод 5-6 м находится в верхней части чаш, на дне которых грунтовые воды залегают на глубинах 0,6-2 м в зависимости от состояния коллекторно-дренажной сети, проходящей по самым низким отметкам чашевидных понижений. На вновь осваиваемых землях верхних террас в исходном состоянии грунтовые воды залегают на глубине до 20 м и более, однако при развитии орошения происходит их подъем.

Подземные воды Вахшской долины отличаются значительной пестротой химического состава и минерализации. В северной части долины, в районе конуса выноса р. Вахш, развиты пресные воды хорошего качества. К югу пресные воды постепенно сменяются солоноватыми и солеными с минерализацией от 5-10 до 50 г/дм³. Минерализация грунтовых вод возрастает от периферийных частей чаш к понижениям. Преобладают сульфатные и хлоридно-сульфатные типы химического состава. Отмечается неоднородность минерализации по вертикали. Пресные воды встречаются узкими полосами вдоль каналов ирригационной сети. В кровле

галечников минерализация грунтовых вод в большинстве случаев составляет не более 1-2 г/л, а реже 3-5 г/л, в том числе в пределах неосвоенных засоленных земель. Питание грунтовых вод происходит за счет фильтрации воды из ирригационной сети, инфильтрации воды на орошаемых полях и, в меньшей степени, за счет притока со стороны горного обрамления и атмосферных осадков. Расходятся грунтовые воды на дренажной сток, суммарное испарение и частично на естественный подземный сток. По данным за 1972 год по Вахшскому району потери на фильтрацию из межхозяйственной сети достигают 2860 м³/га, из внутрихозяйственной - 7850 м³/га. Объем фильтрации воды и транзитный сброс из каналов сумме со сбросом с орошаемых полей достигает 52 % от водозабора [Кац, 1976]. Приведенные данные показывают очень низкий уровень использования оросительной воды. В тоже время фильтрационные потери воды на орошаемых землях частично возвращаются в речную сеть и повторно используются ниже по течению. Значительные потери воды на орошаемых землях приводят к их подъему, увеличению минерализации и вторичному засолению почв за счет интенсивного испарения грунтовых вод. Согласно исследованиям [Нерозин, 1980] поступление солей в грунтовые воды распределяется следующим образом: с инфильтрацией оросительные воды – 3,7-4,0 т/га в год, от притока подземных вод с адыров – 0,4-0,9 т/га и с атмосферными осадками – менее 0,1 т/га в год. Вынос солей за пределы орошаемого массива происходит за счет искусственного дренажа и подземного оттока в реки Вахш и Пяндж.

Первые почвенно-мелиоративные исследования почти по всей территории Вахшской долине были проведены в тридцатых годах прошлого столетия под руководством проф. Н.А.Димо, почвоведов В.Р.Шредером, Г.С.Корсаком, М.А.Панковым и др. [Касымов А, Хамраев М., 1985]. С 1936 года систематические наблюдения за изменением почвенно-мелиоративного состояния земель Вахшской долины проводились на почвенно-мелиоративной станции сотрудниками Таджикского НИИ почвоведения [Антипов – Каратаев и др., 1947, Грабовская, 1952, 1954, 1961; Керзум, 1947,

1974; Липкинд, 1947; Кутеминский и Леонтьева, 1966; Земан и Бодрухина, 1972; Ваксман, Аминджанов, 1972; Ваксман, 1976 и др.]

В Вахшской долине основными почвообразующим породами являются аллювиальные отложения, на которых в результате длительного орошения, жаркого климата и воздействия человека образовались несколько подтипов: староорошаемые (ирригационные) светлые сероземы и луговые светлые почвы, солончаки, болотные почвы, типичные сероземные почвы. Основными причинами засоления почв в долине являются испарение близко залегающих минерализованных грунтовых вод и недостаточной вынос солей из почвенной толщи в грунтовые воды нисходящим токами инфильтрующейся воды [Грабовская, 1954; Керзум, 1974; Кац, 1976].

Продуктивность земель, определяющая урожайность сельскохозяйственных культур, связана как с водообеспеченностью территории, так и с мелиоративным состоянием земель. Выделяемые для орошения лимиты водных ресурсов полностью удовлетворяют запросы сельскохозяйственной отрасли, в тоже время мелиоративное состояние орошаемых земель характеризуется трендом их ухудшения. Это подтверждается данными по урожайности хлопчатника. Так средняя урожайность хлопчатника в 1938 году была 1,43 т/га, в 1948 – 1,73 т/га, в 1952г. – 2,4 т/га, в 1971 г. – 31,4 т/га. в 1972 г. – 2,89 т/га (данные по работе [Кац, 1976]). Рост урожайности в 70-е – 80-е годы обусловлен, в том числе, и с сокращением площадей засоленных земель, т.е. с улучшением мелиоративного состояния. Среднемноголетняя урожайность хлопчатника за 1980-1995гг составляла 3,12т/га, а в 2000-2015гг. – 2,145т/га. Наблюдается тенденция снижения урожайности хлопчатника, что свидетельствует о потере продуктивности почв, связанной преимущественно с ухудшением мелиоративного состояния орошаемых земель.

2.5 Ирригационно-хозяйственные условия и их влияние на мелиоративное состояние орошаемых земель

Мелиоративное состояние орошаемых земель определяется климатическими и ирригационно-хозяйственными условиями и формируется в процессе эксплуатации гидромелиоративных систем. В первую очередь зависит от эффективности использования оросительной воды, которая в свою очередь определяется степенью совершенства оросительных систем. Построенные в середине прошлого века системы не являются совершенными и характеризуются повышенными потерями оросительной воды как за счет фильтрационных потерь из оросительной сети, так и инфильтрационных потерь на орошаемых полях. Для разработки и реализации мероприятий по предупреждению отрицательно влияющих факторов на мелиоративное состояние орошаемых земель необходимо оценить основные источники ирригационного питания, влияющие на режим грунтовых вод.

Анализ выполненных ранее исследований показывает, что основными источниками питания грунтовых вод в Вахшской долине, вызывающим их подъем, являются фильтрация из каналов, транзитный сброс из каналов, поверхностный сброс с полей и инфильтрация воды на полях. Близкое залегание грунтовых вод к поверхности за счет испарения обуславливает увеличение их минерализации и развитие процессов вторичного засоления почв. Это приводит к ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель. В качестве основных причин следует рассматривать низкие значения КПД оросительной сети и нарушение технологий орошения (неправильное орошение).

В настоящее время в Вахшской долине орошается 193767 га на Вахшской оросительной системе (ВОС). Оросительная сеть выполнена преимущественно в открытом, земляном русле и частично в бетонной облицовке. Имеется также и лотковая сеть. Данные о ирригационно-мелиоративной сети ВОС приведены в таблице 2.3. Протяжённость ирригационно-мелиоративной сети разного назначения и конструкций составляет более 14424 км. Сеть оборудована множеством разных гидротехнических сооружений - головной водозабор, водоразборные сооружения, концевые водосбросы, устьевые сооружения и смотровые

колодцы. К сожалению, в настоящее время большинство этих сооружений требуют ремонта или восстановления. С целью ориентировочной оценки технического состояния ирригационно-мелиоративной сети в таблице 2.4 приведены балансовая стоимость и стоимость износа сооружений. Последние приняты согласно их паспортизации, выполненной в 2012 году специалистами Хатлонского областного управления мелиорации земель и орошения.

Из приведенных данных следует, что практически все сооружения на ВОС требуют капитального ремонта, так как все сооружения изношены от 31 до 100% и их эксплуатация приводит к значительным потерям оросительной воды и подъему уровня грунтовых вод.

Рассмотрим вышеизложенное на конкретном примере. В вегетационный период 2012г., согласно отчётам Управления мелиорации земель и ирригации в Хатлонской области объём водозабора из головных сооружений, для орошения 223 тыс. га земель, составляла 2360935 тыс. куб. метров. Средняя оросительная норма при этом составляет 10587 м³/га. Объём подачи воды потребителям, на который имеются акты приема-передачи, равняется 1820492 тыс. м³, следовательно, потери воды при этом составят 540443 тыс. м³ или 22,9% от объёма водозабора, а коэффициент полезного действия (КПД) оросительной сети – 0,771. С учетом КПД временных оросителей (примерно, 0,7) суммарные потери воды на фильтрацию из оросителей и на инфильтрацию с орошаемых полей составляет 1086591 тыс. куб. м³ (46,02% объёма водозабора).

Возможный (гипотетический) подъём уровня грунтовых вод под влиянием фильтрационной воды рассчитывается при наихудших условиях функционирования мелиоративных систем (отсутствие, или неудовлетворительная работа КДС и недостаточная естественная дренированность территории). Оросительная норма (брутто) для тонковолокнистого хлопчатника при глубине грунтовых вод 2-3м и среднесуглинистых почв (пятый гидромодульный район) составляет 7200 м³/га, а оросительная норма нетто – 5520 м³/га [Домуллоджонов, 1988]. Разница между оросительными нормами брутто и нетто (1680 м³/га), считается допустимой величиной потерь оросительной воды при до-

пустимом значении КПД оросительной сети, равной 0,766. При этом принимается допущение, что все потери оросительной воды (168 мм) идут на пополнение грунтовых вод (инфильтрационное питание). При недостатке насыщения 0,23 подъем грунтовых вод составит 0,73 м.

В реальных условиях эксплуатации оросительных систем средняя оросительная норма сельскохозяйственных культур, как отмечалась выше, составляет 10587 м³/га, что на 47% больше принятого в расчётах. С учетом этого фактора, фактический подъем уровня грунтовых вод составит более 1,0 м. Естественно, при существующем техническом состоянии ВОС такой подъем уровня грунтовых вод приводит к ухудшению мелиоративного состояния земель.

Общая площадь орошаемых земель, обеспеченная дренажем по Хатлонской области и Вахшской долине составляет 230921 га, из которых на площади 185556 га построен открытый дренаж и на площади 45365 га - закрытый [Национальная Программа..., 2000].

По официальным данным в орошаемой зоне республики имеется около 115 тыс. га засоленных почв. Из них 8 тыс. га сильнозасоленных, 25 тыс. га средnezасоленных и 82 тыс. га слабозасоленных. Кроме того, около 200 тыс. га ранее мелиорированных и освоенных земель предрасположены к вторичному засолению из-за подъёма уровня грунтовых вод по причине неудовлетворительного состояния дренажных систем [Национальная Программа..., 2000]. Вторичное засоление почв приводит к снижению их плодородия. Установлено [Керзум, 1974], что на засоленных почвах со слабой степени засоления урожай сельскохозяйственных культур снижается на 20%, на средnezасоленных почвах – на 20-50% и сильнозасоленных почвах – на 50-75 %, а солончаках наблюдается гибель культурных растений. Поэтому в Республике Таджикистан со скудным мелиоративным земельным фондом для обеспечения продовольственной независимости необходимо выполнение работ по улучшению мелиоративного состояния и повышению продуктивности орошаемых земель. В первую очередь требуется обеспечение улучшения технического состояния и нормативного функционирования оросительной и коллекторно-дренажных сетей.

Таблица 2.3 - Сведения об ирригационно-мелиоративной сети Вахшской оросительной системы и гидротехнических сооружений на них.

Наименование	Длина, км			Сооружения, шт.							
	Открытая		В земляном русле	Лотковая сеть	Закрытая сеть	Насосные станции и насосные установки	Водомерные устройства	Скважины вертикального дренажа	Другие гидротехнические сооружения	Гидропосты	Мосты и переезды
	С бетонной облицовкой	С бетонной облицовкой									
Оросительная сеть:											
- магистральная и межхозяйственная	1205,35	172,32		-	-	69	432	-	1580	432	394
-хозяйственная и внутрихозяйственная	6048,62	271,42	950,31	735,68	309+24		66	-	1418	66	143
Водосборно-сброшенная сеть:											б
-межхозяйственная	82,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-хозяйственная и внутрихозяйственная	390,63	-	-	-	-	-	-	-	2064	-	-
Коллекторно-дренажная сеть:											
- межхозяйственная (открытая)	925,84	-	-	-	5		-	-	134	24	154
-хозяйственная и внутрихозяйственная	2630,39	-	-	505,3	31		-	-	2617	-	513
Скважины вертикального дренажа	-	-	-	-	-		-	24	-	-	-
Всего:	11789,0	443,74	950,31	1240,98	498		438	24	7813	522	7810

Таблица 2.4 - Сведения о балансовой стоимости (сомони) и сумме износа (%) ирригационно-мелиоративной сети Вахшской оросительной системы и гидротехнических сооружений

Наименование сооружений	Административные районы Вахшской долины									
	Вахш	Джилликуль	Бохтар+Сарбанд	Кабадиян	Шааргуз	Н.Хусрав	Дж. Руми	Кумсангир	Пяндж	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Государственная оросительная сеть (Межхозяйственная сеть и сооружения)										
а) балансовая стоимость	8161001	10778684	24848085	24401149	12212396	5472449	22235077	6035463	7831162	
б) сумма износа, сомони / %	2504300 /30,68	7389818 /68,56	18438839 /74,20	11782930 /48,28	7462165 /61,10	3758828 /68,68	20832638 /93,69	5992852 /99,29	7644539 /97,62	
Хозяйственная и внутрихозяйственная оросительная и водоборно сбросная сети со всеми сооружениями на них										
а) балансовая стоимость	13705603	12025782	46890095	28643302	13034955	11593075	23246242	10982512	9635698	
б) сумма износа, сомони / %	7953167 /58,02	8325139 /69,22	3480019 /74,38	18359852 /64,10	8268423 /63,43	9569601 /82,54	21842469 /93,96	10887272 /99,13	8913300 /92,50	
Система межхозяйственной КДС и сооружения										
а) балансовая стоимость	439029	3539694	2191573	318228	1753403	3227370	3921849	51405	18281505	

Продолжение таблицы 2.4									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Система внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети и сооружения									
а) балансовая стоимость	1676129	4596135	4755798	5223759	3142613	6564143	3921849	412503	19903791
б) сумма износа	1578804 /94,19	3482497 /75,77	3558470 /74,82	4982157 /93,37	2003452 /63,75	6192072 /94,33	3790201 /96,64	409996 /99,39	11715662 /58,81
Прочие сооружения, средства связи, эксплуатационные дороги и гражданские здания									
а) балансовая стоимость	7246673	4066306	7253910	4751757	16234272	3036216	1608141	1330106	4381908
б) сумма износа, сомони / %	6033080 /83,25	2997504 /73,71	5836378 /80,46	3120475 /65,67	11213590 /69,07	950687 /31,31	1564412 /97,28	1324842 /99,60	4355205 /99,39
Всего:									
а) балансовая стоимость	35179835	35006601	85939461	63338195	46377639	29893253	54933158	18811989	60034064
б) сумма износа, сомони / %	12600755 /35,82	24885118 /71,09	32501950 /37,82	38344200 /60,54	29793507 /64,24	23360393 /78,14	51819961 /94,33	18666161 /37,58	43162677 /71,90

2.6 Обоснование объекта исследований. Краткая характеристика опытных участков и методика исследований

Для достижения поставленных целей и задач и оценки мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшской долины, на примере Вахшского района, нами проводились натурные исследования на трех опытно-производственных участках (ОПУ) площадью 5,0 - 7,0 га, расположенных вдоль реки Вахш на расстоянии 15 - 20 км от неё на землях дехканских хозяйств «Шамс», «Элита» и «Янгиабад». В общем, орошаемые земли Вахшского района, как отмечалось выше, расположены в чашевидной части долины, который с востока окаймляется со склонами горных хребтов Арыктау. Левая их часть, с западной и северо-западной частей, граничит с землями района Бохтар, а с южной и юго-западной частей – с землями района Дж. Руми,

Опытный участок «Шамс» расположен в пределах джамоата «Рудаки», а «Элита» и «Янгиабад» в пределах джамоата «Вахдат» на высотах от 372м (д/х «Элита») до 402м (д/х «Шамс») над уровнем моря.

Джамоат «Рудаки» площадью 3947,97 га находится в центре Вахшского района, границами которого являются: с севера ПГТ Киров, с юга джамоат «20-летие независимости Таджикистан», с востока джамоат «Машгаль» и с запада джамоат «Вахдат».

Джамоат «Вахдат» площадью 6447,90 га расположен в юго-западной части Вахшского района, и граничит с севера с джамоатом «Таджикабад», с юга и запада – с землями района Дж. Руми, а с востока – с землями джамоата «20-летие независимости Таджикистана». Расположение опытных участков показано на карте (рисунок 2.6).

По рельефным условиям территория опытных участков является частью большого типичного чашевидного понижения. Амплитуды высотных отметок дна и бортов чаши достигают 5-6 м. Уклоны поверхности участков колеблются в пределах от 0,0015 до 0,01.



Рисунок 2.6 – Схема расположения опытных участков.

Для оценки закономерностей формирования мелиоративного состояния орошаемых земель на опытных участках изучались динамика уровня грунтовых вод и их минерализации, характеристики типа и степени засоления почв.

Выбор Вахшского района как типичного (репрезентативного) для всех условий Вахшской долины обосновывается одинаковостью климатических условий района с другими территориями долины, т.к. имеют близкие показатели среднемесячной и годовой температуры воздуха и атмосферных осадков (табл. 1.1 и 1.2), типичностью ирригационно-хозяйственных условий (организация ведения поливного хозяйства, применяемые способы и режимы орошения, состав сельскохозяйственных культур) и по почвенным условиям (поливные земли опытных участков расположены на типичных для долины светлых и светло - луговых сероземах - более 90%). Кроме того, репрезентативность Вахшского района обусловлена тем, наибольшая часть территории Вахшской долины расположена именно в Вахшском районе (в административном районе с общей площадью 158,629 тыс. га и орошаемой - 22913га). Карта расположения орошаемых земель в Вахшской долине приведена на рисунке 2.7. Предыдущими исследованиями [Кац, 1976 и др.] показано, что формирование мелиоративного

режима на орошаемых землях Вахшского района достаточно репрезентативно для всей территории Вахшской долины.

В хозяйствах, где расположены опытные участки, применяются типичная для региона система орошаемого земледелия и агротехнологии - используются характерные для зоны хлопковый севооборот с основными



Рисунок 2.7 - Карта распределения орошаемых земель в Вахшской долине

зерновыми культурами, многолетними и однолетними травами. Вносятся агрохимикаты. Поливы производятся поверхностно-бороздковым способом по рекомендациям, разработанным сотрудниками Института земледелия ТАСХН «Режимы орошения сельскохозяйственных культур в Таджикской ССР» [Режимы орошения..., 1988]. Распределение площадей по административным районам Вахшской долины приведено в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Распределение площадей по административным районам Вахшской долины

№ пп	Административные центры	Территория				Пашня			
		Общая		В том числе орошаемая		Общая		Орошаемая	
		Га	%	га	%	га	%	га	%
1	Н. Хусрав	81849	7,98	14105	7,28	6416	5,15	6416	5,53
2	Шаартуз	131259	12,79	17981	9,28	8978	7,21	8908	7,68
3	Кабодиён	154648	15,07	23180	11,96	13217	10,61	12817	11,07
4	Джиликул	123582	12,04	22258	11,49	14598	11,72	13843	11,94
5	Кумсангир	90251	8,80	23867	12,32	11978	9,62	11828	10,20
6	Дж.Руми	127981	12,47	24679	12,74	17629	14,15	16076	13,87
7	Бохтар	55573	5,42	24384	12,58	17355	13,93	16142	13,93
8	Вахш	158629	15,46	22913	11,83	16841	13,52	15663	13,51
9	Пяндж	86752	8,45	16774	8,66	15308	12,29	11996	10,36
10	Сарбанд	13109	1,28	2393	1,23	1615	1,30	1582	1,36
11	г. Курган-тюбе	2457	0,24	1233	0,64	638	0,51	638	0,55
	Вахшская долина	1026090	100	193767	100	124573	100	115909	100

Вода для орошения забирается из реки Вахш и подается по магистральным каналам Кумсангир и Мардатсай. На опытные участки «Шамс» и «Элита» вода поступает непосредственно из МК «Кумсангир». На участок «Янгиабд» вода из МК «Кумсангир» подается посредством межхозяйственного канала Така-Боз, по хозяйственным и внутривладельческим каналам.

Вследствие слабой естественной дренированности орошаемых земель долины [Кац, 1976] для обеспечения нормального водно-солевого режима в корнеобитаемом слое почвы в годы освоения были построены коллекторно-дренажные системы (КДС), функционирующие до настоящего времени. Однако по данным эксплуатационных организаций

техническое состояние их в значительной степени ухудшилось. Особенно после приобретения независимости республики Таджикистан и известных событий 1991-1992 годов, ставших причиной хаоса и экономического кризиса. Долгие годы (более 10 лет) почти все гидромелиоративные сооружения на орошаемых землях были практически бесхозными. Средств на их содержание, выделяемых по остаточному принципу, катастрофически не хватало. В результате чего оросительные, водосборно-сбросные и коллекторно-дренажные сети заилились, заросли сорной растительностью и засорились. Гидротехнические сооружения в большинстве случаев пришли в негодность, а орошаемые поля, ухудшив мелиоративное состояние, существенно снизили продуктивность [Икромов, 2011].

В составе представленной работы проводились исследования, включающие аналитический обзор, натурные исследования на опытных участках, статистическую обработку хронологических рядов данных, прогнозные оценки и построение карт с использованием ГИС-технологий. В данном разделе приводятся состав и источники информации о климатических показателях, о мелиоративном состоянии земель и методика проведения полевых исследований. Методика статистического анализа и построения различных карт с использованием ГИС-технологии приводятся в соответствующих разделах.

Природно-климатические характеристики исследуемой территории, включающие многолетние среднемесячные значения температуры воздуха, среднегодовое количество атмосферных осадков, относительная влажность воздуха и гидрологические характеристики исследуемых рек (средние многолетние расходы) заимствованы из фондовых материалов ГУ по Гидрометеорологии Государственного Комитета по охране окружающей среды Республики Таджикистан (ГУ ГГК ООС РТ). Показатели динамики потепления климата устанавливались по данным измерений температуры за многолетний период всех метеостанций, расположенных в Вахшской долине. Для анализа динамики мелиоративного состояния орошаемых территорий Вахшской долины

использованы материалы мелиоративной службы по показателям уровня грунтовых вод и степени засоленности почвы.

Характеристика увлажненности территории оценивалась с использованием таких показателей как индекс сухости Будыко (ИС), гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) и коэффициент увлажнения Сапожниковой (КУ), которые определялись по следующим зависимостям [Сиротенко О.Д., Павлова В.Н., 2003]:

$$ИС = \frac{0,1 \sum T_{>10^{\circ}C}}{r_{I-XII}}, \quad (2.1)$$

$$ГТК = \frac{r_{VI-VIII}}{0,1 \sum T_{VI-VIII}}, \quad (2.2)$$

$$КУ = \frac{0,5 r_{X-III} + r_{IV-IX}}{0,18 \sum T_{IV-IX}}, \quad (2.3)$$

где: Т - среднесуточная температура воздуха, °С; r - сумма осадков, мм.

При вычислении ГТК и КУ при суммировании среднесуточных значений температуры Т в нижнем индексе указан период года, за который производится суммирование. При расчете ИС в числителе при суммировании за календарный год использованы лишь те значения среднесуточной температуры воздуха, которые превышают 10°С. В нижнем индексе при r указан период календарного года, которому соответствует сумма осадков.

Показатели увлажненности ГТК и КУ представляют собой безразмерные величины (мм/мм), характеризующие отношение приходной части водного баланса – осадков - к максимально возможной величине его расходной части - испаряемости. При этом испаряемость оценивается как $0,1 \sum T_{VII-VIII}$ и $0,18 \sum T_{IV-IX}$ соответственно. Коэффициенты 0,1 и 0,18 в формулах (3.1-3.3) для вычисления ГТК и КУ - размерные (мм /°С). Индекс сухости Будыко - также безразмерная величина - имеет противоположный смысл: это отношение испаряемости к годовой сумме осадков. Испаряемость при расчете ИС определяется по сумме среднесуточных значений температуры воздуха

за период с температурой выше 10°C как $0,18 \sum T_{>10^{\circ}\text{C}}$, что представляется возможным благодаря тесной связи сумм температуры с энергетической характеристикой испаряемости - радиационным балансом. Коэффициент 0,18 в формуле для расчета ИС - размерный ($\text{мм}/^{\circ}\text{C}$). Индекс сухости - интегральный годовой показатель увлажненности, а коэффициенты увлажнения КУ и ГТК - специальные показатели, характеризующие влагообеспеченность агроэкосистем при естественном увлажнении. При этом КУ характеризует увлажненность почвы с учетом осадков холодного периода года, а ГТК - увлажненность теплого периода года.

На опытных участках исследования проводились по общепринятым методикам [Методические рекомендации..., 1978; Керзум, Грабовская, 1957 и др.]. Контроль за уровнем грунтовых вод осуществлялся по наблюдательным скважинам глубиной 5,0 метров, армированным металлическими перфорированными трубами диаметром 2,5 дюйма. Наблюдательные скважины располагались на территории опытных участков, или близко к ним. Замеры уровня грунтовых вод проводились ежемесячно при помощи хлопущки. Пробы грунтовых вод для изучения формирования химического состава отбирались в начале и в конце вегетационного периода. Высотная и координатная привязка расположения опытных участков устанавливалась с помощью системы GPS.

Динамика засоленности и формирования химического состава солей на участке изучалась в трех характерных точках по горизонтам 0-30см, 30-50см 50-75см и 75-100см. По осреднённым значениям для каждого горизонта и в целом по метровому слою определялись средние значения на опытных участках. Скважины для отбора почвенных проб на опытных участках пробуривались в трех точках по диагонали - в начале, середине и в конце диагоналей. Анализ почвенных проб и обработка результатов проводились по стандартным методикам в лаборатории Государственного проектного института «Гаджикгипрозем». Характеристики типа и степени засоленности почв определялись по методике и согласно

классификации, разработанной О.А. Грабовской [Керзум, Грабовская, 1957].

Выводы по главе 2

Вахшская долина – межгорная долина по среднему и нижнему течению реки Вахш, расположенная в субтропической зоне, осваивается с тридцатых годов прошлого столетия. Благоприятные почвенно-климатические условия долины благоприятствуют выращиванию на поливных землях теплолюбивых полевых, овощных и бахчевых культур, ценные сорта длинноволокнистого хлопчатника, развитию садоводства и производству цитрусовых. В долине средняя летняя температура воздуха +25-+28°C. Минимальные температуры воздуха наблюдается в январе со среднемесячной температурой воздуха 1-2°C и редкими отрицательными температурами, достигающими - 21°C, Максимальная температура – в июле с экстремами до +46°C. Среднегодовое количество осадков составляет в 290мм, а годовое испарение - 12000 м³/га.

По территории Вахшской долины протекают три из пяти крупных рек Таджикистана: Пяндж, Вахш и Кафирниган, от водности которых зависит водообеспеченность не только Вахшской долины, но и расположенные ниже по течению соседних государств. Установлено, что основные причины ухудшения мелиоративного состояния орошаемых земель связаны с нарушением водно-солевого режима почв.

Приведены схемы расположения и краткая характеристика опытных участков, обоснованы их репрезентативность по климатическим показателям среднемесячной и годовой температуры воздуха и атмосферных осадков, типичностью ирригационно-хозяйственных условий (организация ведения поливного хозяйства, применяемые способы и режимы орошения, состав сельскохозяйственных культур) и по почвенным условиям (поливные земли опытных участков расположены на типичных для долины светлых и светло - луговых сероземах - более 90%) Натурные исследования и обработка данных выполнены с использованием общепринятых методик.

ГЛАВА 3 ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА УВЛАЖНЁННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ, ВОДНОСТЬ ОСНОВНЫХ РЕК ВАХШСКОЙ ДОЛИНЫ И МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ

3.1 Динамика потепления климата на орошаемой территории Вахшской долины

Республика Таджикистан находится в сфере деятельности двух мощных и активных центров действия атмосферы, определяющих собой климат не только Центральной Азии, но и большей части материка Евразии. Формирование климата в Таджикистане происходит в результате взаимодействия ряда факторов, обусловленных его географическим положением, устройством поверхности, циркулирующей атмосферы и солнечной радиацией [[http://www.gksintranet.tj/ecostat/Inform.aspx?type = B](http://www.gksintranet.tj/ecostat/Inform.aspx?type=B)]

Для изучения потепления климата на орошаемой территории Вахшской долины, являющейся основным сельскохозяйственным регионом Республики Таджикистан, выполнен анализ динамики климатических показателей по данным многолетних наблюдений ГУ по Гидрометеорологии Государственного Комитета по охране окружающей среды Республики Таджикистан (ГК ООС РТ).

Температурный режим Формирование температурного режима выполнено на основе анализа динамики среднегодовой температуры воздуха, вычисленной по данным ежедневных и среднемесячных температур воздуха. Исследованию подверглись данные расположенных в долине гидрометеорологических станций (МС) – «Курган-тюбе», «Пяндж», «Шаартуз», «Айвадж» и «Нижний Пяндж». Проанализированы материалы за весь период наблюдений. Полученные результаты исследований приведены на рисунке 3.1.

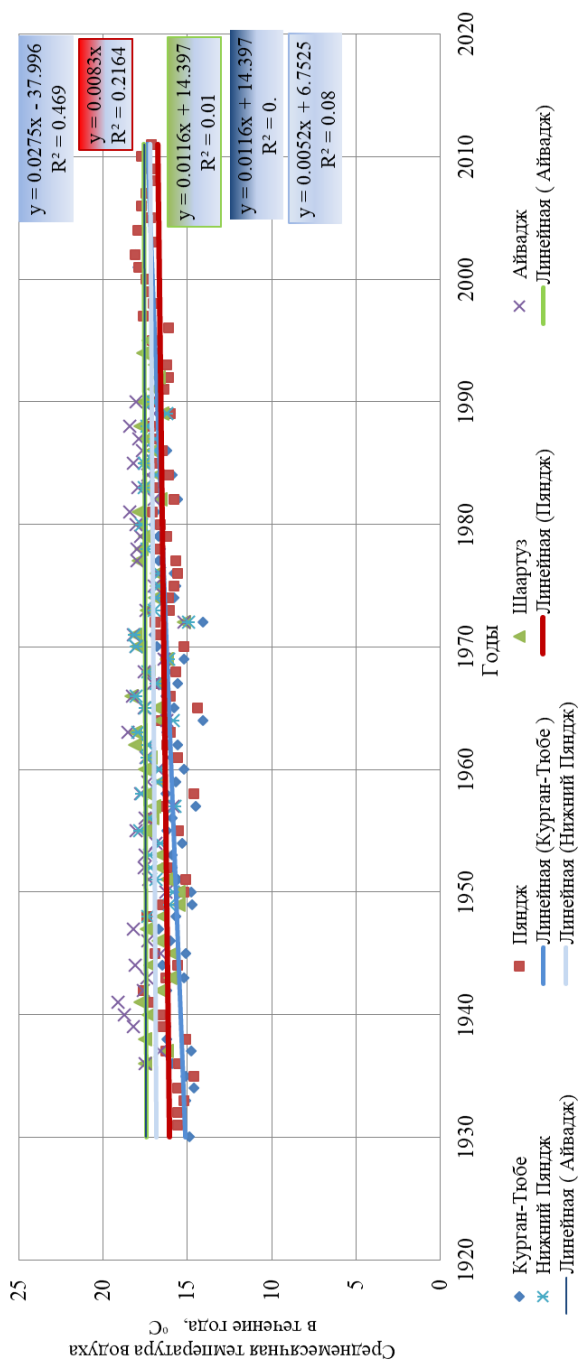


Рисунок 3.1. Динамика среднегодовой температуры воздуха по данным метеостанций в Вахской долине в период с 1930 по 2011 гг.

Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

Таблица 3.1 - Среднегодовая температура воздуха в Вахшской долине, вычисленная по уравнениям аппроксимации, на начальные и конечные периоды

Метеостанции	Среднегодовая температура воздуха за многолетний период, °С	Среднегодовая температура воздуха в начале и в конце периода исследований, °С		Превышение температуры воздуха за период исследований, °С
		1930	2010	
«Нижний Пяндж»	17,01	16,78	17,20	+ 0,42
«Пяндж»	16,43	16,02	16,68	+ 0,66
«Курган-Тюбе»	16,24	15,08	17,28	+ 2,2
«Шаартуз»	17,06	17,48	17,61	+ 0,13
«Айвадж»	17,49	17,48	17,61	+ 0,13
Средняя температура	16,846	16,568	17,276	+ 0,708

Анализ графиков и таблицы позволяет отметить, что линии тренда среднегодовой температуры воздуха за многолетний период по всем метеостанциям имеют восходящий характер. По МС «Шаартуз» и «Айвадж» превышение за 80-ти летний период составляет 0,13 °С, по станциям «Нижний Пяндж», «Пяндж» и «Курган-Тюбе» характеризуется значительно большей величиной (0,42 – 2,2 °С). Данные таблицы 3.1 также показывают, что изменение температурного режима по территории долины происходит неравномерно. В юго-западной части долины, которая является самым жарким регионом республики, повышение температуры минимально (+0,13 С⁰), а наибольшее повышение (+2,2°С) отмечается в центральной части долины (МС «Курган-Тюбе»). В среднем по

долине потепление климата за исследуемый период с 1930 по 2010 г.г. составило 0,708°C.

Важное значение для сельскохозяйственного производства имеет распределение температурных характеристик как в разрезе года, так средние и суммарные величины. По МС «Курган-Тюбе» и «Пяндж» за 1951-2010 г.г. выполнен анализ динамики продолжительности периода с температурой выше 5 градусов, суммы среднесуточных температур более 10 градусов, а также среднemesячных температур января и июля, результаты которого представлены в таблице 3.2. Выполненный анализ показал:

- продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше 5°C в среднем по долине увеличился на 55 дней (МС «Курган-Тюбе» - 36 дней, а по МС - «Пяндж» 74 дня);

Таблица 3.2 Динамика изменения показателей термического режима на территории Вахшской долины за 1951-2010 г.г.

Метеорологическая станция	годы					
	1961	1970	1980	1990	2000	2010
Продолжительность календарного периода со среднесуточной температурой воздуха, превышающей 5°C, сут						
Курган-Тюбе	300	321	318	307	336	336
Пяндж	262	271	280	275	336	336
Сумма среднесуточных значений температуры воздуха за период календарного годасо среднесуточной температурой, превышающей 10°C						
Курган-Тюбе	5046,03	5685,1	5827,9	5762,9	5701	5969,4
Пяндж	4527,7	5045,8	5148,9	5115,8	5701	5969,4
Средняя температура января, °C						
Курган-Тюбе	4	4	2	3	5	7
Пяндж	3,83	3,66	1,72	2,27	5,32	7,43

Средняя температура июля, °С						
Курган-Тюбе	29	28	29	29	29	29
Пяндж	29,63	28,19	29,13	29,40	29,23	29,33

Примечание: приведены средние значения за десятилетие, предшествующее указанному в таблице году.

- увеличение суммы среднесуточных температур воздуха, превышающих 10°С в среднем по долине составило 1182,5°С («Курган-Тюбе» - 923,4°С, «Пяндж» - 1441,7°С);

- динамика температуры января характеризуется неустойчивостью, однако в последние два десятилетия наблюдается устойчивое повышение;

- средняя температура тёплого времени года, характеризуемого по июлю, по данным обеих метеостанций практически не изменяется.

Следует особо отметить, что повышение среднесуточных температур выше 5°С ранней весной в период ритмично дующих ветров, оказывает отрицательное влияние на продуктивность почвы. Установлено, что это приводит к пересыханию верхней части почвы и усилению её дефляции [Кадамов, Икромов, 2014].

Полученные результаты позволяют в качестве важнейшей закономерности изменения климата (по температурному режиму) отметить постепенное повышение степени континентальности климата на всей территории Вахшской долины.

Такое повышение температуры воздуха и степени континентальности климата в пределах долины вызвано, на наш взгляд, как глобальными и региональными процессами - влиянием солнечной радиации, географическим расположением долины, циркуляцией воздушных масс, так и прогрессирующим развитием промышленного потенциала региона (Курган-Тюбинский кабельный и мукомольный заводы, азотно-туковый и трансформаторный заводы, хлопкоочистительный завод, ремонтно-механический и цементный заводы, Яванская ТЭЦ, химкомбинат, текстильный, известковый комбинаты и др.).

Повышение степени континентальности климата приведёт к увеличению потребностей в воде, особенно оросительной, т.к. орошение сельскохозяйственных культур является основным потребителем воды на территории Вахшской долины. Для адаптации социально-экономических условий к потеплению климата в Вахшской долине, в других регионах республики и также в других странах Центральной Азии [Гафурова, 2012] требуется разработка соответствующих мероприятий, обеспечивающих комфортное проживание населения и нормативное функционирование всех отраслей экономики Республики Таджикистан, также и Центрально-Азиатского региона в целом.

3.2 Исследования степени увлажнённости орошаемых земель Вахшской долины и её динамики в условиях глобального потепления климата

Сложный горный рельеф и большое различие высот создают вертикальную поясность климата в Республике Таджикистан. Горные районы, открытые влажным западным воздушным массам, перехватывают большую часть осадков. Восточные районы, отгороженные от этих воздушных масс высокими горами, наоборот получают мало влаги. Поэтому долины, размещенные на разных высотах и на небольшом расстоянии, могут характеризоваться различными типами климата. Наиболее низкая годовая температура воздуха отмечается в высокогорьях, а повышение ее происходит с уменьшением высоты местности [<http://www.gksintranet.tj/ecostat/Inform.aspx?type=B>].

На территории Таджикистана выделено две больших климатических области (рис. 3.2) - Переднеазиатская (А) и Центральноазиатская (Б), отличающихся распределением осадков в годовом разрезе. В Переднеазиатской области, к которой приурочена исследуемая территория, максимальное количество осадков выпадает в холодный период года, Для Центральноазиатской климатической области характерно выпадение осадков в тёплый период. Внутри климатических областей по увлажнению и термическим ресурсам выделено несколько климатических поясов. Вахшская долина

соответствует климатическому поясу АIV5е, характеризующемуся сухим климатом с очень жарким летом.

Для оценки степени и динамики увлажнённости орошаемой территории Вахшской долины по МС «Курган-тюбе» и «Пяндж» проанализированы ряды среднесуточных температур воздуха (Т) и суммы осадков (г) за весь период их функционирования.

Оценка степени увлажнённости проводилась по индексу сухости Будыко (ИС), гидротермическому коэффициенту Селянинова (ГТК) и коэффициенту увлажнения Сапожниковой (КУ) по уравнениям (2.1-2.3). Результаты вычисления приведены на рисунке 3.3.

Степень увлажнённости орошаемых земель Вахшской долины в период с 1961 по 2010 годы снижается (рис. 3.3 А) вследствие повышения сухости. Основным фактором является солнечная радиация, являющаяся главным источником тепловой энергии. Общая продолжительность солнечного сияния здесь колеблется от 2100 до 3170 часов в год, а в Пяндже её величина составляет 3023 часов. Суточная продолжительность солнечного сияния летом достигает 10-12 час и снижается зимой до 5-6 часов. Для исследуемой территории характерны самые продолжительные безморозные периоды – 230-260 дней.

По условиям увлажнения на территории Таджикистана выделено 2 зоны: зона сухого климата и зона недостаточного увлажнения. Исследуемая территория приурочена к зоне сухого климата. Динамика изменения индекса сухости показывает устойчивый рост показателя за исследуемый 50-ти летний период. На повышение сухости климата оказывает существенное влияние сильные ветра, ежегодно повторяющиеся максимальные значения скорости которых в Вахшской долине обычно не превышают 14-20 м/сек, а на юге («Шаартуз», «Айвадж») они достигают 25-29 м/с. Общее значение низкой увлажнённости и высокой сухости исследуемой территории слабо зависит от наличия снежного покрова в силу его незначительности.

Как видно по рисункам точки расположены относительно близко к прямым линиям, то свидетельствует о корреляционной связи, однако значения коэффициента корреляции низкие.

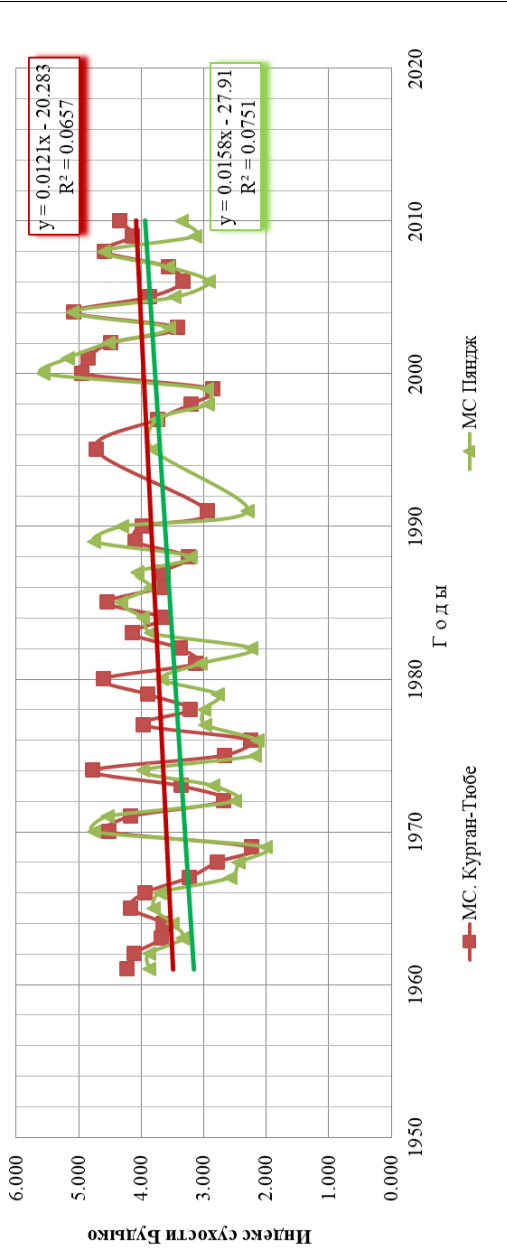


Рисунок 3.2 - Климатическая карта Республики Таджикистан

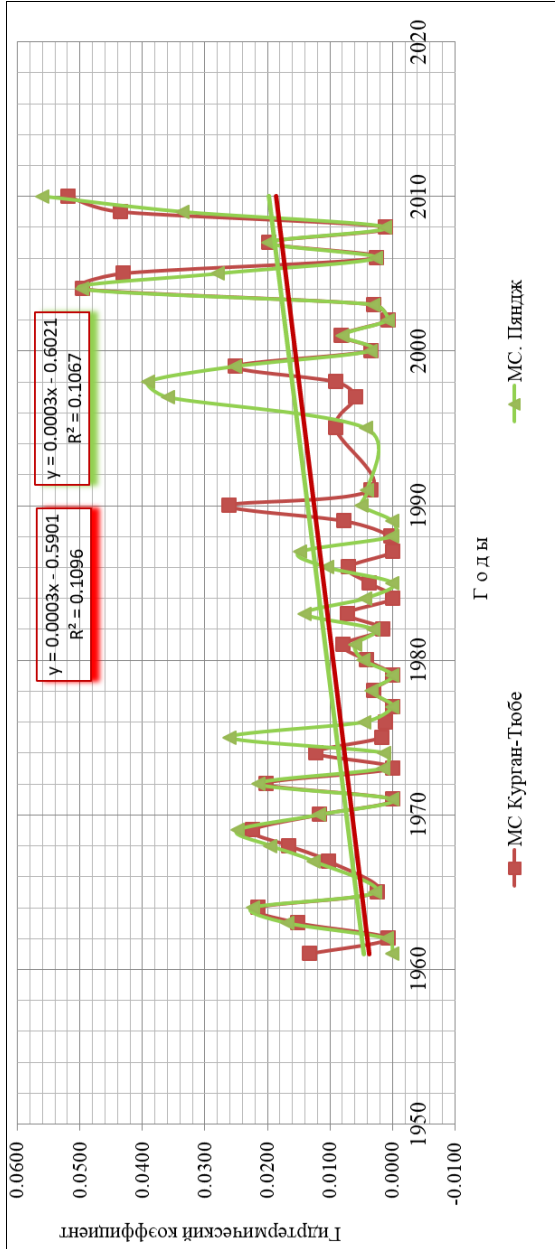
Для уточнения зависимости динамики гидротермического коэффициента выполнены дополнительные расчеты с использованием эконометрической модели. В качестве примера рассмотрены данные изменения гидротермического коэффициента по МС «Курган-Тюбе». Согласно методики анализа статистических данных [Шалабанов, Роганов, 2008] для выявления закономерностей развития процессов и явлений строят ряды (временные, динамические), которые представляют собой ряды изменяющихся значений статистического показателя (функции) y_t , расположенных в хронологическом порядке.

Изменения значений показателя y_t во времени в естественных природных условиях обычно происходят под действием каких-либо причин, факторов. Однако в силу их многочисленности, сложности измерения, не достаточной разработанности теоретических предположений относительно

A



Б



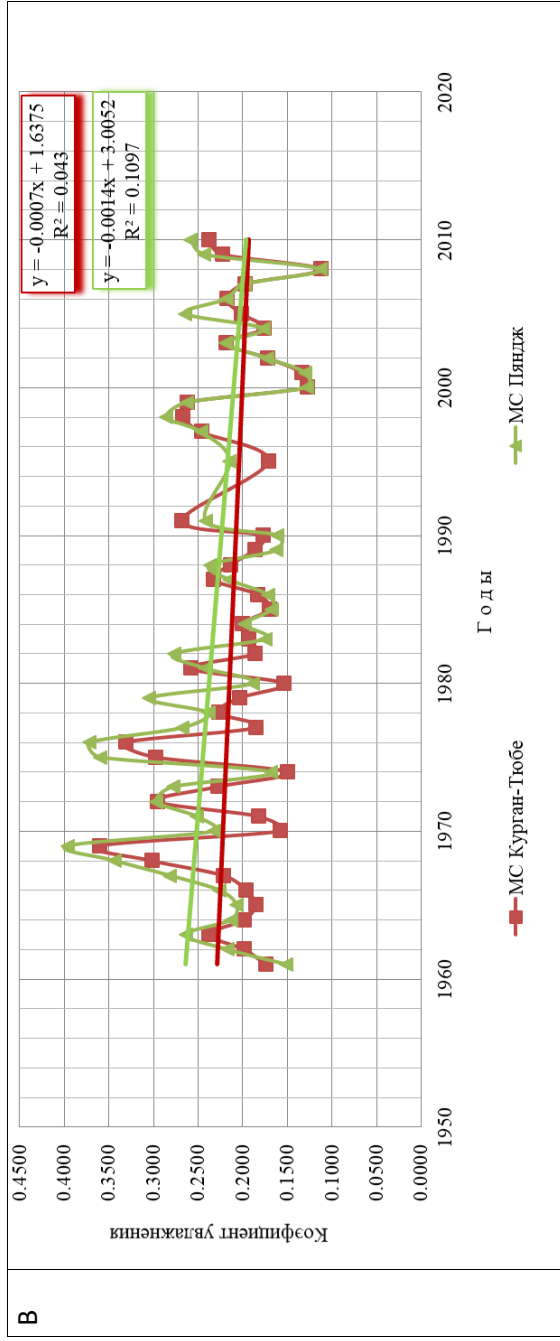


Рисунок 3.3 - Динамика изменения комплексных климатических показателей в Вахшской долине по МС «Курган-Тюбе» и «Пяндж»:

А – индекс сухости Будько; Б – гидротермический коэффициент; В – коэффициент увлажнения

Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

взаимосвязей с показателем обосновать и построить «подходящую» для описания процесса многофакторную эконометрическую модель классического типа не всегда представляется возможным. В результате в отношении ряда показателя часто выдвигается предположение, что совокупное влияние этих факторов формирует как бы внутренние закономерности в развитии процесса u_t , что дает возможность применить для его описания эконометрическую модель из специфического класса моделей временных рядов.

При построении эконометрических моделей для прогнозирования будущих значений хронологического ряда мы воспользовались исходными данными, характеризующими один объект за длительный период наблюдений, т.е. использована модель временных рядов (частный случай динамических рядов).

За основу были взяты: - модель тренда:

$$Y_t = u_t + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

где: Y_t – изучаемое значение показателя, относящееся к определенному моменту или периоду времени;

u_t – трендовая компонента;

ε_t – случайная компонента, отражающая влияние не поддающихся учету и регистрации случайных факторов.

Модель сезонности:

$$Y_t = v_t + \varepsilon_t; \quad (3.2)$$

где: v_t - сезонная компонента.

Модель сезонности была принята аддитивного типа, поскольку при анализе исходных данных было выявлено, что характер циклических и сезонных колебаний остается постоянным. При обработке статистических исходных данных мы использовали пакет Excel, являющийся компонентом интегрированной программы Microsoft Office и наиболее удобным инструментом при выполнении многих статистических расчетов.

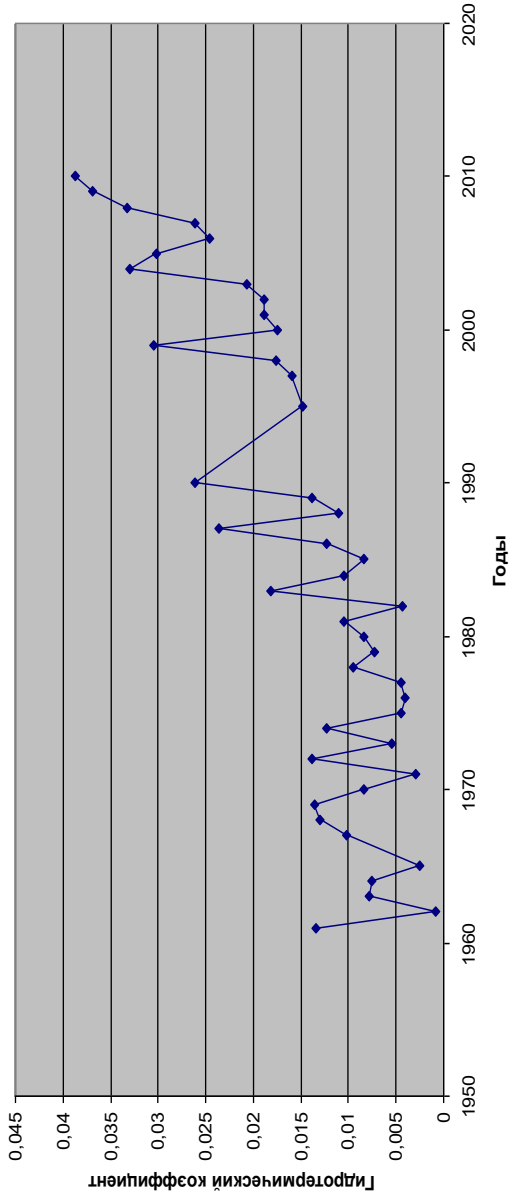


Рисунок 3.4 - Гидротермический коэффициент вычисленным по данным МС Курган-Тюбе
 Источник: ГУ по Гидрометеорологии РТ

В качестве примера на рис. 3.4 приведена обработанная по данной методике динамика гидротермического коэффициента по МС «Курган-Тюбе». Для получения уравнения линейной регрессии и выявления статистической взаимосвязи между изучаемыми параметрами использовалась функция автокорреляции.

При наличии во временном ряде тренда и сезонных колебаний значения любого последующего уровня ряда зависит от предыдущего. Корреляционная зависимость между последовательными уровнями временного ряда в эконометрике называется автокорреляцией уровней ряда (таблица 3.3). Анализ коэффициентов автокорреляции разных уровней и графика исходных уровней временного ряда позволяет сделать вывод о наличии в сезонных колебаниях периодичности в пятнадцать лет. Затем проводим выравнивание исходных уровней ряда методом скользящей средней. Для этого:

- просуммируем уровни ряда последовательно за каждый период со сдвигом на один момент времени и определим условные годовые значения;

- разделив полученные суммы на 15, найдем скользящие средние, полученные таким образом выровненные значения уже не содержат сезонной компоненты;

- приведем эти значения в соответствие с фактическими моментами времени, для чего найдем средние значения из двух последовательных скользящих средних – центрированные скользящие средние.

Таблица 3.3 - Коэффициенты автокорреляции нескольких порядков (уровней)

Годы	ГТК вычисленным по данным МС «Курган-Тюбе»	Коэффициент автокорреляции
1961	0,0134	0,811063
1962	0,0008	0,828675
1963	0,0078	0,817938
1964	0,0076	0,817756
1965	0,0025	0,81666
1967	0,0103	0,805021
1968	0,0130	0,807964
1969	0,0136	0,8199
1970	0,0084	0,834635
1971	0,0029	0,833323
1972	0,0158	0,821124
1973	0,0038	0,843491
1974	0,0134	0,831678
1975	0,0106	0,842905
1976	0,0031	0,844337
1977	0,0050	0,829514
1978	0,0137	0,813634

Далее находим оценки сезонной компоненты как разность между фактическими уровнями ряда и центрированными скользящими средними. Используем эти оценки для расчета значений сезонной компоненты S . Для этого найдем средние за каждый период оценки сезонной компоненты $i S$. В моделях с сезонной компонентой обычно предполагается, что сезонные воздействия

за период взаимопогашаются. В аддитивной модели это выражается в том, что сумма значений сезонной компоненты по всем кварталам должна быть равна нулю, что соблюдается в нашем случае.

Исключив влияние сезонной компоненты, вычитая ее значение из каждого уровня исходного временного ряда, получили величины $T + E = Y - S$). Эти значения рассчитываются за каждый момент времени и содержат только тенденцию и случайную компоненту.

Определим компоненту T данной модели. Для этого проведем аналитическое выравнивание ряда $(T + E)$ с помощью линейного тренда. Результаты аналитического выравнивания следующие:

$$T = 0,0005t - 1,0139. \quad (3.3)$$

Для нахождения значений уровней ряда, полученных по аддитивной модели, прибавим к уровням T значения сезонной компоненты для соответствующих периодов. На одном графике отложим фактические значения уровней временного ряда и теоретические, полученные по аддитивной модели (рисунок 3.7).

Для выполнения прогнозов и оценки динамики климатических характеристик использовался коэффициент корреляции, изменяющийся в пределах от -1 до 1 . Теснота линейной связи между переменными может быть оценена на основании шкалы Чеддока (таблица 3.4) [Шалабанов, Роганов, 2008].

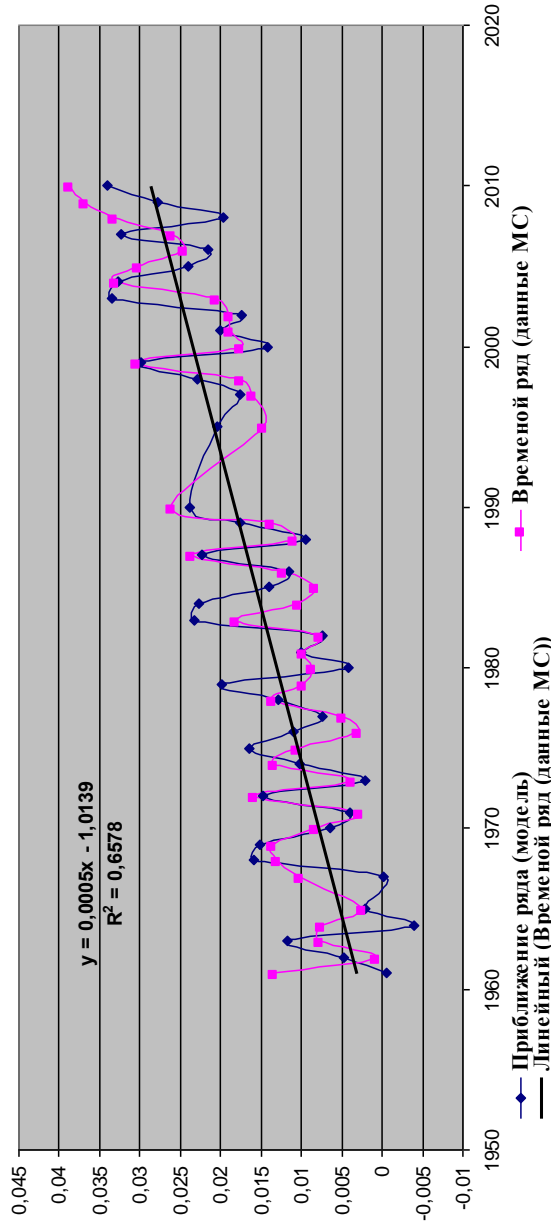


Рисунок 3.5 - Изменение гидротермического коэффициента (расчитанные по модели и фактические данные) по МС «Курган-Тюбе»

Источник: ГУ по Гидрометеорологии РТ

Таблица 3.4 - Значения коэффициента корреляции в зависимости от тесноты связи

Теснота связи	Значение коэффициента корреляции при наличии:	
	прямой связи	обратной связи
Слабая	0,1 – 0,3	(-0,3) – (-0,1)
Умеренная	0,3 – 0,5	(-0,5) – (-0,3)
Заметная	0,5 – 0,7	(-0,7) – (-0,5)
Высокая	0,7 – 0,9	(-0,9) – (-0,7)
Весьма высокая	0,9 – 1	(-1) – (-0,9)

Значение коэффициента корреляции данных МС «Курган-Тюбе» по гидротермическому коэффициенту равное 0,65 попадает в предел 0,5-0,7, характерный для заметной тесноты связи (рисунок 3.5), что свидетельствует о выявлении прямой связи потепления климата со временем. Следовательно, можно сказать, что аддитивная модель объясняет 65% общей вариации уровней временного ряда. Вспомогательные данные для расчетов по годам приведены в Приложении 1.

Прогнозное значение в аддитивной модели есть сумма трендовой и сезонной компоненты, которые можно вычислить с помощью пакета Excel на необходимый расчетный период времени путем продления ряда. Относительная ошибка (δ) определяется как отношение суммы квадратов ошибок к сумме квадратов отклонений уровней ряда от его среднего значения:

$$\delta = \frac{\sum e_t^2}{\sum (y_t - \bar{y})^2} = \frac{0,000111}{0,0146} = 0,0076 \text{ или } 0,76\%. \quad (3.4)$$

Для выявления многолетних тенденций в изменении климатических параметров: среднегодовой температуры, индекса сухости, коэффициента увлажнения, гидротермического коэффициента и количества осадков ряды наблюдений аппроксимировались линейными и степенными функциями. Анализ полученных трендов временных рядов показал, что несмот-

ря на низкий коэффициент корреляции ряда параметров, графически наблюдается явная тенденция влияния регионального потепления климата, что не отрицает основополагающую гипотезу о глобальном потеплении климата, поскольку этот процесс имеет многофакторную структуру. Так повышающую тенденцию имеют кривые среднегодовой температуры и индекса сухости, а понижающую соответственно суммы осадков и индекса сухости (рисунок 3.3). Низкие значения коэффициента корреляции объясняются сезонными колебаниями параметров и долгосрочным откликом изучаемого параметра на потепление климата. Тем не менее, графически определяемые тенденции трендов позволяют с некоторым приближением прогнозировать изучаемые климатические параметры.

3.3 Исследования водности крупных рек Вахшской долины в условиях глобального изменения температуры

Как отмечалось выше, по территории Вахшской долине протекают три из пяти крупных рек Таджикистана - реки Пяндж, Вахш и Кафирниган. Притоки этих рек имеют разные типы водного питания: ледниково-снеговой, снегово-ледниковый и снегово-дождевой. На расходы воды некоторых притоков оказывает влияние также родниковые и подземные воды.

Установлено, что изменение климата в зависимости от типа водного питания рек по-разному влияет на их водность. При потеплении воздуха увеличивается водность рек ледникового, ледниково-снегового и снегово-ледникового типов питания.

Для оценки влияния изменения климата на сток рек исследователями рекомендуются разные модели, например, ISHAM4 (Germany, Max Planck Institute), HadCM2, IS92ab и др. [Сорокин и др., 2002].

И.И. Икромовым проведен анализ многолетних данных ГУ по Гидрометеорологии ГКООС РТ динамики среднегодовых температур воздуха, осадков и расходов по двум крайним (верхним и нижним) створам реки Пяндж и метеостанциям, расположенными в верховьях и концевом участке реки с использованием графического подхода. Полученные результаты оценки связи динамики речного стока и среднегодовых осадков в долине со-

ответствует результатам, полученным А.Г.Сорокиным, А.С.Никулиным и Д.А.Сорокиным с использованием модели HadCM2. Отличие этого метода от других заключается в его простоте, не требующего создание специальных моделей [Икромов, 2013], что и позволило использовать данный подход в нашей дальнейшей работе.

Ниже приводится анализ формирования водности основных рек Вахшской (реки Пяндж, Вахш и Кафирниган) долины в зависимости от формирования температурного режима и увлаженности по осадкам.

Река Пяндж расположена на южной границе Республики Таджикистан, по территории Вахшской долины протекает на протяжении 147 км. Вода из реки используется для орошения земель Пянджского района Вахшской долины.

Проанализированы результаты фактических измерений по метеорологическим данным – за период с 1980 по 2010г.г. и по среднемесячным расходам – на гидропосту «Ишкашим» (верхний створ) с 1977г. по 1990 г. и по гидропосту «Нижний Пяндж» (нижний створ) - с 1966 г. по 1990 г. Результаты исследований в графическом виде приведены на рисунках 3.6-3.8.

Как прослеживается на рисунке 3.6 динамика среднегодовой температуры воздуха метеостанциям «Ишкашим» и «Пяндж» за 30 лет наблюдений характеризуется устойчивым положительным трендом. Повышение среднегодовой температуры на равнинной части долины (МС «Пяндж») составляет $0,9-0,95^{\circ}\text{C}$ ($0,03-0,0316^{\circ}\text{C}$ за год), а в горной зоне (МС «Ишкашим») - $0,7^{\circ}\text{C}$ ($0,023^{\circ}\text{C}$ за год).

Внутригодовое (по месяцам) изменение температуры воздуха как в горной, так и на равнинной территориях подчиняется практически нормальному закону распределения. На горной территории самым холодным месяцем является январь, в котором среднемесячная температура воздуха колеблется от $-3,6$ до $-12,6^{\circ}\text{C}$. С началом весны начинается переход отрицательных температур на положительные, максимальные значения которых (до $+21,9^{\circ}\text{C}$) наблюдаются в июле-августе, которые считаются самым жарким периодом года.

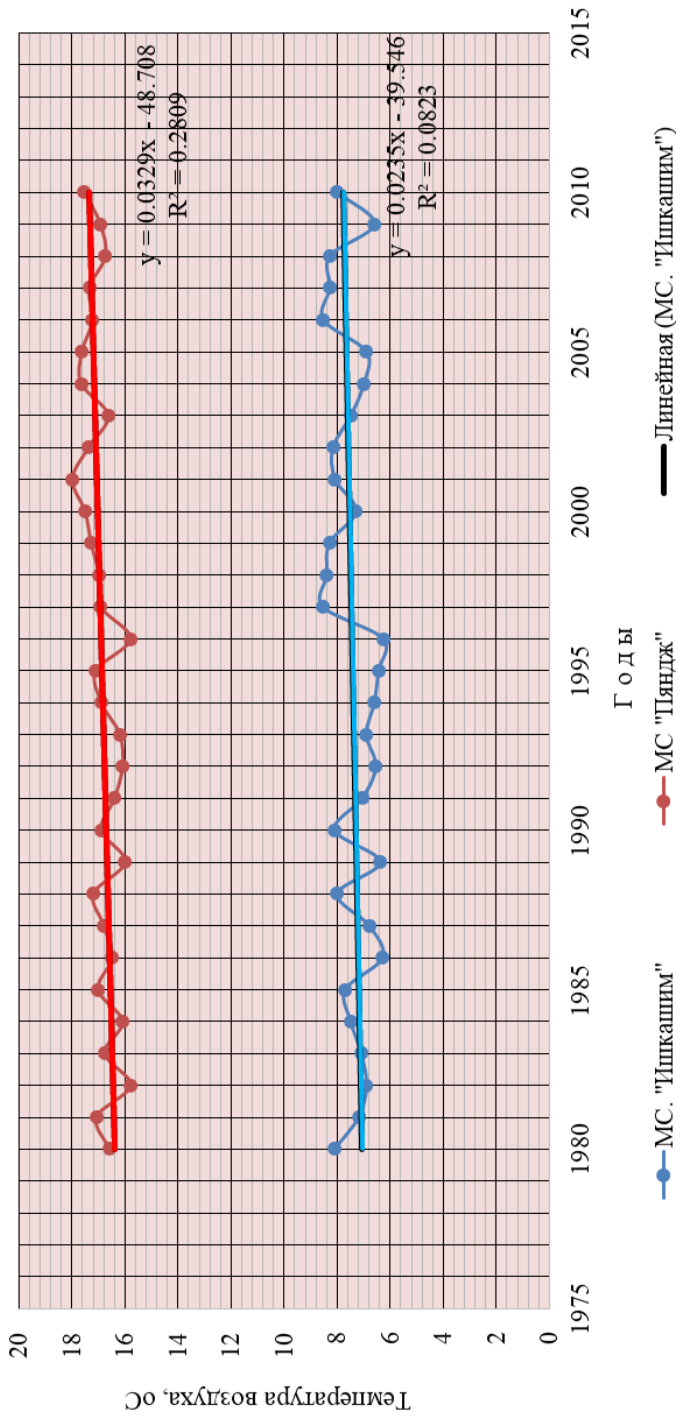


Рисунок 3.6 – Динамика среднегодовой температуры воздуха в бассейне р. Пяндж за период с 1980 по 2010 гг.

Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

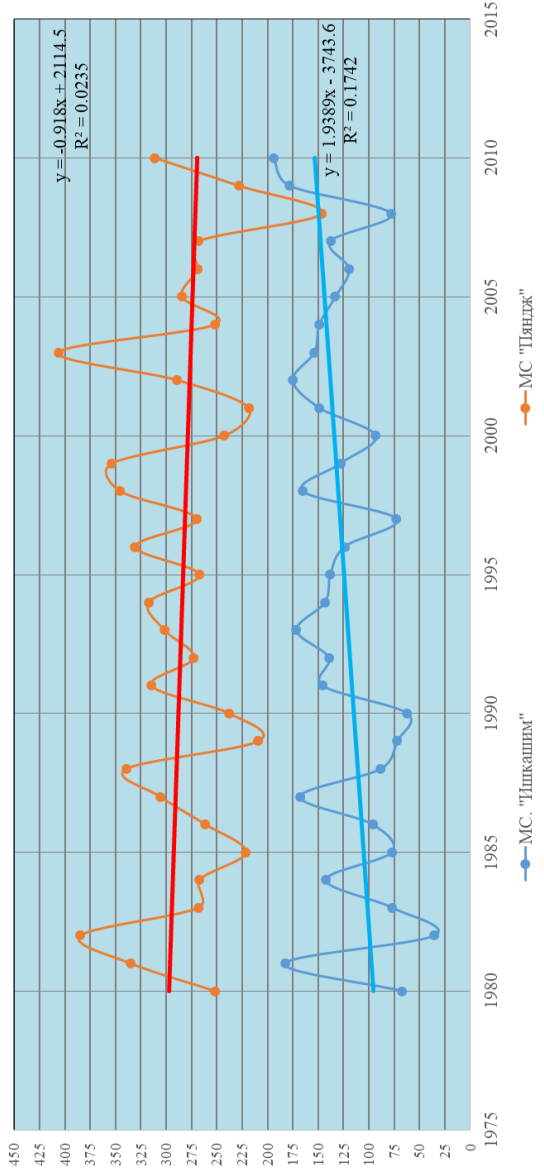


Рисунок 3.7 – Динамика суммы годовых осадков в бассейне р. Пяндж за период с 1980 по 2010 г.г.
 Источник: ГУ по Гидрометеорологии КОС при Правительстве РТ

На равнинной территории отрицательные температуры отсутствуют. Максимальная положительная среднемесячная температура воздуха приходится на июль и доходит до $+30,9^{\circ}\text{C}$.

Суммы годовых осадков по обеим метеостанциям характеризуются значительной изменчивостью. В горной зоне практически все осадки выпадают в твердом виде, а на равнинной – преобладают осадки в виде дождя [Каюмов, Салимов, 2013]. Анализ хронологических рядов (рис. 3.7) показывает наличие устойчивой динамики значений в противоположных направлениях – для горной части тренд отрицательный, а для равнинной – положительный.

Основное количество осадков выпадает в осенне-зимний и весенний периоды, а в горной части продолжают выпадать и в июне. Максимальные осадки на равнине обычно наблюдаются в марте, а в горной части – в апреле-мае.

Относительно динамики среднегодового расхода воды р. Пяндж, характеризующего ее водность (рисунок 3.8), за исследуемый период можно отметить следующее:

- среднегодовой расход в горной части (г/п «Ишкашим») изменяется в пределах от 78,8 до $171\text{м}^3/\text{с}$. Линия тренда показывает, что он постепенно уменьшается. На равнинной территории (г/п «Н. Пяндж») среднегодовой расход воды колеблется в пределах от 837 до $1265\text{м}^3/\text{с}$. Прирост расхода связан с увеличением площади водосбора. В 1970г. 1976-1978 г.г., 1984 и 1987-1989 годы наблюдался практически одинаковый наибольший расход. В тоже время можно отметить понижение экстремальных минимальных значений;

- во внутригодовом разрезе распределение значений среднемесячных расходов воды, как в горной, так и на равнинные территории подчиняется нормальному закону, как и распределение среднемесячных температур воздуха. Начиная с мая в горной части реки до июля-августа наблюдается постепенное увеличение стока до максимального значения, а

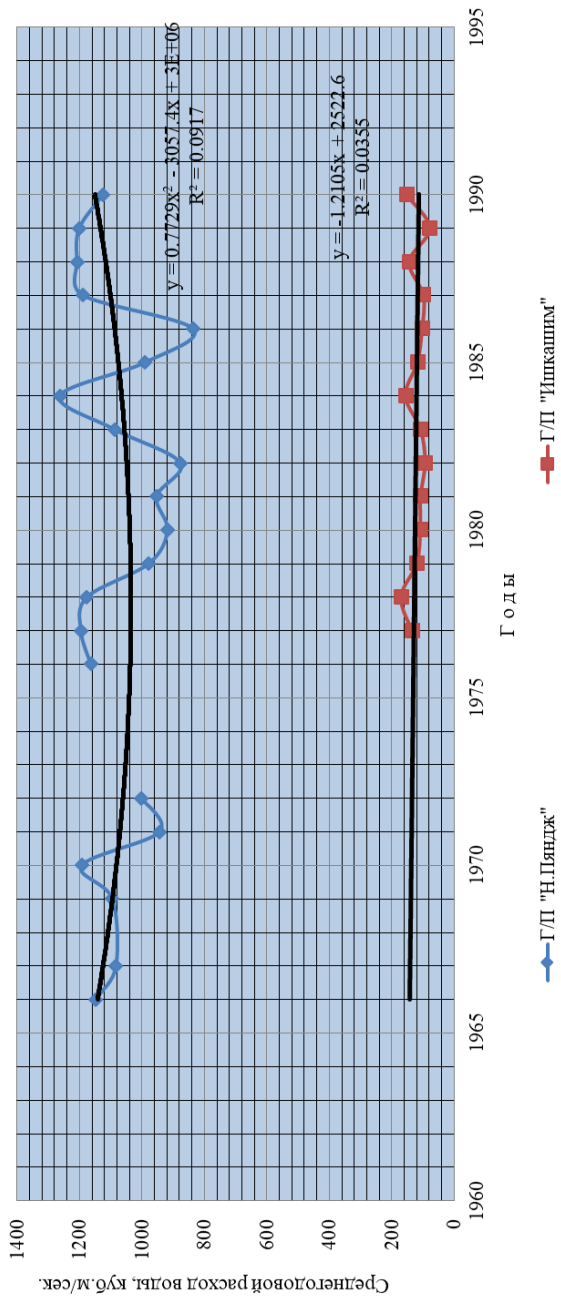


Рисунок 3.8 – Динамика среднегодового расхода воды р. Пяндж с 1965 по 1990 год
 Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

затем происходит постепенный спад. На равнинной части увеличение расхода реки начинается с февраля, резкое – с апреля, достигая максимального значения в июле. Самым многоводным за весь период наблюдений был 1978 год (среднемесячный расход $3090 \text{ м}^3/\text{с}$), самый маловодный (расход $837 \text{ м}^3/\text{с}$) - 1986 год.

По результатам анализа приведенных данных можно отметить, что в равнинной части наблюдается тенденция снижения водности реки Пяндж (г/п «Ишкашим») пропорционально уменьшению количества осадков.

С использованием данного методического подхода на основе данных наблюдений ГУ по гидрометеорологии ГКООС РТ проанализировано формирование водности рек Вахш и Кафирниган в зависимости от изменения климатических факторов.

Река Вахш расположена в пределах Центральной и Северо-Западной частей Таджикистана, на протяжении 156 км протекает по территории Вахшской долины при длине 524 км, а вместе с рекой Кизилсу – 786 км. Сток реки почти зарегулирован каскадом ГЭС и водохранилищ. Чтобы исключить влияние каскада ГЭС анализ изменения водности реки проводился на участке до регулирования стока. При этом характеристики за верхний учётный створ были приняты по МС «Ляхш» и г/п «Домбрачи», расположенные соответственно на отметках 1998 м и 1800 м. По нижнему створу использованы данные по МС «Гарм» (отметка 1316 м) и г/п «Дарбанд» (отметка 1260 м). Оба расчетных створа находятся на горной территории. Результаты анализа хронологических рядов метеорологических и гидрологических показателей приведены на рисунках 3.9-3.11. Приведенные данные показывают многолетнее повышение среднемесячной температуры воздуха от $6,3 \text{ }^\circ\text{C}$ до $6,7^\circ\text{C}$ в верхнем створе и от $10,5^\circ\text{C}$ до $11,2^\circ\text{C}$ - в нижнем, а в среднем повышение среднемесячной температуры воздуха составляет: на горной территории $0,008^\circ\text{C}$ – $0,012 \text{ }^\circ\text{C}/\text{год}$, а на равнинной территории – $0,03\text{-}0,0316 \text{ }^\circ\text{C} /\text{год}$.

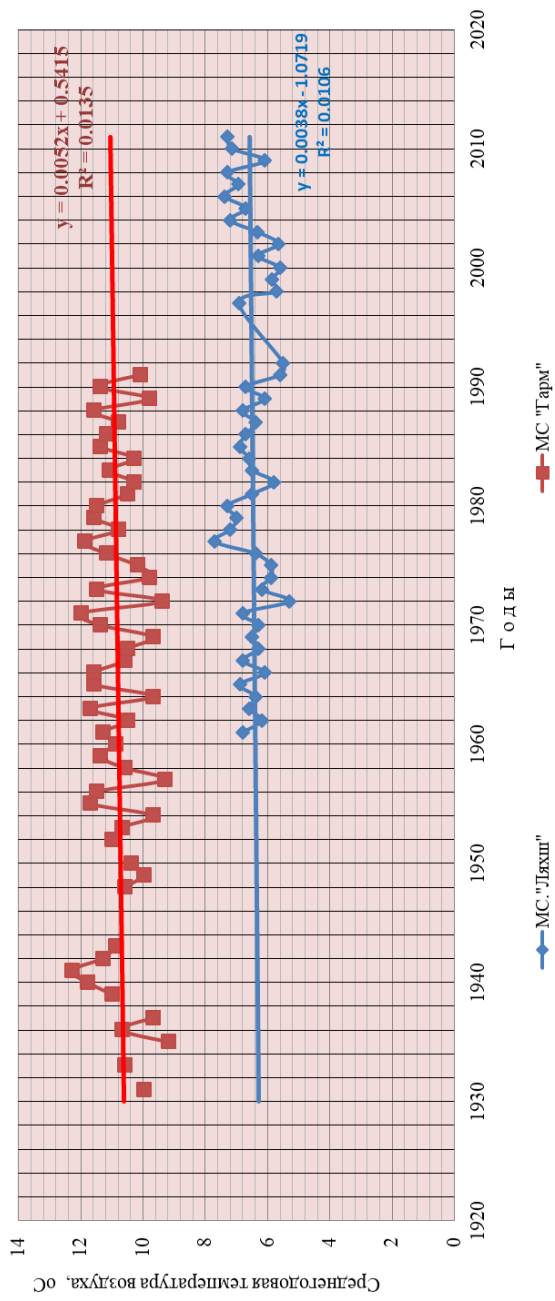


Рисунок 3.9 - Динамика среднегодовой температуры воздуха в бассейне р. Вахш за период с 1930 по 2010 год

Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

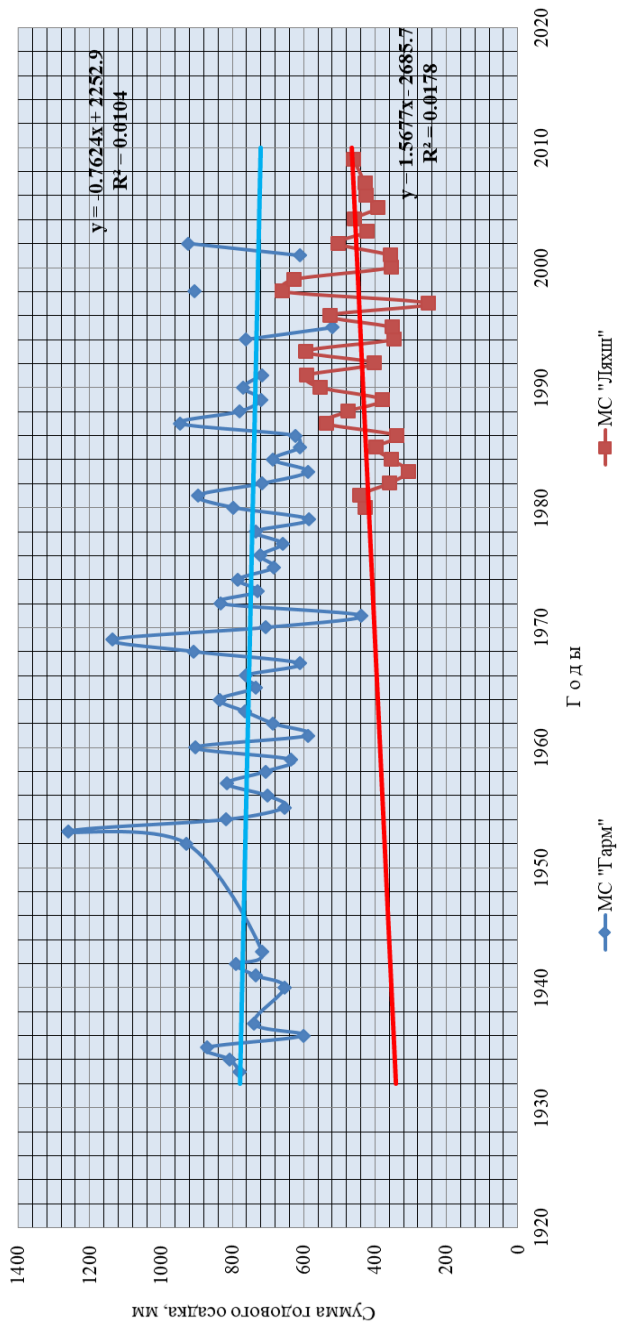


Рисунок 3.10 – Динамика суммы годовых осадков в бассейне р. Вахш за период с 1932 по 2010 годы
 Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

Линия тренда суммы годовых осадков (рисунок 3.10) на высокогорной территории бассейна реки характеризуется устойчивым подъемом, а значения имеют возрастающий характер с изменением в пределах от 350 до 480 мм. На нижнем створе линия тренда за почти семидесятилетний период имеет наклонный вид с тенденцией снижения.

Водность р. Вахш (рисунок 3.11) в верхнем створе увеличивается пропорционально повышению среднемесячных температур воздуха (рисунок 3.9) и увеличению суммы годовых осадков (рисунок 3.10). Если среднегодовой расход реки по линии тренда в 1963 году равнялся около $70 \text{ м}^3/\text{с}$, то в 2013 году он повысился на $10 \text{ м}^3/\text{с}$ и составил $80 \text{ м}^3/\text{с}$.

К увеличению расходов реки в данном створе привели интенсификация таяния ледников за счет повышения температуры и увеличение суммы годовых осадков на высокогорной территории. На горной территории (нижний расчетный створ) также пропорционального повышению температуры воздуха при незначительном снижении суммы годовых осадков наблюдается повышение среднегодовых расходов на $29,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

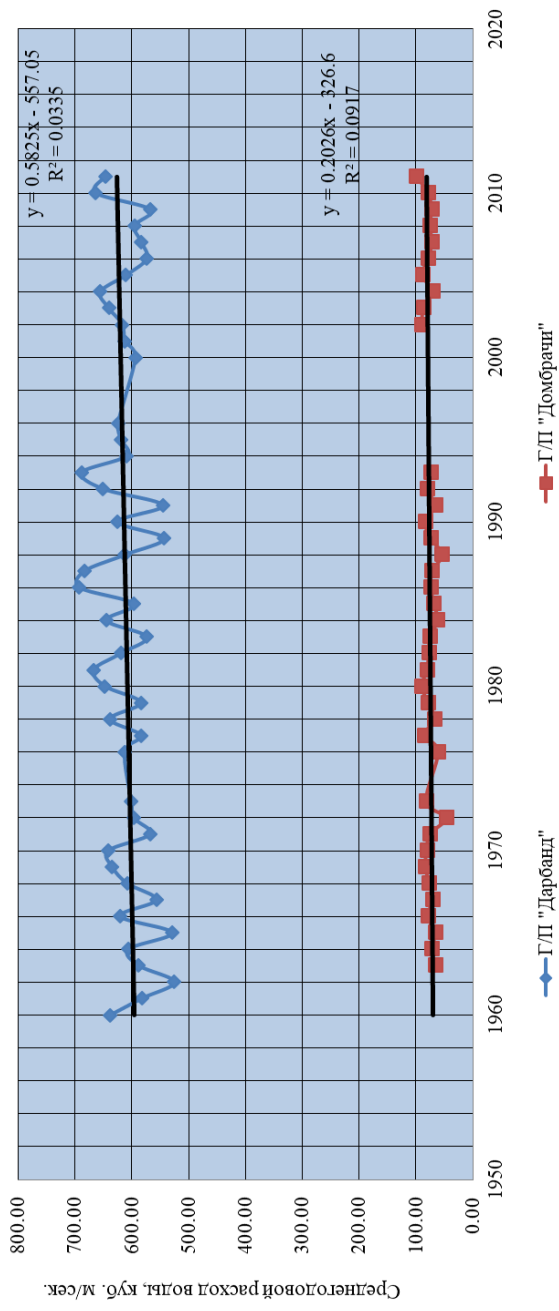


Рисунок 3.11 – Динамика значений среднегодовых расходов р. Вахш за период с 1960 по 2010 годы
 Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

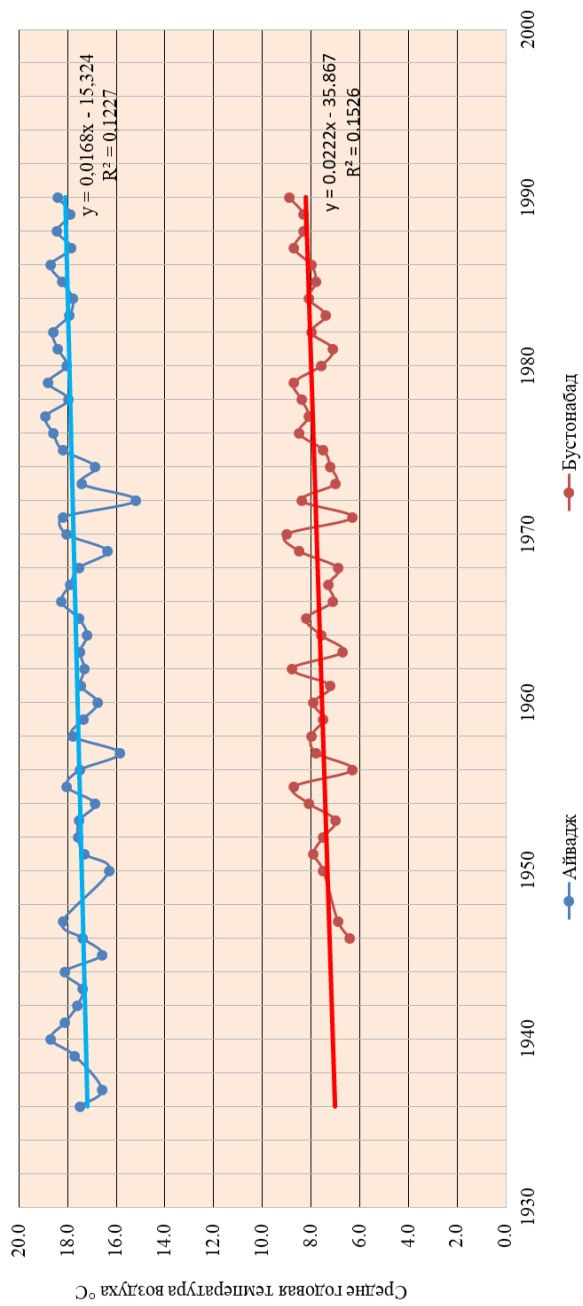


Рисунок 3.12 – Динамика среднегодовой температуры воздуха в бассейне
р. Кафирниган за период с 1936 по 1990 годы

Источник: ГУ по Гидрометеорологии КОС при Правительстве РТ

Река Кафирниган протекает по центральной и западной частям территории Таджикистана и имеет длину 387 км из них 117 км по Вахшской долине. Общая площадь водосбора составляет 11600 кв. км, из них 70 % бассейна располагается в горной части. Сток реки не зарегулирован. Верхний и нижний учётные створы, соответственно, приняты по МС «Бустонабад» г/п «Чинар» и МС «Айвадж» и г/п «Тартки». Результаты исследований приведены на рисунках 3.12-3.14.

Анализ линии тренда за многолетний период (рисунок 3.12) показывает, что на горной территории (МС «Бустонабад») за полувековой период температура повысилась на 0,7°С или 0,016 °С в год, а на равнинной части (МС «Айвадж») эти показатели соответственно составляют 0,84°С и 0,0168 °С в год. Экстраполяция тренда до 2020 г. показывает повышение температуры воздуха на 0,3°С, и на последующие 50, 75 и 100 лет потепление климата будет, соответственно, составлять 0,8°С, 1,2°С и 1,6°С.

Характер линии тренда суммы годовых атмосферных осадков (рисунок 3.13) на горной территории прямолинейный с положительным наклоном с увеличением за 1949-2002 г.г. годы исследований почти на 200 мм, а на равнинах имеет слабый понижающий уклон. Анализ тренда среднегодовых расходов (рисунок 3.14) р. Кафирниган на горной территории его бассейна показывает прямую пропорциональную связь с потеплением климата и обратную зависимость от суммы атмосферных осадков (рис. 3.12, 3.13). Его значение за анализируемый период повышается от 86 до 116 м³/с, т.е. превышение составляет 30 м³/с.

На равнинной территории бассейна наблюдается также повышение расхода реки. Он повышается здесь, примерно, на 50 м³/с, что на 20 м³/с превышает величину прироста в горной части. Это объясняется увеличением водосборной территории и влияем притока подземных вод, доля которых в формировании стока реки составляет 30%.

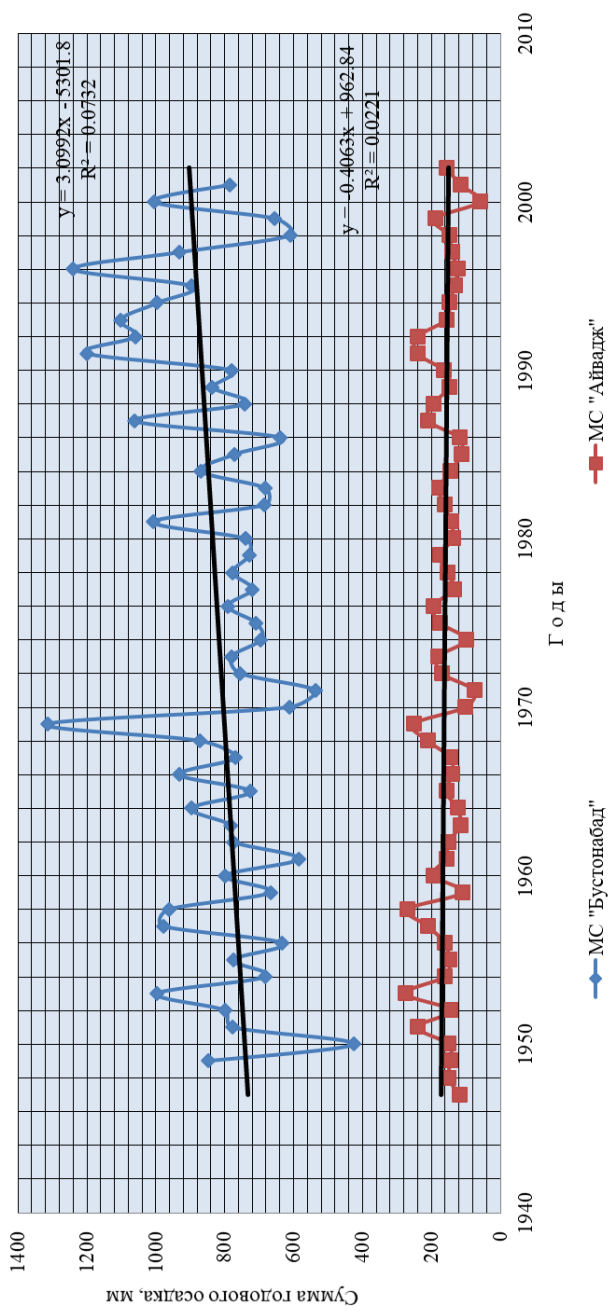


Рисунок 3.13 – Динамика суммы годовых осадков в бассейне
 р. Кафирниган за период с 1947 по 2002 годы
 Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

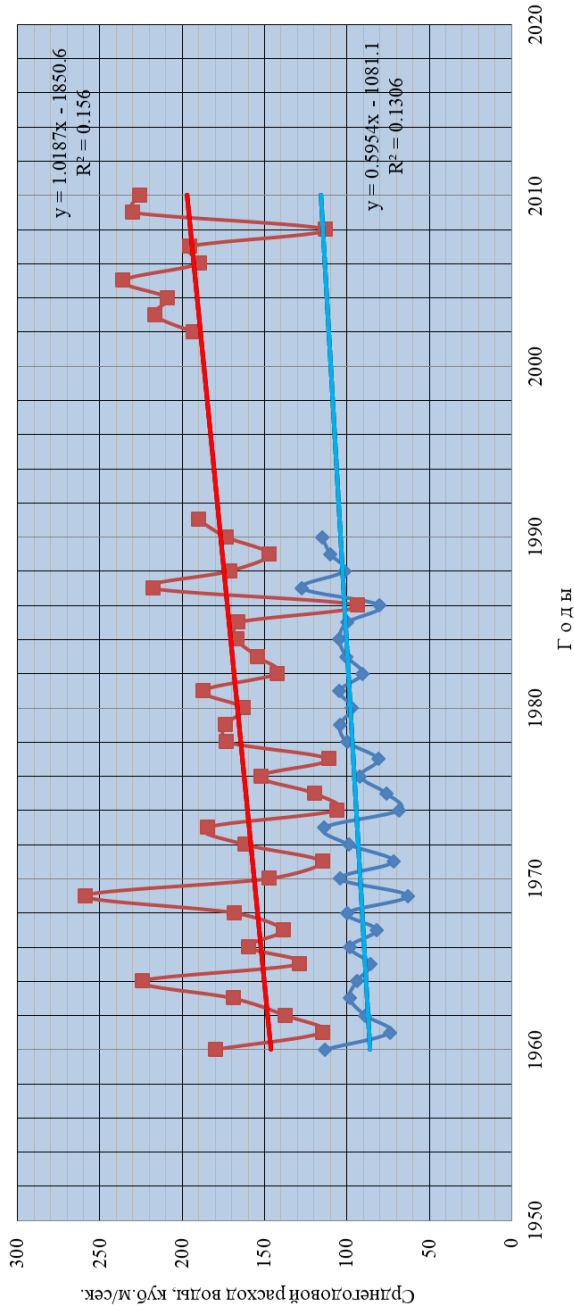


Рисунок 3.14 – Динамика значений среднегодовых расходов
 р. Кафирниган за период с 1960 по 2010 годы

Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

Анализ данных длительных наблюдений показывает по всем трем бассейнам устойчивый рост среднегодовых температур воздуха, разнонаправленная динамика значений годовых осадков с тенденцией повышения в верхних створах и понижением в нижних, повышением расходов рек Вахш и Кафирниган.

3.4 Оценка водообеспеченности территории орошаемых земель Вахшской долины в условиях глобального потепления климата

Как отмечают А.И.Белолобцев и др. [Белолобцев, Ильинич и Джандаги, 2015] возможность использования водных ресурсов на орошаемых землях (водообеспеченность), как правило, зависит от водности поверхностных водоисточников, в частности, рек. Для орошаемых территорий принципиально важно, чтобы режим речного стока и осадков соответствовал необходимому режиму водопользования.

Основным водоисточником для орошения земель Вахшской долины являются поверхностные водные ресурсы, сосредоточенные в трех крупных реках Таджикистана, закономерности формирования водности которых подробно показаны выше. Для оценки потенциальных ресурсных возможностей обеспечения водой развития орошаемого земледелия Вахшской долины за счет речного стока выполнен анализ формирования стока в сопоставлении с режимами температуры воздуха и атмосферных осадков и необходимых объемов водопотребления.

Период с высокой температурой, определяющей режим таяния ледников, приходится на вегетационный период (рисунок 3.15). Для этого же периода характерны максимумы гидрографов рек Вахшской долины (рисунок 3.16), что, несомненно, является благоприятным условием для водообеспечения орошаемого земледелия. Среднеголетние характеристики стока рек Пяндж, Вахш и Кафирниган, являющегося основным источником оросительной воды, приведены в таблице 3.5.

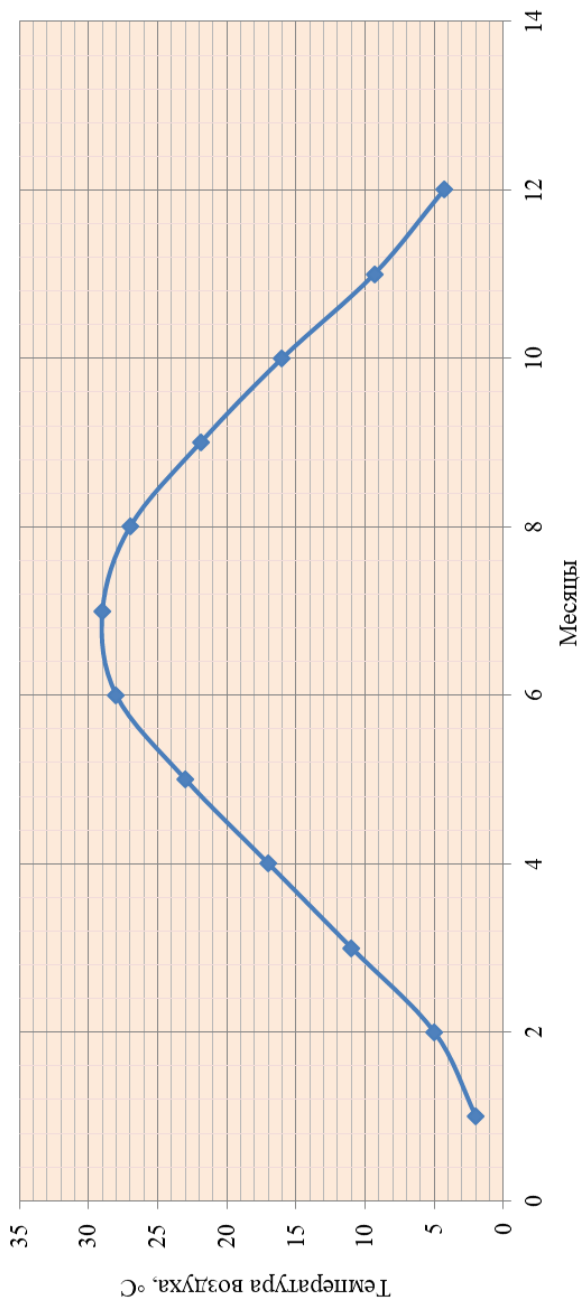


Рисунок - 3.15 - Распределение среднемесячной температуры воздуха по данным МС «Пяндж» по многолетним данным

Источник: ГУ по Гидрометеорологии КОС при Правительстве РТ

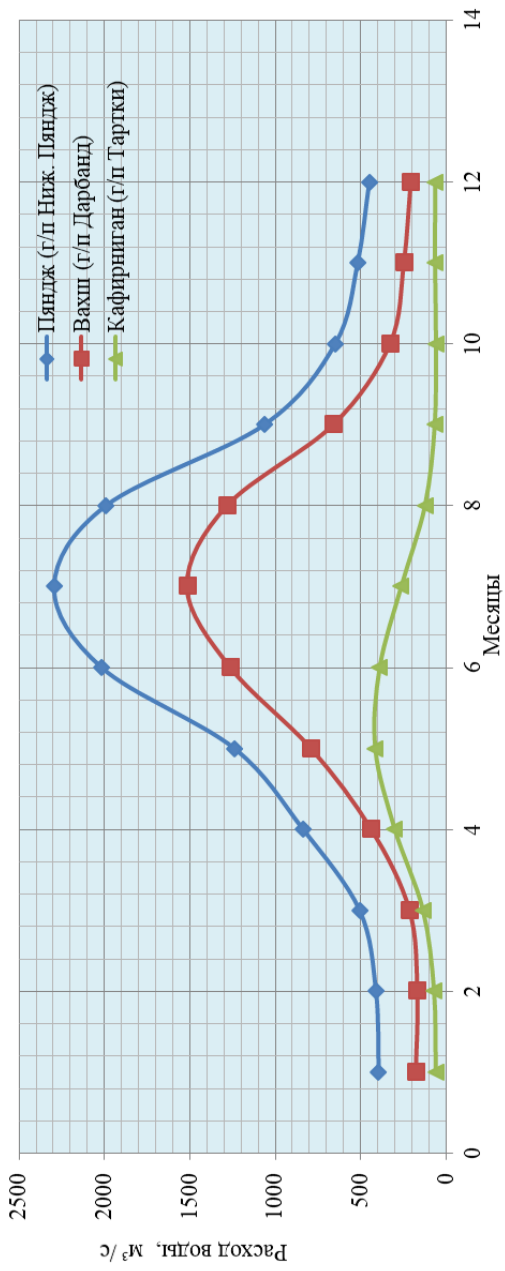


Рисунок 3.16 - Внутригодовое распределение среднемесячных расходов воды рек Вахшской долины по многолетним данным

Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

Таблица 3.5 - Характеристики стока рек Вахшской долины

Река	Гидрометрический пост	Среднегодовой расход, м ³ /с	Расход в вегетационный период, м ³ /с	Годовой расход, млрд. м ³
Пяндж	Ниж. Пяндж	1031,2	1886,3	32,52
Вахш	Дарбанд	608, 2	1214,1	19,18
Кафирниган	Тартки	167,6	297,4	5,27
Общий расход				57.0

Влияние атмосферных осадков в вегетационный период (рисунок 3.17) можно считать незначительным, т.к. их величина составляет 28,6-49,0 мм.

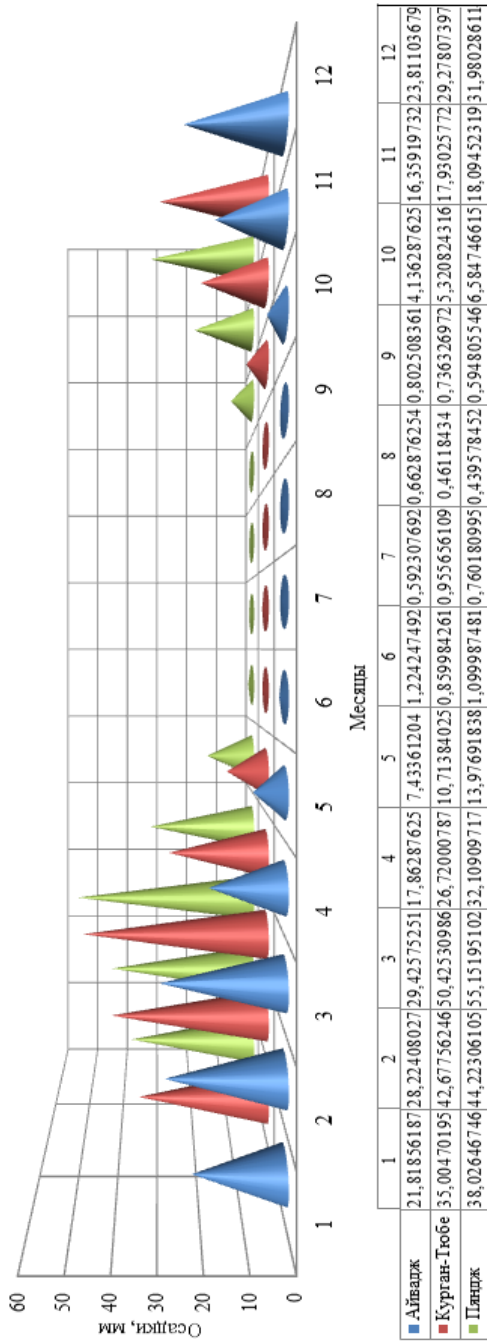


Рисунок 3.17 - Годовое распределение суммы годовых осадков в Вахшской долине.
 Источник: ГУ по Гидрометеорологии КООС при Правительстве РТ

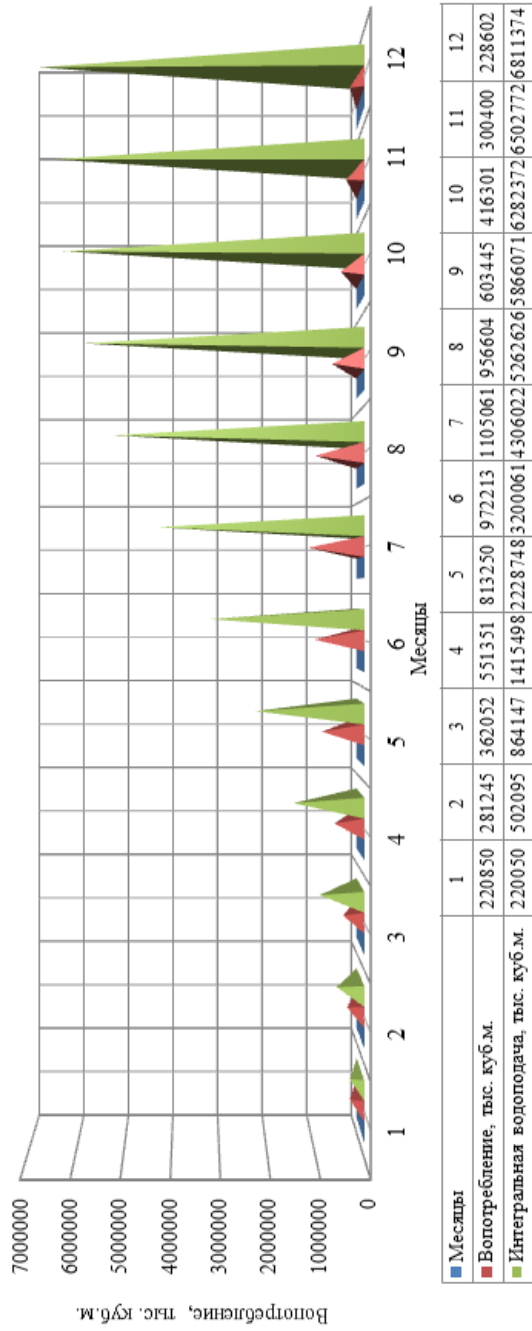


Рисунок 3.18 - Фактическая подача воды потребителям Вахшской долины в 2014 году.
 Источник: Управление по мелиорации и ирригации Хатлонской обл. Государственного Агентства по мелиорации и ирригации РТ.

Для оценки водообеспеченности характеризуемой территории за счет стока рек можно сопоставить внутригодовое распределение расходов рек и распределение осадков с фактическим потреблением воды (рисунок 3.18) для орошения и на других нужд, включая водоснабжение, промышленность и т.д., составленный за 2014 год по фактическим данным Управления по мелиорации и ирригации Хатлонской области Государственного Агентства по мелиорации и ирригации РТ, являющимся поставщиком воды. Анализ показывает, что максимальный объем водоподачи потребителям соответствует периоду вегетации сельскохозяйственных культур. При этом общий годовой объем запрашиваемой воды составил 6811374 тыс. м³ или всего около 12% объема стока рек (57 млрд, м³). Из этого объема 2,058643 млрд. куб. м (или 30,224%) расходуется на орошение сельскохозяйственных культур.

Выполним оценку возможности и способности обеспечения водой развития орошаемого земледелия в Вахшской долине за счет речного стока, т.е. определить оросительную способность водоисточников Вахшской долины.

Под оросительной способностью источника орошения понимают площадь (нетто), которая может быть орошена из источника при расчетном режиме водоисточника и расчетном режиме орошения сельскохозяйственных культур, планируемых для выращивания, и при заданном уровне технического состояния оросительной системы, характеризующемся КПД оросительной системы [<http://melioracjya.com/data/tom16/196.php>].

Расчетная площадь определяется при известном объеме воды, выделяемом из водоисточника для орошения по следующим зависимостям:

$$F_{\text{нт}} = \frac{Q_{\text{орош}} \cdot \eta}{q_{\text{max}}}, \quad \text{га} \quad (3.5)$$

$$\text{или} \quad F_{\text{нт}} = \frac{W_{\text{орош}}}{M_{\text{ср.взв.нт.}}}, \quad \text{га} \quad (3.6)$$

где: $Q_{\text{орош}}$ и $W_{\text{орош}}$ - соответственно расход (л/с) и объем (м³) воды, выделяемой для орошения из водоисточника; η - КПД

оросительной системы; Q_{max} - расчётная ордината укомплектованного графика гидромодуля культур, планируемых для возделывания на орошаемой площади, л/с га; $M_{ср.взв.нт.}$ - средневзвешенная оросительная норма культур, планируемых для возделывания на орошаемой площади.

$$M_{ср.взв.нт.} = \frac{M_1 \alpha_1 + M_2 \alpha_2 + \dots + M_n \alpha_n}{\sum \alpha} , \text{ м}^3/\text{га}$$

(3.7)

где: M_1, M_2, \dots, M_n - оросительные нормы, $\text{м}^3/\text{га}$,

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ - доля или % площади, занимаемой сельскохозяйственными культурами на орошаемой площади.

Оросительную площадь брутто $F_{бр}$ вычисляют с учетом коэффициента земельного использования по зависимости:

$$F_{бр} = \frac{F_{нт}}{КЗИ} , \text{ га} \quad (3.8)$$

где: КЗИ - коэффициент земельного использования на оросительной системе.

Повысить оросительную способность водоисточников можно:

- путем регулирования водного режима водоисточника;
- снижения оросительных норм путем замены сельскохозяйственных культур на менее влаголюбивые;
- повышения КПД оросительной системы за счет внедрения более совершенной оросительной сети и техники полива.

Годовой объём речного стока в долине составляет около 57 млрд. м^3 . При выделении одного процента объёма стока для орошения и средневзвешенной оросительной норме сельскохозяйственный культур $10\,000\text{м}^3/\text{га}$, оросительная способность будет равняться:

$$F_{нт} = \frac{0,01 \cdot 57\,000\,000\,000}{10\,000} = 57\,000 \text{ га}$$

Оросительная способность водоисточников долины, определяемого по объёму стока рек в поливной период с мая по август (36,109 млрд. куб. м) вычисленная по средним многолетним расходам воды за этот период составляет:

$$F_{нт} = 36109 \text{ га.}$$

Принимая коэффициент земельного использования в среднем 0,92, по зависимости 3.8 вычислим оросительную площадь брутто ($F_{бр}$) для обоих случаев:

- по годовому стоку: $F_{бр} = \frac{57\,000}{0,92} = 61,96$ тыс. га

- по стоку в оросительный период:

$$F_{бр} = \frac{36109}{0,9} = 40,121 \text{ тыс. га}$$

Приведённые выше исследования (рисунки 3.15-3.18) и расчёты по определению водообеспеченности Вахшской долины свидетельствуют о том, что для обеспечения потребности всех потребителей в воде, в том числе и на орошения земель, на настоящий период имеется достаточный объём воды в водоисточниках.

Следует отметить, что на территории Вахшской долины имеется всего 380,08 тыс. га земель пригодного для орошения, из которого в настоящее время освоено 115,909 тыс. га. В перспективе намечается освоение ещё 264,171 тыс. га.

Таким образом, расчётами по данным многолетних исследований установлено, что при выделении 1,0% объёма стока рек и средней оросительной норме 10000 м³/га, можно оросить более 40 тыс. га земель. Для покрытия графика водопотребления долины в водоисточниках и в перспективе будет достаточное количество воды. С учетом того, что река Пяндж является трансграничной, а реки Вахш и Кафирниган являются главными притоками трансграничной реки Амударьи, вопросы водопользования в бассейне согласовываются между государствами Центральноазиатских стран путем выделения лимитов. В настоящее время этот лимит для Республики Таджикистан составляет 17% годового стока рек долины, что на данный момент для покрытия графика водопотребления предостаточно.

В перспективе, в условиях потепления климата, этого объёма воды явно будет не хватать. Поскольку только для орошения всей территории долины (380,08 тыс. га), при нынешних климатических условиях, необходимо будет около 10% стока ее рек, равного стоку настоящего времени. При постепенном уменьшении водных ресурсов в их хранилищах –

ледниках и стока рек до 20% и более, вызванного интенсивным таянием ледников и исчезновением части из них, в перспективе потребуется увеличение водопотребления до 20% в связи с потеплением климата, а также с ростом численности населения, развитием промышленности, энергетики и сельского хозяйства. Это потребует пересмотра на перспективу лимита водозабора. Уже в настоящее время сформировалась необходимость в разработке мероприятий по применению водосберегающих технологий и технических средств орошения, пересмотр состава культур в севообороте с заменой более влаголюбивых культур на менее влаголюбивые, которые способствуют экономии до 30% и более поливной воды, а также применения водосберегающих технологий и способов эффективного использования водных ресурсов.

Выводы по главе 3

- На основе анализа рядов многолетних данных получены зависимости изменения климатических параметров Вахшской долины Республики Таджикистан графоаналитическим методом. Ретроспективными расчетами выявлены заметная корреляция между расчетными и фактическими значениями для гидротермического коэффициента по Селянинову ($R^2 = 0,6$), а также повышающий тренд среднегодовой температуры и индекса сухости и понижающий тренд коэффициента увлажнения.

- На основе ретроспективного анализа многолетних данных графоаналитическим методом выполнен прогноз возможного потепления климата. До 2020 года можно ожидать потепление климата на равнинной территории Вахшской долины на $0,12^{\circ}\text{C}$, до 2030 на $0,63^{\circ}\text{C}$, а к 2050 г. повышение температуры может составить $1,6^{\circ}\text{C}$, что свидетельствует о постепенном повышении степени аридности климата. Повышение температуры в горной территории бассейна р. Вахш менее выражено и составляет $0,008^{\circ}\text{C}$ - $0,012^{\circ}\text{C}$ ежегодно, поэтому можно ожидать к 2020 году потепление на $0,08$ - $0,12^{\circ}\text{C}$, к 2030 на $0,16$ - $0,24^{\circ}\text{C}$ и к 2050 году на $0,4$ - $0,6^{\circ}\text{C}$.

- Исследованиями установлено, что в Вахшской долине сложившийся гидрологический режим рек, характеризующийся максимумами гидрографа в период интенсивного орошения сельскохозяйственных культур, создает благоприятные условия для дальнейшего развития орошения.

- Оценена водность крупных рек долины в условиях потепления климата и определен возможный объем забора водных ресурсов на ирригацию. В настоящее время лимит водозабора из бассейна Амударьи для Республики Таджикистан составляет в объеме 9,6 млрд. м³, или 17% годового стока рек долины, что на данный момент для покрытия графика водопотребления достаточно. В условиях потепления климата и развития орошения в Вахшской долине потребуется около 10% стока ее рек только на орошение, поэтому выделяемый лимит водозабора на перспективу необходимо будет пересматривать. Для эффективного использования водных и земельных ресурсов возникает необходимость перехода на малообъемное орошение и замена более влаголюбивых культур на менее влаголюбивые, что позволит сэкономить до 30% и более поливной воды.

ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ КАРТ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ И ЕГО ПРОГНОЗ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

4.1 Методика построения карт мелиоративного состояния земель с использованием ГИС-технологии

Для выполнения комплексных работ с территориально-привязанными материалами и устойчивого функционирования геоинформационных систем, использующих эту информацию, была создана цифровая картографическая основа в соответствии общетеоретическими критериями, и с точки зрения ее последующей интеграции в систему ЕКО (Единая цифровая картографическая основа). ЕКО - это комплексная система цифровых картографических материалов, согласованных по территориальному охвату, содержанию, формату, масштабам, системам условных знаков, классификаторам [Корнева, 2006].

Для сведения разнородных цифровых картографических материалов в единую систему была установлена базовая карта или общедоступная система координат WGS-84, соответствующих используемым данным, и определены преобразования для связи между ними. Понятие базовой карты пришло в геоинформатику из традиционной картографии, так как существовали базовые карты для составления карт более мелкого масштаба, созданные на основе интеграции данных с карт более крупных масштабов [Мартыненко, Бугаевский, Шибалов, 1995]. Перевод исходной карты в систему координат базовой карты порождает три задачи:

Первая задача – определение теоретической системы координат исходной карты. Она решалась по методике, изложенной в работах Л.М Бугаевского и В.Я Цветкова, В.Ф. Галазина и др., Н.Л Макаренко и др. [Бугаевский., Цветков, 2000; Галазини др., 1998; Макаренко, Демьянов и др., 2000]. При составлении карт использовалась система координат в проекции Гаусса-Крюгера, в которой составлены отечественные топографические карты (М 1:1 000 000 и крупнее).

Вторая задача – определение необходимого преобразования и перевод карты в теоретическую систему координат. Использовались присутствующие на карте точки привязки к теоретической системе координат – узлы картографической или километровой сетки, опорные кресты планшетов, характерные пункты на местности.

Третья задача – преобразование исходной карты в систему координат базовой карты. В случае, когда теоретическая система координат исходной карты не может быть определена, преобразование исходной карты в систему координат базовой карты осуществляется непосредственно по опорным точкам с использованием преобразования плоскости.

Создание и обработка цифровой карты, осуществлялась с помощью программы ArcGIS Desktop 10.1, разработанного Институтом Исследований Окружающей Среды (Environmental Systems Research Institute (ESRI)) - США. При этом векторизация осуществляется по растровому изображению на экране компьютера [Корсак, 2003], т.е. при цифровании бумажная карта с помощью сканера преобразовывается в свой цифровой аналог - растровый файл формата JPEG и выводится на экран компьютера. Затем мышью обводятся все значимые географические объекты, при этом создаются векторные цифровые объекты электронной карты - полигоны, линии и точки. Данный способ цифрования считается достаточно удобным, так как позволяет увеличить изображения и более точно отметить местоположение объектов. Преобразование растрового изображения осуществляется с помощью функции «Georeferencing». Затем с помощью приложений ArcGIS Desktop 10.1 создаются тематические слои цифровой карты [Кищинская, Лебедева, 2001].

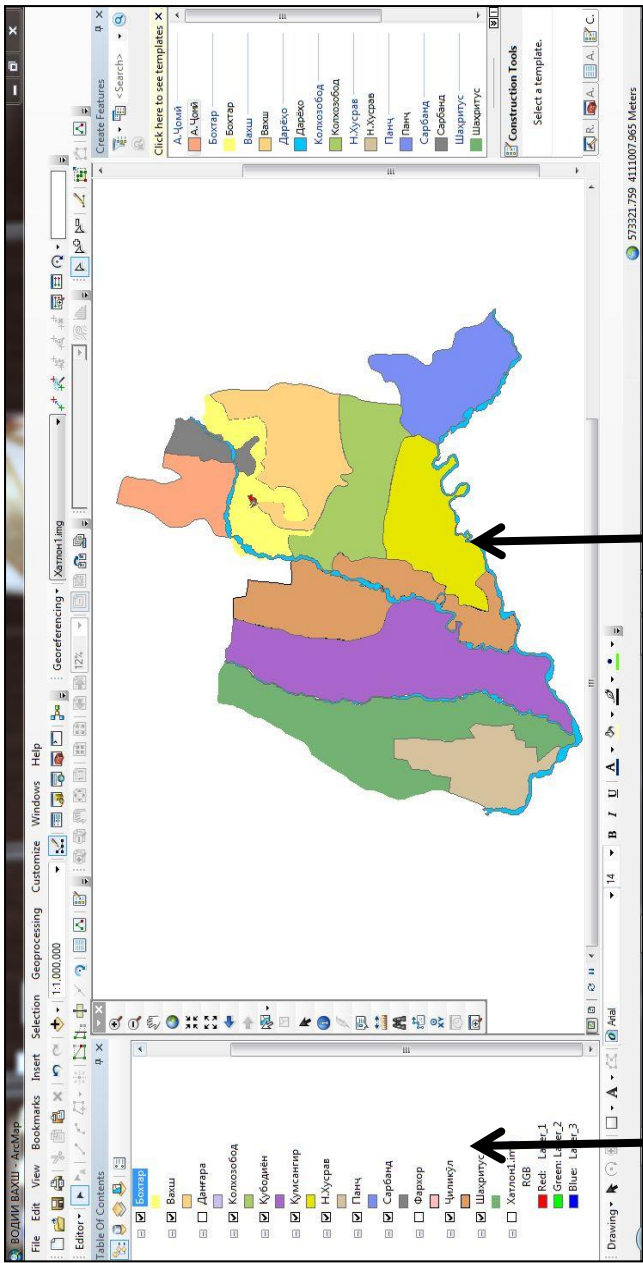
С учётом вышеизложенного подхода при решении задачи создания цифровой карты мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшской долины (на примере Вахшского района) необходимо было провести интерполяцию данных с помощью ГИС технологий для уточнения на карте местоположения орошаемых полей, наблюдательных скважин и опытно-производственных участков. Для этого использовалась программа ArcGIS Desktop 10.1.

Для изучения закономерностей формирования мелиоративного состояния ОПУ были исследованы почвы (засоленность) и грунтовые воды. Образцы почв отбирались буром из скважин по слоям 0-30 см, 30-50 см, 50-75 см, 75- 100 см в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2.5. Выполнены анализы полной водной вытяжки с определением состава легкорастворимых солей (плотный остаток, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+), а также содержание обменных оснований в почвенно-поглощающем комплексе, что позволило получить подробную характеристику засоления и осолонцевания почвы.

Оценка степени засоления почв проводилась двумя способами: по типу засоления и процентному содержанию солей, а также по содержанию ионов, связанных с токсичными солями, выраженного в эквивалентах иона хлора. Химизм определялся по составу анионов и катионов, а тип засоления - по анионному составу [Грабовская, 1952].

При создании карт можно оперировать точечными, линейными и площадными условными обозначениями. Для построения количественных характеристик в ArcMap имеется несколько видов автоматических классификаций значений атрибута: классификация по методу естественных границ, равновероятностная и равноинтервальная. При этом можно вносить самостоятельные изменения в предложенный ArcMap результат автоматической классификации. Окно ArcMap состоит из двух частей: «Таблицы содержания» и окна отображения данных (рисунок 4.1).

Для решения практических задач мониторинга, определения площадей деградированных земель по засолённости, переувлажнённости, овражности, каменистости и т.д. широко используются аэрокосмические съёмки [Crowley, 1993; Aidarov, Pankova, 2007; Jiandong Sheng, Lichun Ma so on., 2010; McBratney, Mendonc. so on. 2003].



Область отображения данных

Таблица содержания

Рисунок 4.1 - Окно Arc Map

Привязка. Для того, чтобы отсканированные отображения карт могли использоваться в сочетании с другими данными, в том числе информацией, полученной с помощью аэрофото- и спутниковой съемки, необходимо

привязать их к системе координат карты. Это было выполнено путем соотнесения растрового изображения с существующим пространственным покрытием (coverage). Процедура состояла в совмещении точек в растре с рядом наземных контрольных точек с известными координатами, которые связывают местоположения на растре с местоположениями точек на карте.

Атрибутивные свойства объекта. Атрибут (attribute) - свойство, качественный или количественный признак, характеризующий пространственный объект (но не связанный с его местоуказанием) и ассоциированный с его уникальным номером, или идентификатором. Для создания тематических карт необходимо располагать атрибутивными данными, которые представляют собой два набора данных - данные самой ГИС и пользовательские данные.

Так, для полигональных объектов (орошаемые поля, населенные пункты, почвенные разности и т.д.), в качестве пользовательских атрибутов выступали данные о мелиоративном состоянии земель. Они являются численными представлениями объектов и базами связанных с объектами атрибутивных данных. В слое не хранятся реальные географические данные, вместо этого он указывает на данные, которые хранятся в покрытиях, шейп-файлах, базах геоданных, изображениях и т.д.

Для составления карт мелиоративного состояния земель исходными материалами служили почвенная карта, карта уровней грунтовых вод (УГВ), карта засоленности почв и карта минерализации грунтовых вод 1976 и 2000гг., составленные на основе результатов комплексных исследований проектного института «Таджикгипрозем», выполненных в 1974 и в 1997-1998 годы. Некоторые из этих материалов в качестве примера приведены на рисунке 4.2.

На следующем этапе по стандартной методике (рисунок 4.3) с использованием исходных материалов составляется база геоданных [Проектирование базы геоданных. Интернет-ресурс].

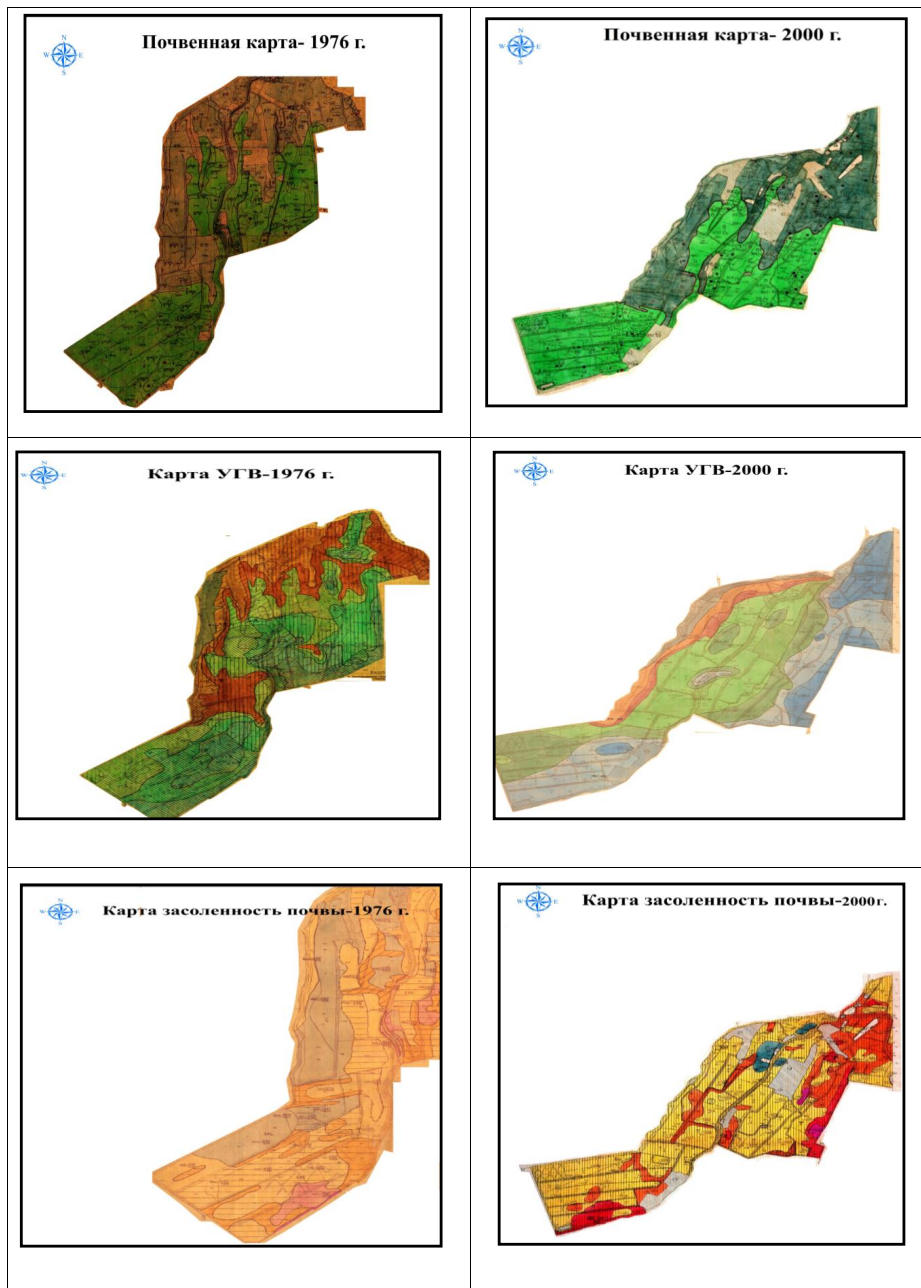


Рисунок 4.2 - Исходные материалы (карты) для составления карты мелиоративного состояния земель с использованием ГИС-технологии.

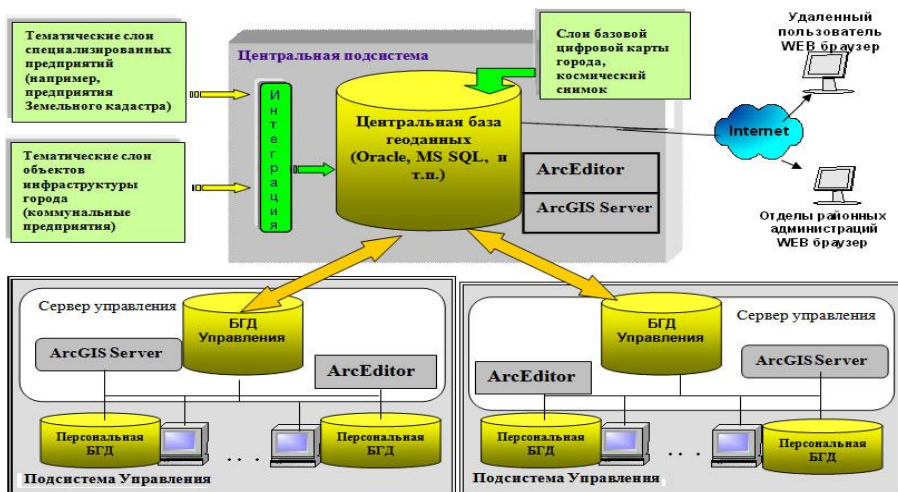


Рисунок 4.3 - Теоретическая схема создания базы геоданных

Составленные на основе вышеизложенной методики таблицы атрибутов и информации по опытно-производственным участкам приведены на рисунке 4.4.

Порядок составления карты мелиоративного состояния земель на основе исходных карт показателей мелиоративного состояния (почвенной, засоленности почв, глубины и минерализации грунтовых вод) с использованием ГИС-технологии приведен на рисунке 4.5.

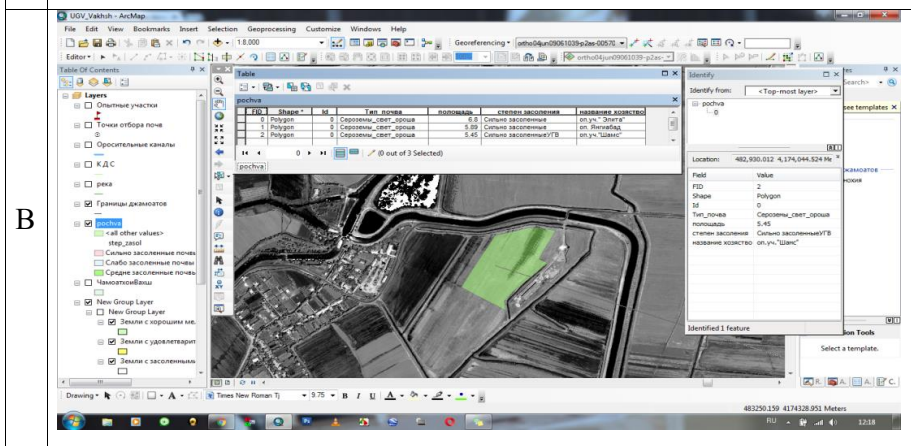
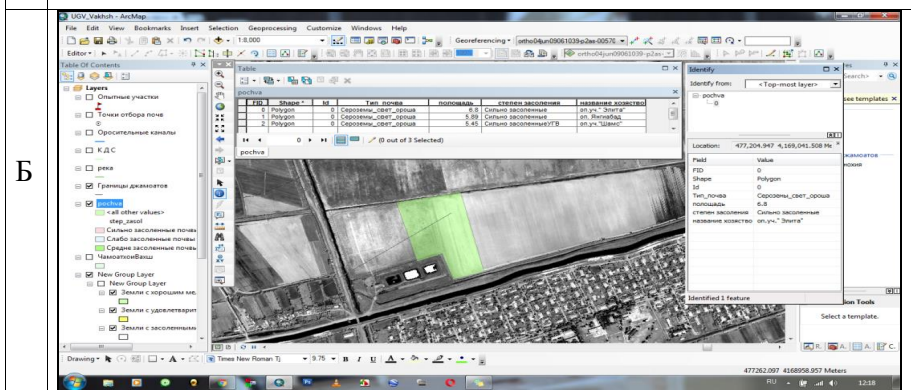
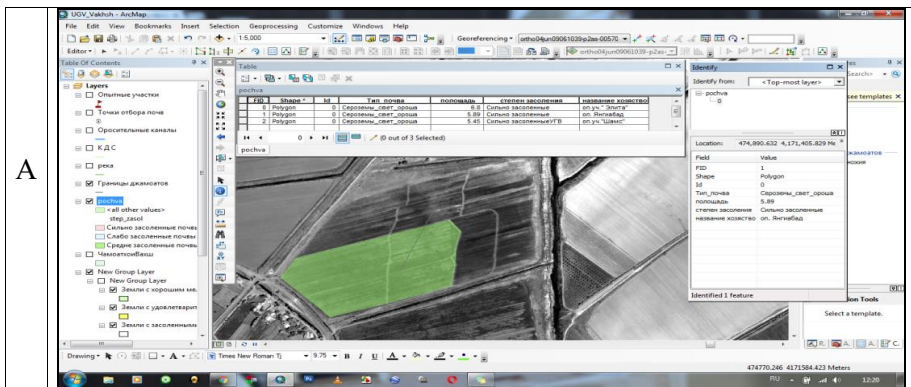


Рисунок 4.4 - Таблица атрибутов и информации по опытно-производственным участкам: А – «Янгибад»; Б – «Элита»; В – «Шамс»

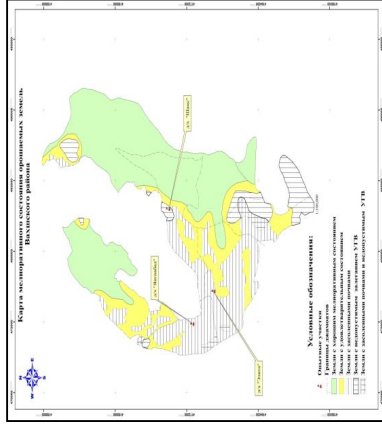
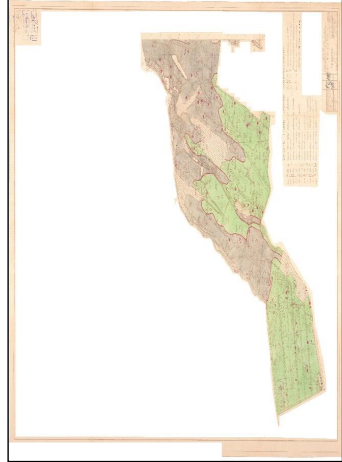
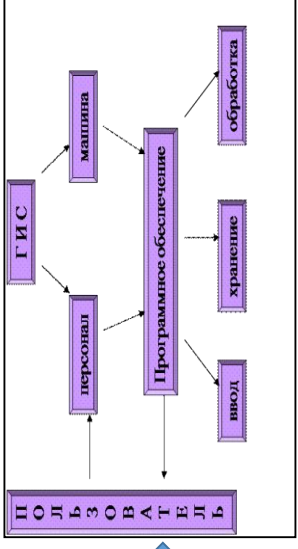
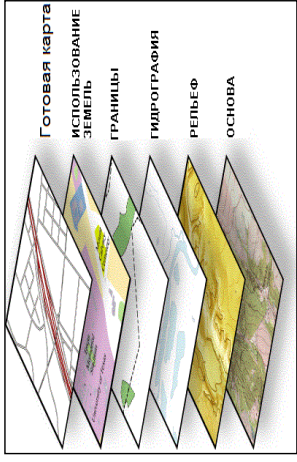


Рисунок 4.5 - Порядок составления карты мелиоративного состояния земель с использованием ГИС-технологии

4.2 Карты оценки мелиоративного состояния земель в существующих условиях

Мелиоративное состояние орошаемых земель оценивается по типу и степени засоленности почвы, по глубине грунтовых вод и их минерализации [Методические рекомендации..., 1978, Методические рекомендации..., 1998; Нормативно-методическое обеспечение..., 2003]. В последнее время по причинам низкого технического состояния оросительных систем и их КПД, нарушений режима орошения и правил полива сельскохозяйственных культур, низкого уровня эксплуатации мелиоративных систем практически повсеместно ухудшилось мелиоративное состояние орошаемых земель Республики Таджикистан. Неудовлетворительное мелиоративное состояние земель распространено особенно в районах Вахшской долины (Вахшского, Кумсангирского, Шартузского, Джиликульского, Носири Хисравского, Бохтарского, Кумсангирского, Дж. Руми) и других. Распределение орошаемых земель по степени засоления почв и по глубине УГВ по данным Таджикской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (ТГМЭ) приведено в таблицах 4.1 и 4.2 [Сангинов, Алиев, Амиджанов, 2001].

Таблица 4.1 - Распределение орошаемых почв (га) по степени засоления (в слое 0-100 см) (данные ТГМЭ на ноябрь 1996 г.)

Регион	Незасо- лённые	Слабозасо- лённые	Среднезасо- лённые	Сильнозасо- лённые
Ленинабад	197270	46682	10589	4776
РРП	99906	130	28	25
Куляб	76486	2273	779	192
Курган- Тюбе	197650	26504	14945	2620
Всего по республике	593449	75589	26341	7621

Анализ данных таблицы 4.1 показывает, что в 1996 году было зафиксировано почти 110 тыс. га земель с различной степенью засоления, что составляет 15,6% общей орошаемой

площади. Как отмечают авторы, из них 34 тыс. га это новоорошаемые земли природного засоления, не прошедшие необходимый рассолительный мелиоративный период. На площади 76 тыс. га засоление почв считается вторичным. Это земли староорошаемых участков Вахшской долины и других районов.

Таблица 4.2 - Распределение площадей орошаемых земель по глубине залегания уровня грунтовых вод, га (данные ТГМЭ, 1996 г.)

Регион	Уровень залегания грунтовых вод, м					
	менее 1,0	1,0 – 1,5	1,5 – 2,0	2,0 - 3,0	3,0 – 5,0	более 5,0
Ленинабад	1572	9051	11325	28750	33680	169921
РРП	444	1376	2692	8595	13693	73289
Куляб	870	5460	12180	21210	13754	26256
Курган-Тюбе	5974	12604	23123	58925	92724	48377
Всего по республике	8860	28491	54330	117480	153859	339930

Площадь орошаемых земель с глубиной УГВ до 1,5 м (таблица 4.2) составляет по республике 37351 га, из которых почти половина (18578га) приходится на Курган-Тюбинскую зону, т.е. регион Вахшской долины. Сравнивая данные о глубине УГВ за 1996 и 1995 годы специалисты ТГМИ отмечают, что за год площадь земель с уровнем грунтовых вод до 1,0 м увеличилась на 2,6 тыс. га, с уровнем от 1,0 до 1,5 м на 3,6 тыс. га, а также от 1,5 до 2,0 м на 4,6 тыс. га. Это указывает на интенсивный годовой прирост площадей близко залегающих грунтовых вод. При этом распределение орошаемых земель по минерализации грунтовых вод в сравнении с прошлыми годами практически не изменилось.

По подсчётам специалистов ежегодные потери урожая хлопка-сырца, вследствие засоления почв в республике, оценивается в 40 %. Улучшение мелиоративного состояния таких земель равноценно дополнительному вводу 25-30 тыс. га орошаемых земель. Учитывая, что стоимость мероприятий по рассолению земель в 5-10 раз ниже затрат по освоению новых

площадей, мелиоративные мероприятия по промывке на фоне эффективной работы дренажа должны осуществляться в первую очередь [Назриев, Хисориев, 2001].

Как отмечают Б.М.Кизяев и Л.В.Кирейчева [Кизяев, Кирейчева, 2014] важное направление во всём мире связано с проблемами мелиорации засоленных земель. Такими учёными как В.И.Бобченко, Б.А.Зимовец, С.И. Мясишев, В.С.Макарова, А.А.Сидько, Г.М.Нешумов, Яшин В.М. и др. разработаны технологии освоения первично засоленных земель капитальными промывками и промывками на фоне временного и вертикального дренажа, и мероприятия на осолонцованных почвах, обеспечивающие благоприятный мелиоративный режим. Разработаны теория и методы прогнозирования водно-солевого режима почв, основанные на физико-химических процессах, и теории массопереноса, которые отражены в трудах И.П. Айдарова, В.С. Борисова, А.И Голованова, Л.В. Кирейчевой, А.Н. Николаенко, А.М. Якиревича, Л.М. Рекса и других.

Ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель, расположенных в долинах, происходит в первую очередь на ниже расположенных террасах за счет потерь оросительной воды как этих террасах, так и выше расположенных землях. При орошении Вахшской долины также отмечается данная закономерность (Кац, 1976). Данные наблюдений мелиоративной службы показывают, что земли расположенные на более высоких отметках имеют благоприятное мелиоративное состояние, например земли Сарбандского района. С понижением земель в направлении р. Вахш, (земель Вахшского, Кумсангирского, Шаартузского и др районов) наблюдается увеличение площади с неудовлетворительным состоянием, как по засолённости почв, так и по глубине УГВ.

Для выявления закономерностей формирования и оценки мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшского района нами были обобщены материалы проектного института «Таджикгипрозем» [Статистический отчёт по солевой съёмке 1997 и 2009гг.] по агропочвенным обследованиям 1974 года и солевой съёмки 1997 г. и в течение 2011 – 2013 годов проведены комплексные натурные исследования на трех опытно-производственных участках. Материалы исследований отдель-

ных характеристик мелиоративного состояния и их распределение по площадям по данным ранее проведенных работ приведены в таблицах 4.3 – 4.6.

Таблица 4.3 - Динамика площадей засоленных почв на орошаемых землях Вахшского района (в слое 0 – 50 см)

Степень засоления почв	Время съёмки				Разница	
	1974		1997-1998		Площадь	
	Площадь		Площадь			
	га	%	га	%	га	%
Незасоленные	10473	39,7	2566	7,8	- 7907	- 31,19
Слабозасоленные	5905	22,3	11591	35,4	+ 5686	+ 13,1
Среднезасоленные	1582	6,0	4968	15,1	+ 3386	+ 9,1
Сильнозасоленные	988	3,7	2323	7,1	+ 1335	+ 3,4
Очень сильнозасоленные	1135	4,3	1243	3,8	+ 8	+ 0,5
Под водой, дорогами, населёнными пунктами и прочие земли	6310	24,0	10118	30,8	+ 3808	+ 6,8
Общая площадь	26393	100,0	32809	100,0		

Результаты сопоставления площадей с различными характеристиками за характеризующий период (23 года) показывают, что общая площадь орошаемых земель в Вахшском районе увеличилась на 6416га или 24,3%, а площадь земель с разной степенью засоления (таблица 4.3) увеличилось в 2,1 раза. Увеличение площади засоленных земель произошло за счет уменьшения площади земель с незасоленными почвами. По данным таблицы 4.4 видно, что площадь земель с несолончаковыми почвами за рассматриваемый период уменьшилась на 31,9%, при этом увеличились площади земель со слабосолончаковыми почвами. Если в 1974 г. площади земель с разными степенями солончаковатости составляли 8850 га или 33,5%, то в 1997г они равнялись 19619 га или 59,8% общей площади.

Таблица 4.4 - Динамика площадей солончаковатых орошаемых почв на территории Вахшского района (в слое 50 – 100 см)

Степень солончаковатости почв	Время съёмки				Разница	
	1974		1997-1998		Площадь	
	Площадь		Площадь			
	га	%	га	%	га	%
Несолончаковатые	11233	42,5	3072	9,4	- 8161	- 33,1
Слабосолончаковатые	6720	25,4	18227	55,6	+ 11507	+ 30,2
Среднесолончаковатые	1044	4,0	831	2,5	- 213	- 1,5
Сильносолончаковатые	705	2,7	212	0,6	- 493	- 2,1
Очень сильносолончаковатые	381	1,4	349	1,1	- 32	- 0,3
Под водой, дорогами, населёнными пунктами и прочие земли	6310	24,0	10118	30,8	+ 3808	+ 6,8
Общая площадь	26393	100,0	32809	100,0		

Следует отметить, что площади земель со средне-, сильно- и очень сильносолончаковатыми почвами уменьшились за счет перехода в слабосолончаковатые почвы. Возможно на это оказали влияние грунтовые воды, площади с близким залеганием которых увеличились (таблица 4.5).

Таблица 4.5 - Динамика площадей с различной глубиной УГВ на орошаемых землях Вахшского района

Глубина залегания уровня грунтовых вод, м	Время съемки				Разница	
	1974 г.		1997-1998 г.			
	Площадь		Площадь		Площадь	
	га	%	га	%	га	%
<1.0	274	1.0	1395	4.3	+ 1121	+ 3,3
1.0-1.5	1684	6.4	4709	14.3	+ 3020	+ 7,9
1.5-2.0	2821	10.7	4547	13.9	+ 1726	+ 3,2
2.0-2.5	3067	11.6	2216	6.8	- 851	- 4,8
2.5-3.0	1882	7.1	1041	3.2	- 841	- 3,9
3.5-4.0	1683	6.4	506	1.5	- 1177	- 4,9
Более 4.0 /в галечники /	8672	32.8	8277	25.2	- 395	- 7,6
Под водой, под дорогами, населенными пунктами и прочие земли	6310	24.0	10118	30.8	+ 3808	+ 6,8
Общая площадь	26393	100.0	32809	100.0		

Увеличились площади с пресными и слабоминерализованными грунтовыми водами и, соответственно, уменьшились площади с минерализацией грунтовых вод 3-10 г/л и более. Отмечается следующая закономерность - засоленные почвы приурочены к участкам, где минерализованные грунтовые воды (>2,0 г/л) залегают на глубине менее 2,0 м.

Таблица 4.6 - Динамика площадей с различной минерализацией грунтовых вод на орошаемых землях Вахшского района.

Минерализация грунтовых вод, г/л	Время съемки				Разница	
	1974 г.		1997-1998 гг.		Площадь	
	Площадь		Площадь			
	га	%	га	%	га	%
<1	33	0.1	105	0.3	+ 72	+ 0,2
1-2	1301	5.0	1721	5.3	+ 420	+ 0,3
2-3	1613	6.1	3490	10.7	+1877	+ 3,6
3-5	3434	13.0	6574	20.0	+3140	+ 7,0
5-10	3334	12.6	3076	9.4	- 258	- 3,2
10	1696	6.4	1098	3.3	- 598	- 3,1
Более 4.0 /в галечники /	8672	32.8	6627	20.2	- 2045	-12,6
Под водой, под дорогами, населенными пунктами и прочие земли	6310	24.0	10118	30.8	+ 38808	+ 6,8
Общая площадь	26393	100.0	32809	100.0		

Детальное изучение формирования показателей мелиоративного состояния в современный период проведены нами на опытных участках. Результаты исследований засоленности почв приведены на рисунке 4.6.

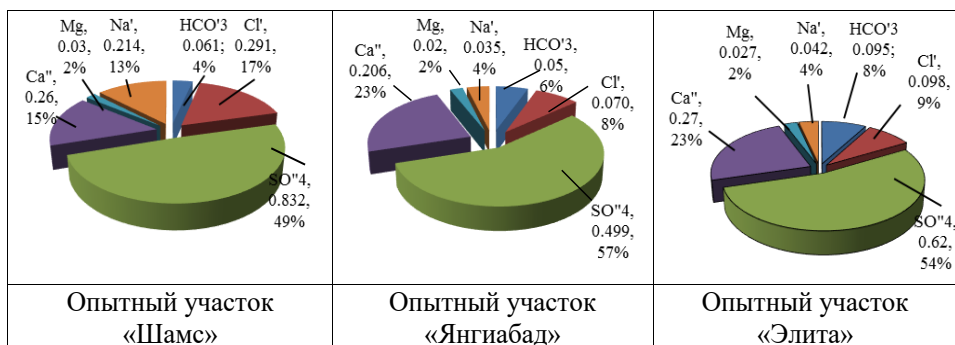


Рисунок 4.6 - Содержание солей в слое 0-50 см в % от массы сухой почвы.

В ионном составе солей горизонта почвы 0-50 см (в процентах от массы сухой почвы) на всех опытных участках преобладают сульфаты. Почвы по типу засоления относятся к сульфатному и хлоридно-сульфатному типам, а по степени засоления, определяемые нами по сумме солей, к сильнозасоленным почвам. Полученные результаты подтверждают проведенные ранее исследования в регионе и наблюдения мелиоративной службы.

Согласно плану развития сельского хозяйства Республики Таджикистан до 2050 года в Вашской долине запланировано довести площадь орошаемых земель до 150 тыс. га, из которой 32120 га расположена на землях Вахшского района. Освоение новых, преимущественно склоновыз земель, расположенных в восточной части района, планируется провести в два этапа: на первом - до 2030 года площадь орошаемых земель довести до 24050 га; на втором этапе - к концу планируемого периода – 32120 га.

По состоянию на 2014 год общая площадь земель Вахшского района равняется 95988,7 га, а площадь орошаемых земель составляет 22898 га. Распределение земель района по джомаатам с оценкой мелиоративного состояния орошаемых земель представлено в таблице 4.7, по данным которой видно, что основная часть площадей (14520 га) имеет хорошее

мелиоративное состояние, около трети (7317 га) – неудовлетворительное и около 5-ти % (1061 га) – удовлетворительное.

Таблица 4.7 Площадь и мелиоративное состояние орошаемых земель Вахшского района по джамоатам по состоянию на 2014 год

№ п/п	Наименование джамоатов	Площадь, га				
		Общая	Орошаемая	Мелиоративное состояние земель		
				Хорошее	Удовлетворительное	Неудовлетворительное
1	Таджикабад	4232,70	3273	2124	140	1009
2	Вахдат	6447,90	4034	2779	250	1015
3	П.Г.Т. Киров	5980,73	3944	2814	130	990
4	Рудаки	3947,97	2662	1553	110	999
5	П.Г.Т. Вахш	211,98				
Продолжение таблицы 4.7						
6	20-летие независимости Таджикистана	7099,84	4298	2924	141	1233
7	Машгал	68067,58	4687	2326	290	2071
8	Прочие земли					
	Всего	95988,70	22898	14520	1061	7317

Используя исходные материалы (карты) распределения показателей мелиоративного состояния по джамоатам в соответствии с вышеизложенной методикой (п.4.1), составлена карта мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшской долины на примере Вахшского района по состоянию на 2014 год (рисунок 4.7).

Анализ расположения орошаемых земель с неудовлетворительным мелиоративным состоянием в сопоставлении с геоморфологической картой (рисунок 2.1)

показывает, что основная их часть приурочена к относительно пониженным территориям, где подъем грунтовых вод происходит за счет потерь оросительной воды собственно на данной территории и бокового притока грунтовых вод с вышерасположенных орошаемых земель.

4.3 Прогноз изменения мелиоративного состояния земель до 2030 и 2050 г.г. в условиях изменения климатических факторов

Многочисленными исследованиями во многих регионах мира с развитым орошаемым земледелием установлено, что орошение вызывает подъем грунтовых вод и переувлажнение земель за счет дополнительного поступления оросительной воды на территорию. Если грунтовые воды имеют повышенную минерализации, то при усилении их испарения происходит вторичное засоление орошаемых почв. На орошаемые земли соли также поступают с оросительной водой. Глубина уровня грунтовых вод, показатели солевого режима почв и агрофизические свойства почв являются основными показателями мелиоративного режима орошаемых земель [Кирейчева, Юрченко, Яшин, 2014].

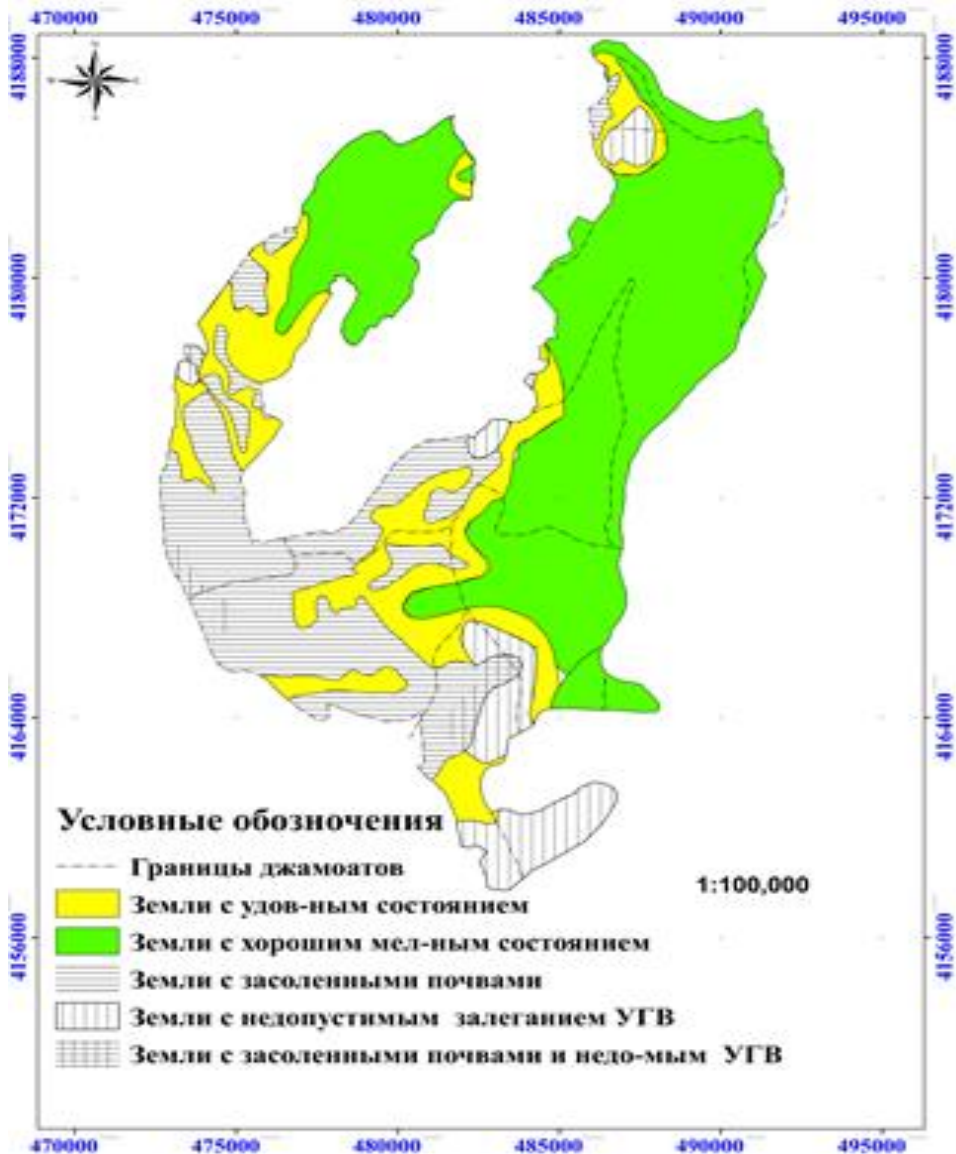


Рисунок 4.7 - Карта мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшского района по состоянию на 2014 год

Глобальные изменения климатических показателей влияют на изменения мелиоративного режима опосредованно через усиление сухости территории, изменения гидрологического режима рек, увеличения солнечных дней, усиление ветрового режима и других процессов, которые приводят к интенсификации деградационных процессов на орошаемых землях. Поэтому прогнозирование изменения мелиоративного состояния выполняется на основе статистического анализа, позволяющего судить о развитии ситуации в целом. Кроме того, использованы результаты натуральных исследований формирования показателей мелиоративного режима на опытных участках.

Одной причин вторичного засоления почв является поступления солей вместе с оросительной водой. Поэтому нами выполнена оценка качества оросительной воды и возможного влияния на накопление солей в орошаемых почвах. Изучению влияния качества оросительной воды на развитие процессов засоления и осолонцевания почв посвящены работы В.В.Докучаева, А.Н.Костякова, В.А.Ковды, С.Я.Бездниной, И.С.Рабочева, И.П.Айдарова, О.Г.Граммтикати, Б.А.Зимовца, А.И.Голованова, А.Б.Хитрова, Н.Г.Минашиной, А.И.Королькова, И.Н.Антипова-Каратаева и др.). Современные принципы нормирования и методы оценки качества воды для орошения изложены в работах С.Я. Бездниной [Безднина.,1997, 2013]. Для учета влияния минерализации оросительной воды на растения, плодородие почв и их структурные свойства в соответствии с ГОСТом 17.1.2.03-90 рекомендуется выполнение комплексной оценки по агрономическим, экологическим и техническим критериям. Оросительная вода, имеющая водородный показатель рН 6,5-8,4 пригодна для полива сельхозкультур на всех типах почв, а использование воды с другими значениями рН должно быть обосновано.

Почвенно-мелиоративная оценка качества оросительной воды по степени опасности развития процессов общего (минерализация воды) и хлоридного (Cl⁻) засоления; натриевого (Na^+/Ca^{2+}) и магниевое (Mg^{2+}/Ca^{2+}) осолонцевания и

содообразования $[(\text{Co}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$ почв была выполнена по классификации (таблица 4.8) представленной в работе [Николаенко, Максименко, 2014], которая основана на работах Н.И. Базилевич, Е.И.Панковой [Базилевич, Панкова, 1968] и С.Я.Бездниной [Безднина, 1997].

Для выявления влияния минерализации оросительной воды на засоление и осолонцевания почвы и формирования дренажного стока проведены наблюдения за изменением химического состава компонентов гидросферы на опытных участках. Результаты сезонных изменений минерализации в начале и конце вегетационных периодов показаны в таблице 4.9.

Таблица 4.8 - Почвенно-мелиоративная классификация оросительных вод

Класс воды	Минерализация воды, г/л для орошения почв			Концентрация ионов в оросительной воде, мг-экв/л., при оценке опасности развития процессов осолонцевания			
	с тяжелым гранулометрическим составом и имеющих ППК >30	со средним гранулометрическим составом и имеющих ППК 15.....30	с легким гранулометрическим составом и имеющих ППК < 15	хлоридного засоления Cl^-	Натриевого осолонцевания $(\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+})$	Магниевого осолонцевания $(\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+})$	Содообразования $[(\text{Co}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$
I	0,2...0,5	0,2...0,6	0,2...0,7	< 2	< 0,5	< 1	< 1
II	0,5...0,8	0,6...1	0,7...1,2	2...4	0,5...1	1...1,5	1...1,25
III	0,8...1,2	1...1,5	1,2...2	4...10	1...2	1,25...2,0	1,25...2,25
IV	> 1,2	> 1,5	> 2	> 10	> 2	> 2,5	> 2,5

Оценка показала, что по качеству оросительная вода вполне пригодна для орошения. Величина минерализации в течение вегетационного периода снижается от 754,5-815,6 мг/л до 259,0-328,54 мг/л за счет поступления талых вод. По почвенно-мелиоративной классификации (табл. 4.9) вода в вегетационный период соответствует второму и первому классам. По показателю рН почвы (рН=6,9) и другим критериям [Николаенко, Максименко, 2014] вода может быть использована для полива на всех типах почв.

За все годы исследований на опытных участках в вегетационные периоды проводилось по 6-8 поливов с оросительной нормой брутто 5450-7200 м³/га. С поливной водой на поле ежегодно поступало, примерно, от 4,11-5,43 до 4,44-5,87 т/га растворимых солей. При нормативном функционировании КДС, аэрации почв и свободного оттока излишней влаги в грунтовые воды поступление такого количества солей не оказывает значительного влияния на мелиоративное состояние земель, т.к. они промываются фильтрационной водой и отводятся с помощью КДС. Однако техническое состояние КДС на опытных участках, как и на всей территории Вахшской оросительной системы, не отвечает современным требованиям, поэтому оно может быть одной из причин вторичного засоления почв на орошаемых землях.

Таблица 4.9 Динамика минерализации оросительной воды, грунтовых и коллекторно-дренажных вод на опытных участках в конце и начале вегетационного периода, мг/л

Опытный участок	Сезон	Минерализация, мг/л		
		Оросительная вода	Грунтовые воды	Дренажный сток
Шамс	17.11.2011	259,0	2350	2196
	03.04.2011	815,6	2245	2075
	28.09.2012	328,5	2296	2397
	29.04.2012	754,3	2102	2296
	10.11.2013	296,3	2062	2185
	15.04.2013	778,4	2086	2159
Элита	17.11.2011	259,0	2495	2256
	03.04.2011	815,6	2384	2458
	28.09.2012	328,5	2102	2296
	29.04.2012	754,3	2987	2875
	10.11.2013	296,3	2427	2446
	15.04.2013	778,4	2319	2476
Янгиабат	17.11.2011	259,0	2763	2320
	03.04.2011	815,6	2695	2470
	28.09.2012	328,5	2865	2409
	29.04.2012	754,3	2762	2337
	10.11.2013	296,3	2606,	2635
	15.04.2013	778,4	2559	2492

Глубина уровня грунтовых вод на опытных участках в течение вегетационных периодов колеблется в пределах 1,48 – 2,85 м (таблица 4.10). Некоторое снижение уровня на участке «Шамс» в осенне-зимний период 2012 и 2013 г.г. по сравнению с 2011-ым годом обусловлено очисткой в 2012 году дренажа на соседнем участке. А в вегетационные периоды на всех участках наблюдается закономерная динамика УГВ, обусловленная фильтрацией воды из оросительной сети и на поле при поливах, которую Д.М. Кац определил как «ирригационный тип режима грунтовых вод» [Кац, 1976].

Значения минерализации грунтовых вод на полях и дренажного стока (таблица 4.9) в пределах всех участков изменяются в

достаточно узких пределах от 2.1 до 3.0 г/л. По классификациям Н.Г. Минашиной [Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации, 1981] они относятся к типу слабоминерализованных. Полученные результаты изучения динамики уровня и минерализации грунтовых вод показывают, что на опытных участках сложился зарегулированный режим грунтовых вод.

Таблица 4.10 – Изменения глубины грунтовых вод на опытных участках

Опытные участки	Год	Месяц											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Шамс	2011	1,37	1,34	1,48	1,28	1,58	2,23	2,28	2,27	2,35	2,38	2,28	2,15
Янгибад		2,10	2,75	2,58	2,25	2,20	2,16	2,11	2,05	2,22	2,38	2,58	2,15
Элита		2,55	2,23	1,98	1,80	1,85	2,27	2,31	2,39	1,43	1,47	1,35	1,40
Шамс	2012	2,34	2,33	2,44	1,38	1,45	2,13	2,22	2,27	2,20	2,85	2,78	2,32
Янгибад		2,15	2,15	2,25	2,20	2,25	2,25	2,18	2,20	2,08	2,20	2,28	1,65
Элита		2,25	2,25	2,15	2,15	2,20	1,25	1,35	1,45	1,20	1,25	1,27	1,22
Шамс	2013	2,50	2,85	2,25	1,95	1,64	1,75	1,75	1,45	2,20	2,20	2,25	2,12
Янгибад		1,30	1,40	2,25	2,55	2,24	2,25	1,90	2,20	2,30	2,20	2,30	2,25
Элита		2,65	1,20	1,28	1,24	1,35	2,15	1,98	2,51	1,45	1,51	1,45	1,55

Результаты исследований формирования мелиоративного состояния орошаемых земель позволяет использовать методику прогноза мелиоративного состояния орошаемых земель при существующем состоянии оросительной системы и КДС, основанную на ретроспективном анализе многолетних исследований за динамикой мелиоративного состояния земель и на результатах собственных исследований. При этом автоматически учитывается весь комплекс воздействующих на мелиоративное состояние орошаемых земель факторов как естественных, (в том числе изменение климата), так и антропогенных, в качестве исходных материалов для прогноза использованы результаты агропочвенного обследования 1974 года и солевой съемки 1997-1998 г.г. проектного института «Таджикгипрозем» и вышеприведенные результаты собственных опытно-экспериментальных

исследований. Прогноз на перспективу выполняется при условии сохранения современного состояния оросительной системы, состояния коллекторно-дренажных и водосборно-сбросной сетей, а также технологий орошаемого земледелия на основе ретроспективного анализа и экстраполяции на прогнозируемый период показателей мелиоративного состояния. В качестве которых используются площади засоленных и солончаковых почв, площади с различной глубиной УГВ и различной минерализацией грунтовых вод на территории Вахшского района в качестве примера для Вахшской долины. Исходные данные и результаты прогнозных оценок представлены в таблицах 4.11-4.14. Результирующие прогнозные оценки в картографическом виде на 2030 и 2050 годы показаны на рисунке 4.8.

Таблица 4.11 - Динамика и прогноз мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшского района по засолённости почв

Мелиоративное состояние почв	Время съёмки				Изменение состояния почвы за истекший период		Прогноз мелиоративного состояния почвы			
	1974		1997				на 2030 г.		на 2050 г.	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Хорошее	10473	39,7	2566	7,8	-7907	-31,9	2309	6,5	3188	6,6
Удовлетворительное	7487	28,3	16559	50,5	+9072	+21,2	17585	49,5	23232	48,1
Неудовлетворительное	2123	8,0	3566	10,9	+1443	+3,9	4156	11,7	5700	11,8
Под водой, дорогами, населёнными пунктами и прочие земли	6310	24,0	10118	30,8	+ 3808	+ 6,8	11474	32,3	16180	33,5
Продолжение таблицы 4.11										
Общая площадь	26393	100	32809	100	+6416	+ 24,3	35524	100	48300	100
В том числе орошаемая	20083	76	22691	69,2	2608	+3,01	24050	67,7	32 120	66,5

Результаты прогнозных оценок формирования мелиоративного состояния орошаемых земель в Вахшской долине на примере Вахшского района показывают, что процессы вторичного засоления орошаемых почв будут иметь прогрессирующее продолжение и площади засоленных почв будут увеличиваться. Причиной усиления, как показано выше, является повышение сухости климата, сопровождающееся усилением ветровой активности, что приводит к интенсификации процессов испарения почвенной влаги и, следовательно, накопления солей в корневой зоне.

Таблица 4.12 - Динамика и прогноз мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшского района по солончаковатости почв

Мелиоративное состояние почв	Время съёмки				Изменение состояния почвы за истекший период		Прогноз мелиоративного состояния почвы			
	1974		1997				на 2030 г.		на 2050 г.	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Хорошее	11233	42,5	3072	9,4	-8161	- 33,1	3233	9,1	4926	10,2
Удовлетворительное	7764	29,4	19058	58,1	+11294	+28,7	20072	56,5	26166	54,1
Неудовлетворительное	1086	4,1	561	1,7	-525	-2,4	746	2,1	1031	2,3
Под водой, дорогами, населёнными пунктами и прочие земли	6310	24,0	10118	30,8	+ 3808	+ 6,8	11474	32,3	16180	33,5
Общая площадь	26393	100	32809	100	+6416	+ 24,3	35525	100	48300	100
В том числе орошаемая	20083	76	22691	69,2	2608	+3,01	24050	67,7	32 120	66,5

Развитие солончаковатости орошаемых почв на перспективу имеет положительную направленность, обусловленную хорошим качеством оросительной воды и, по-видимому, в целом промывным режимом орошения. По

прогнозу (таблица 4.12) площади с солончаковатыми почвами уменьшаются.

Неудовлетворительное состояние коллекторно-дренажных систем, не соблюдение проектных режимов орошения и плохое техническое состояние оросительных систем приводит к подъему грунтовых вод, их длительное

Таблица 4.13 - Динамика и прогноз мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшского района по глубине УГВ

Мелиоративное состояние почв	Время съёмки				Изменение состояния за истекший период		Прогноз мелиоративного состояния			
	1974		1997				на 2030 г.		на 2050 г.	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Хорошее	10355	39,2	8783	-26,7	-1572	-12,5	7866	22,1	8936	18,5
Удовлетворительное	9454	35,8	12513	+38,2	+3059	+2,4	14388	40,5	20044	41,5
Неудовлетворительное	274	1,0	1395	4,3	+1121	+3,3	1812	5,1	3140	6,5
Под водой, дорогами, населёнными пунктами и прочие земли	6310	24,0	10118	30,8	+ 3808	+ 6,8	11474	32,3	16180	33,5
Общая площадь	26393	100	32809	100	+6416	+ 24,3	35525	100	48300	100
В том числе орошаемая	20083	76	22691	69,2	2608	+3,01	24050	67,7	32 120	66,5

Таблица 4.14 - Динамика и прогноз мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшского района по минерализации грунтовых вод

Мелиоративное состояние почв	Время съёмки				Изменение состояния почвы за истекший период		Прогноз мелиоративного состояния почвы, га			
	1974		1997				на 2030 г.		на 2050 г.	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Хорошее	1334	5,1	1826	5,6	+492	+0,5	2238	6,3	3140	6,5
Удовлетворительное	5047	49,1	10064	30,7	+5017	+10,6	10124	28,5	12800	26,5
Неудовлетворительное	13702	51,8	10801	32,9	-2901	-18,9	11688	32,9	16180	33,5
Под водой, дорогами, населёнными пунктами и прочие земли	6310	24,0	10118	30,8	+ 3808	+ 6,8	11474	32,3	16180	33,5
Общая площадь	26393	100	32809	100	+6416	+ 24,3	35525	100	48300	100
В том числе орошаемая	20083	76	22691	69,2	2608	+3,01	24050	67,7	32 120	66,5

нахождение в вегетационные периоды на небольшой глубине (таблица 4.10 по данным исследований на опытных участках) способствует развитию процессов вторичного засоления. По результатам прогноза площади земель с недопустимой глубиной УГВ (таблица 4.10) увеличиваются и они преимущественно приурочены (рисунок 4.8) к пониженным элементам рельефа.

Площади земель с неудовлетворительным состоянием по минерализации грунтовых вод на прогнозный период практически не изменяются. Эта закономерность характерна для староорошаемых земель, что и показали натурные исследования на опытных участках, где за три года величина минерализации осталась на низком уровне и изменялась по сезонам года в пределах от 2 до 3 г/л (таблица 4.9).

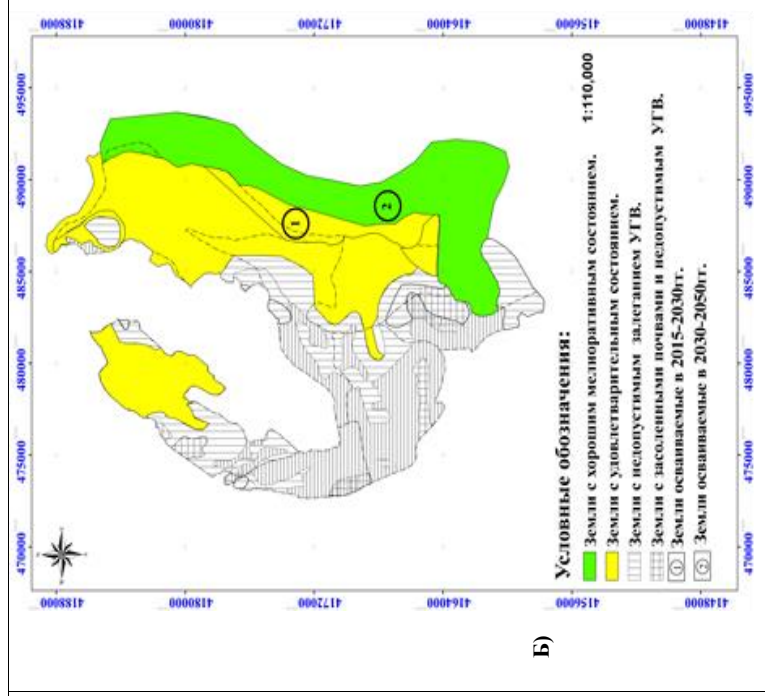
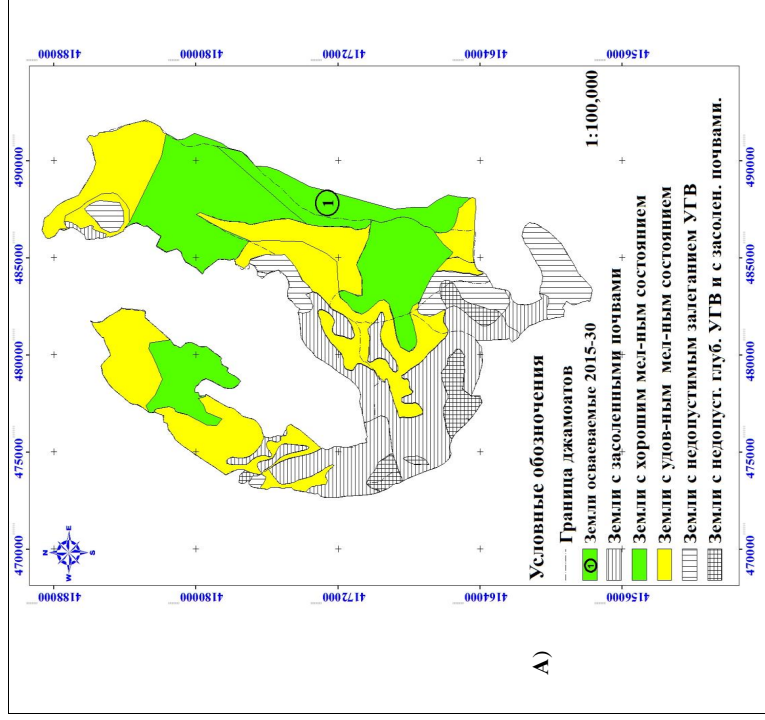


Рисунок 4.8 – Прогнозные карты мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшского района по состоянию на 2030 год (А) и на 2050 год (Б) при эксплуатации систем в существующем техничском состоянии оросительной и коллекторно-дренажной сетей

Выполненные прогнозы показывают общее увеличение площади земель с неудовлетворительным мелиоративным состоянием в Вахшской долине, что, безусловно, влияет на продуктивность земель и снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Эти проблемы будут обостряться в условиях потепления климата за счет увеличения интенсивности испарения воды из верхних слоёв почвы и, как следствие, вторичного засоления. Для предотвращения этих процессов необходимо предусмотреть соответствующие технико-технологические, агротехнические, мелиоративные и эксплуатационные мероприятия.

Выводы по главе 4

В главе рассмотрены результаты натурных исследований на опытных участках и обобщены материалы ранее проведенных агропочвенных исследований проектного института «Гаджикгипрозем». На основе общепринятых подходов изложена методика построения карт мелиоративного состояния орошаемых земель с использованием ГИС-технологий. В качестве исходной информации используются почвенная карта, карты засоленности и солончаковатости почв, карты глубин УГВ и минерализации грунтовых вод. Разработаны таблица атрибутов и информации на примере опытно-производственных участков «Янгиабад», «Элита» и «Шамс».

Выполнен анализ динамики площадей засоленных и солончаковатых орошаемых почв и площадей с различной глубиной залегания уровня и минерализации грунтовых вод по территории Вахшского района. С использованием результатов исследований на опытных участках установлены закономерности динамики показателей мелиоративного режима. Наблюдается увеличение площадей с засоленными почвами и с недопустимой глубиной УГВ, уменьшение площадей с солончаковатыми почвами и приблизительная стабилизация площадей по минерализации грунтовых вод. Проблемы увеличения площадей засоленных почв будут обостряться в условиях потепления климата за счет увеличения интенсивности

испарения воды из верхних слоёв почвы и, как следствие, вторичного засоления.

Изложена методика оценки и прогноза мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшской долины на примере Вахшского района на основе ретроспективного анализа и ГИС-технологии. Выполнен прогноз изменения показателей мелиоративного состояния орошаемых земель в условиях существующего технического состояния оросительной системы и КДС и составлены прогнозные карты по состоянию на 2030 и 2050 годы. Выполненные прогнозы показывают общее увеличение площади земель с неудовлетворительным мелиоративным состоянием в Вахшской долине, что отрицательно влияет на продуктивность земель и снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Для предотвращения этих процессов необходимо предусмотреть мероприятия по рассолению (промывке) засоленных почв, мероприятия по снижению инфильтрационных потерь оросительной воды, применение водосберегающих технологий и содержание оросительной и коллекторно-дренажной сетей в нормативном состоянии.

ГЛАВА 5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ И АДАПТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

5.1 Рекомендации по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и адаптации сельскохозяйственного производства и с учётом изменения климата

5.1.1 Рекомендации по улучшению мелиоративного состояния земель в условиях изменения климата

В условиях глобального потепления климата характерным видом деградации земель, особенно для исследуемой орошаемой территории Вахшской долины, являются засоленность почвы и эродированность земель, очень сильно зависящие от температурных явлений. Это связано тем, что год от года повышение температуры воздуха, что обосновано в гл. 4, может привести к интенсивному испарению влаги с зоны аэрации почвы и испарению грунтовых вод. При испарении минерализованных грунтовых вод, происходит интенсивное накопление соли в почве, что способствует её засолению и увеличению площади засоленных земель. Кроме того, потепление воздуха, вызывает интенсивному высушиванию поверхности земли, и, при ветровых явлениях, что их скорость, в долине, доходит до 15-16 м/с и более, усиливается эрозионные процессы и деградации земель.

Установлено, что деградация почв наносит значительный ущерб плодородию орошаемых земель Республики Таджикистан [Ахмадов, 2010; Турсунов, Мансуров, Ахмадов, 2011; Кадамов, Икромов, 2015 и др.].

Как отмечалось выше, исследования С.Ф.Абдуллаева и др. [Абдуллаев, Назаров, Маслов, 2012, 2013] по изучению влияния запыленности воздуха на качество и урожайность сельскохозяйственных культур показали, что она нарушает работу устьиц листьев, ограничивает процесс транспирации, способствует повышению температуры листьев на 2-4⁰С и более по сравнению с условиями чистого воздуха и ослабляет процесс фотосинтеза. Всё это приводит к ухудшению качества продукции к уменьшению урожая.

Согласно исследованиям В.П.Максименко и др. [Максименко, Губин, Кудрявцева, 2014] деградация земель, выраженная в виде засоления почв, являются наиболее распространенным способом деградации. Оно более характерно для условий засушливых территорий как Вахшская долина Республики Таджикистан. Для засоленных земель свойственно повышение содержание токсичных для растений солей преимущественно содержащих натрий. Снижение урожайности сельскохозяйственных культур начинается при содержании растворимых солей 0,2-0,3%, а для солевыхносильных 0,3-0,4% от массы почвы. Для улучшения мелиоративного состояния земель с засоленными почвами проводят их рассоление путём их промывки. Согласно рекомендациям академика Б.М.Кизяева и др. [Кизяев, Кирейчева, Максименко и др., 2000], процесс промывки засоленных орошаемых земель наиболее эффективно проводится на фоне временного или постоянного дренажа. Основываясь на проведённых исследованиях, а также на опыте разработанных ранее рекомендаций, для улучшения мелиоративного состояния орошаемых территорий Вахшской долины с учётом глобального изменения климата рекомендуется проведение следующих мероприятий:

А) на территориях, не имеющих коллекторно-дренажной сети:

- строительство коллекторно-дренажной сети со всеми необходимыми гидротехническими сооружениями на них, обеспечивающие аэрацию почвы и нормальный режим работы мелиоративной системы;

- проведение соответствующих мероприятий по технико-технологическому обслуживанию мелиоративной системы по своевременному выявлению недостатков, отказов и неисправностей;

- своевременное устранение выявленных недостатков системы путём проведения ремонтно-восстановительных работ;

- проведение постоянного надзора и наблюдений по обеспечению нормального режима работы системы;

Б) на территориях с коллекторно-дренажными сетями:

- проведение мероприятий по очистке КДС от заиления и очистке дна и откосов открытых коллекторов от зарастания и засорения

- ремонт и восстановление гидротехнических сооружений на КДС;

- проведение систематического обслуживания и ремонта коллекторно-дренажной системы и гидротехнических сооружений на сети.

В) на всей территории Вахшской долины:

- восстановление функционирования учреждений, занимающихся почвенными исследованиями, восстановления гидрогеолого-мелиоративной экспедиции, выполняющей полный комплекс наблюдений за показателями мелиоративного состояния орошаемых земель в соответствии с имеющимися нормативно-методическими документами на современном техническом уровне (космическая съемка, съемка с применением беспилотных летательных аппаратов, ГИС-технологии и т.д.)

- восстановление всех наблюдательных мелиоративных скважин, солевых стационаров и гидрометрических постов;

- разработка и реализация мероприятий по снижению и поддержанию УГВ ниже критического уровня;

- для снижения фильтрационных потерь оросительной воды по возможности выполнить переустройство и реконструкцию существующих открытых оросителей на закрытую сеть;

- переустройство и реконструкции существующих не инженерных сооружений на инженерные;

- соблюдение правил эксплуатации оросительной и коллекторно-дренажной сетей;

- соблюдение режима орошения сельскохозяйственных культур;

- соблюдение севооборотов сельскохозяйственных культур;

- разработка и внедрение малообъемных способов орошения сельскохозяйственных культур, обеспечивающих экономию оросительной воды до 30 %;

- разработка новых технологий и технических средств орошения, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов;

- применение почвозащитных агротехнологий по предупреждению водной и ветровой эрозии почв;

- оборудование водоподводящей и водораспределительной оросительные сети от магистрального канала до внутривозделных оросителей, включая и распределение воды на поле, техническими средствами по вододелению и водоучету, что позволит повысить КПД оросительной сети и улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель;

- картирование засоленных земель и проведение мероприятий по рассолению почвы (капитальные и эксплуатационные промывки, предпосевные промывные поливы, промывной режим орошения и др. в зависимости от типа и степени засоления почв;

- разработка и реализация мероприятий по предупреждению и борьбе с усиливающейся ветровой эрозией почв.

5.1.2 Рекомендации по адаптации сельскохозяйственного производства к изменению климата с целью повышения производства сельскохозяйственной продукции

С целью повышения производства сельскохозяйственных продукции на мелиорируемых землях на основе обобщения результатов проведённых исследований, показывающих изменение климатических показателей, изменение речного стока и ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель, с учетом разработок и рекомендации учёных для адаптации сельскохозяйственного производства и рационального использования водных ресурсов к негативным последствиям изменения климата предлагается проведение следующих мер:

- Разработать новые засухоустойчивые сорта сельскохозяйственных культур, более устойчивые к потеплению климата;

- Разработать и реализовать систему севооборотов с постепенной частичной заменой традиционных влаголюбивых культур на менее влаголюбивые, что будет способствовать снижению до 50% и более оросительной нормы и экономии оросительной воды;

- Предусмотреть строительство лиманов и прудов-накопителей для сбора дождевых и талых вод и применение лиманного орошения. Это является одним из способов эффективного использования местного стока, позволяющий рационально использовать водные ресурсы и обеспечить защиту склоновых земель от водной эрозии, а населенных пунктов и других объектов инфраструктуры от подтопления и затопления;

- Повысить степень зарегулированности рек на ближайшую перспективу путем строительства водохранилищ в горных условиях для компенсации уменьшения объема водных ресурсов в ледниках в дальнейшей перспективе. Это связано с тем, что в ближайшей перспективе по причине потепления климата намечается увеличение водности рек вследствие интенсивного таяния ледников (см. гл. 3). Увеличение стока рек может вызвать катастрофические явления (наводнения, сели), частичное уничтожение сельскохозяйственных угодий, интенсификацию эрозионных процессов эрозии и снижение продуктивности земель, приводящие к потере сельскохозяйственной продукции и другие отрицательные последствия. В дальнейшей перспективе возможно уменьшение водности рек.

- В связи с опасностью интенсификации таяния ледников и увеличения водности рек необходимо предусмотреть проведение берегоукрепительных работ по строительству защитных сооружений в местах возможного прорыва берегов в ближайшей перспективе, что позволит предупредить отрицательное воздействие вод на сельскохозяйственные угодья и других отрицательных последствий;

- Разработать систему агротехнических, агро-мелиоративных и лесомелиоративных мероприятия по задержанию влаги атмосферных осадков в корнеобитаемом слое почвы, что позволит предупредить или понизить уровень опасности возникновения отрицательных последствий

неуправляемого стока воды (сели, наводнения и т.д.) в ближайшей перспективе и экономному использованию воды на дальнейшем перспективе;

- Применять инженерные методы защиты почв от наводнения, селей, водной и ветровой эрозии, тем самым способствовать сохранению их плодородия и продуктивности, обеспечивающих сохранение и увеличение валовое сбора сельскохозяйственной продукции;

- Предусмотреть другие мероприятия, способствующие улучшению мелиоративного состояния земель, повышению плодородия почвы и продуктивности каждого гектара, рациональному и эффективному использованию воды и увеличению производства сельскохозяйственной продукции.

5.2 Прогноз мелиоративного состояния орошаемых земель на 2030 год с учётом реконструкции КДС и освоения новых земель

Практическая реализация рекомендуемых нами мероприятий по реконструкции КДС, освоению новых земель, состав и размещение сельскохозяйственных культур в севообороте по рекомендуемой нами схеме предлагается произвести в два этапа.

В составе мероприятий первого этапа – до 2030 года предлагается выполнить:

а) Реконструкцию КДС на 20% площади орошаемых земель с неудовлетворительным и удовлетворительным мелиоративным состоянием (засоленных земель и земель с высоким УГВ). Реконструкция КДС на землях с удовлетворительным мелиоративным состоянием обосновывается тем, что техническое состояние КДС на этих площадях также в большинстве случаев находится в неудовлетворительном состоянии и имеется риск повышения грунтовых вод и вторичного засоления почв. Площадь таких земель в долине составляет $(100626 + 44069) * 0,2 = 28939\text{га}$ (табл. 4.1 и табл. 4.2), а в Вахшском районе – $8378 * 0,2 = 1675,6\text{га}$ (табл. 4.7).

б) Освоение новых земель на площади $(150000 - 115909) * 0,2 = 6818,2\text{га}$

в) Практическая реализация рекомендуемой нами схемы размещения сельхозкультур в севообороте на 50% орошаемых земель долины, включая староорошаемые и вновь осваиваемые территории

$$[(150000-115909) + 28939] * 0.5 = 31515 \text{ га.}$$

где: 150000 - планируемая площадь, освоенная на конец периода (2050г.);

115909 - площадь орошаемых земель долины на состоянии 2014года;

28939 - площадь земель, где производится реконструкция КДС.

Критерии выбора размещения сельскохозяйственных культур осуществлены в соответствии с «Национальной продовольственной программы Республики Таджикистан» и «Программы развития садоводства и виноградарства а Республике Таджикистан» [http://www.sng.allbusiness.ru/content/%20document_r_F27F87F1-7709-4684-8CE7-A89ABFD793B5.html].

Учитывая, что при реконструкции КДС на 20% орошаемых земель с неудовлетворительным мелиоративным состоянием их состояние улучшается и они переходят в категорию удовлетворительной, а часть земель (20%) с удовлетворительным мелиоративным состоянием переходят в категорию земель с хорошим мелиоративным состоянием составлена прогнозная карта мелиоративного состояния земель Вахшской долины на примере Вахшского района на конец 2030 года (рисунок 5.1).

Сопоставление прогнозных карт мелиоративного состояния Вахшской долины на 2030 год по условиям эксплуатации оросительных систем, характерным для 2014 года (рисунок 4.8 А и частичной реконструкции КДС и ввода новых земель (рисунок 5.1) показывает значительное снижение площадей с неудовлетворительным мелиоративным состоянием.

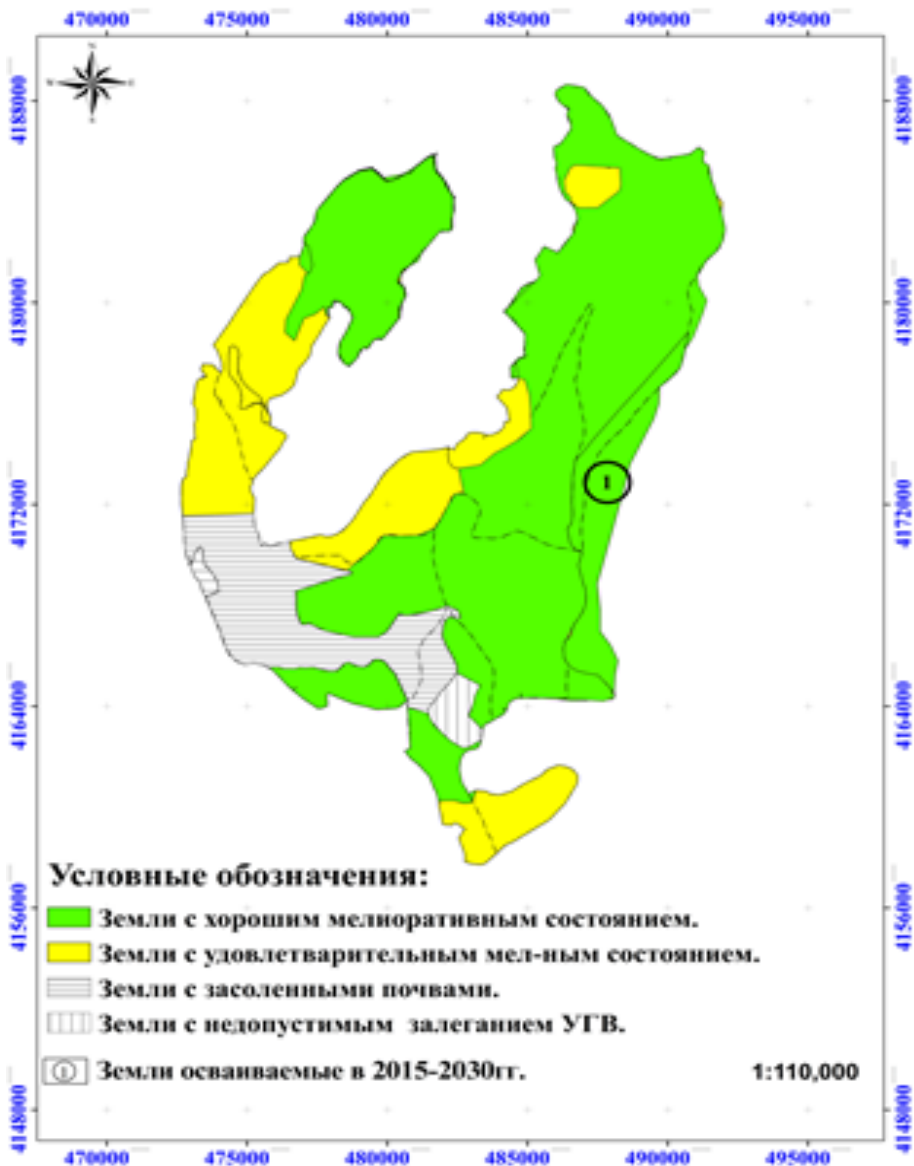


Рисунок 5.1 - Прогнозная карта мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшского района на конец 2030 года с учётом реализации рекомендуемых мероприятий.

5.3 Прогноз мелиоративного состояния на 2050 год при условии полной реконструкции КДС, освоения новых земель и изменения схемы землепользования

Для составления прогнозной карты мелиоративного состояния орошаемых земель на конец расчетного периода (2050 г.) мы основывались на том, что вновь осваиваемые земли будут иметь хорошее мелиоративное состояние и в результате реконструкции КДС мелиоративное состояние орошаемых земель будет улучшено. Предполагается, что земель с неудовлетворительным мелиоративным состоянием теоретически не должно оставаться, а земли с удовлетворительным состоянием переходят в категорию земель с хорошим мелиоративным состоянием.

Следует отметить, что при существующем состоянии КДС, из-за низкого их технического состояния, к концу 2050 года, практически все староорошаемые земли будут иметь неудовлетворительное мелиоративное состояние. Однако, как отмечалось выше при реконструкции КДС в период до 2030 года часть земель уже будут реабилитированы. Поэтому в расчетах мы принимаем площадь засоленных земель и земель с высоким стоянием УГВ на состоянии 2030 года, что ориентировочно будут соответствовать реальной ситуации. На данном этапе составление прогноза осуществляется с учетом:

- проведения реконструкции КДС на оставшегося 80% площади засоленных земель и земель с близким (до 3м от дневной поверхности) залеганием уровня грунтовых вод. Площадь таких земель в долине в соответствии с данными таблиц 4.1 и 4.2 равняется 44069 га и 100626 га, что с учетом 80 % составляет 115756га. В Вахшском районе площадь засоленных земель и земель с близким УГВ соответственно равняются 21741 га (табл. 4.11) и 16200 га (табл. 4.13), что в сумме с учетом 80 % составляет 30352,2 га;

б). Освоение новых земель на площади – $(150000 - 115909) * 0,8 = 27272,8$ га

- реализации рекомендуемой схемы изменения состава сельскохозяйственных культур и их размещения на всей площади орошаемых земель в Вахшской долине.

На основе указанных предпосылок разработана прогнозная карта (рисунок 5.2) мелиоративного состояния земель Вахшской долины на примере Вахшского района, составленная на конец 2050 года. Как видно из рисунка к 2050 году практически все земли Вахшского района перейдут в категорию с хорошим мелиоративным состоянием, что обеспечит повышение их продуктивности.

5.4 Анализ занятости орошаемых территорий Вахшской долины основными сельскохозяйственными культурами и рекомендации по формированию состава и структуры севооборота на перспективу в условиях изменения климата

Наряду с важными мероприятиями, обеспечивающими адаптацию сельскохозяйственного производства к негативным последствиям изменения климата, связанным с дефицитом водных ресурсов, в том числе широкое применение малообъемного орошения, действенным мероприятием водосбережения на орошении является замена в севообороте влаголюбивых технических культур на менее влаголюбивые и засухоустойчивые. Это обусловило актуальность исследований по формированию рационального состава и структуры севооборота на перспективу до 2050 г. в изменяющихся природных условиях, обеспечивающего рациональное использование оросительной воды на землях Вахшской долины. Одновременно решалась задача повышения производства продуктов питания в сельскохозяйственной отрасли с целью насыщения внутреннего рынка фруктами и виноградом, увеличения объёма экспорта продукции, обеспечения продовольственной безопасности страны, повышения уровня благосостояния населения и на этой основе снижения уровня бедности в республике» [Программа развития садоводства и виноградарства в Республике Таджикистан на 2016 - 2020 годы». Утверждена постановлением правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2015 г. №793].

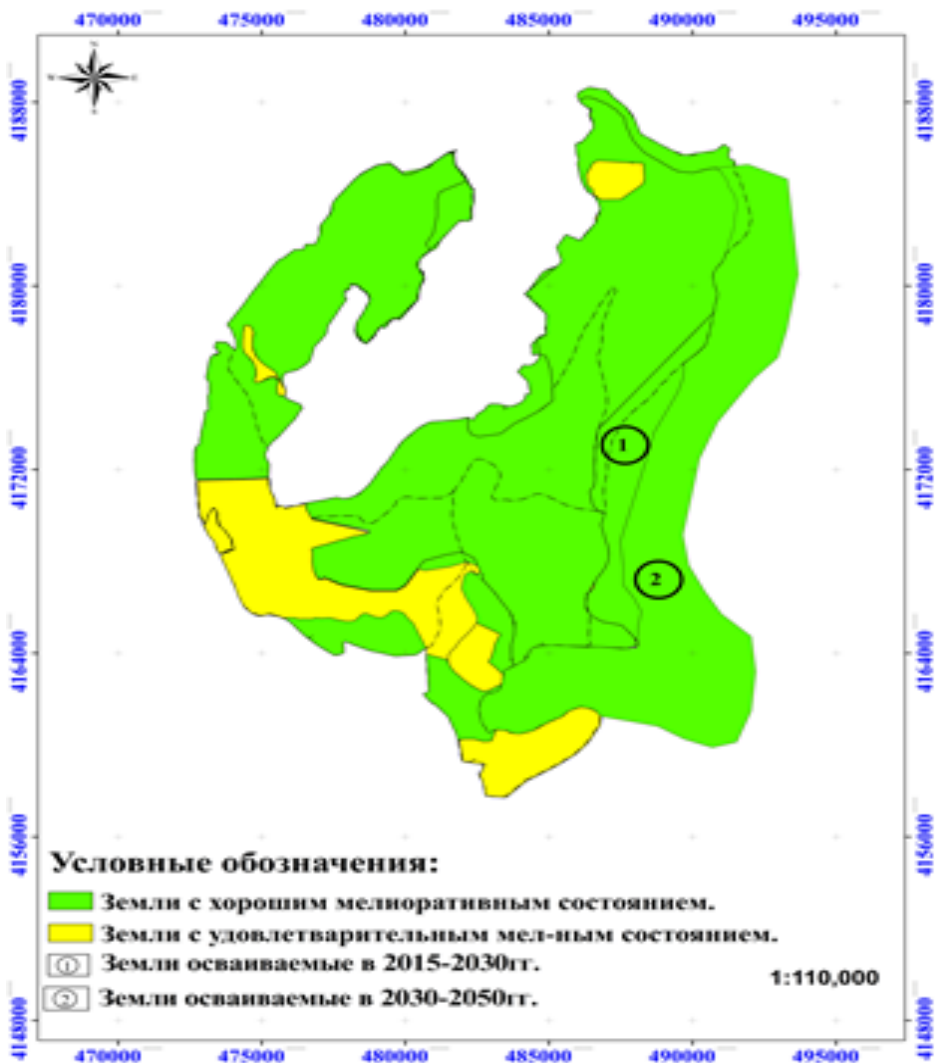


Рисунок 5.2 - Карта мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшского района, прогнозируемая на состоянии 2050 года с учётом реализации рекомендуемых мероприятий

Площади орошаемых земель Вахшской долины, занятые основными сельскохозяйственными культурами, и их доля от общей орошаемой площади за период 2008-2014 г.г. определены по данным Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан [Статистический ежегодник..., 2015] (таблица 5.1).

Данные таблицы 5.1 показывают, что хлопчатник и овощные культуры стопроцентно, а другие культуры в объемах от 30-40 до 90% возделываются на орошаемых землях. Доля хлопчатника, зерновых и зернобобовых и овощных культур от орошаемой площади, соответственно, составляет 70,48-54,0, 14,0-20,39 и 7,33-11,49 процентов.

Таблица 5.1 - Посевная и орошаемая площади основных сельскохозяйственных культур по Вахшской долине, га

Показатели	годы						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	2	3	4	5	6	7	8
Хлопчатник							
Посевная площадь	84356	62618	52611	68689	68730	69069	67299
в том числе орошаемая	84356	62618	52611	68689	68730	69069	67299
% от общей орошаемой площади долины	70.48	59.27	54.05	59.32	58.12	58.16	58.06
Зерновые и зернобобовые культуры							
Посевная площадь	48079	54828	56715	50461	52182	52281	49611
в том числе орошаемая	16828	19190	19850	17661	18264	18298	17364
% от общей орошаемой площади долины	14.06	18.16	20.39	15.25	15.44	15.41	14.98
Овощные культуры							
Посевная площадь	8770	10009	11177	11599	12331	13363	13323
в том числе орошаемая	8770	10009	11177	11599	12331	13363	13323
% от общей орошаемой площади долины	7.33	9.47	11.48	10.02	10.43	11.25	11.49
Бахчевые культуры							
Посевная площадь	4970	9048	10409	7486	7146	6907	7339
в том числе орошаемая	1988	3619	4164	2994	2858	2763	2936
% от общей орошаемой площади долины	1.66	3.43	4.28	2.59	2.42	2.33	2.53

Продолжение таблицы							
1	2	3	4	5	6	7	8
Картофель							
Посевная площадь	3264	4214	4253	4670	5000	5118	4065
в том числе орошаемая	2938	3793	3828	4203	4500	4606	3659
% от общей орошаемой площади долины	2.45	3.59	3.93	3.63	3.81	3.88	3.16
Фруктовые культуры							
Посевная площадь	616.2	652	664.3	812	865	817.8	779.4
в том числе орошаемая	215.7	228.2	232.5	284.2	302.8	286.2	273
% от общей орошаемой площади долины	0.18	0.22	0.24	0.25	0.26	0.24	0.24
Виноградники							
Посевная площадь	710	744	788	893	882	1060	1101
в том числе орошаемая	213	223	237	268	265	318	330
% от общей орошаемой площади долины	0.18	0.21	0.24	0.23	0.22	0.27	0.28
Кормовые культуры							
Посевная площадь	14571	19906	17459	14434	15729	14362	15321
в том числе орошаемая	10200	13934	12221	10104	11011	10053	10725
% от общей орошаемой площади долины	8.5	13.2	12.6	8.7	9.3	8.5	9.24
Общая посевная площадь в долине	165466	163146	155967	159044	162865	162978	158838
в том числе орошаемая, га	119680	105652	97336	115803	118261	118757	115909

Ежегодная доля хлопчатника в общей площади посевов при увеличении физической площади посева постепенно снижалась, что связано с увеличением площадей с другими культурами, в первую очередь, овощными, бахчевыми, зерновыми, зернобобовыми и картофелем. Резкое снижение (на 26-38%) площади хлопчатника в 2009-2010 годы и в то же время увеличение площади зерновых и зернобобовых культур, по нашему мнению, было связано с недостаточной водообеспеченностью территории по причине маловодности этих лет и со снижением стоимости хлопка-сырца на мировом рынке. Динамика поливных площадей в районах Н. Хисрав, Джиликул, Кубодиён, Дж. Руми, Кумсангир, Пяндж и Шаартуз

представлена в таблице 5.2. В обеспечении потребность в воде в маловодные годы могут возникнуть проблемы в связи их удаленности от головного водозабора.

Следует отметить, что за характеризующие годы наблюдается увеличение площадей посева бахчевых культур, картофеля, фруктовых и виноградников почти в 1,5-2,0 раза. Вместе с тем их доли в процентах от общей орошаемой площади составляют соответственно: 1,66-4,28, 2,45-3,88, 0,18-0,26, 0,18-0,28, что явно недостаточно для решения государственных задач, стоящих перед сельским хозяйством [Программа развития садоводства и виноградарства в Республики Таджикистан на 2016 - 2020 годы»].

В настоящее время Государственным учреждением контроля состояния и использования орошаемых земель при Министерстве мелиорации и охраны водных ресурсов Республики Таджикистан разработан вариант изменения структуры севооборотов на орошаемых землях, рассматриваемый в сфере мелиораций в качестве планируемой стратегии трансформирования орошаемого земледелия. Однако он не учитывает в должной мере изменения водности рек на перспективу.

Таблица 5.2 - Посевные площади сельскохозяйственных культур по всем категориям хозяйств районов Вахшской долины, га

№	Районы	Годы						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	г. Кургантюбе						1195	1149
2	Н. Хисрав	8088	7835	7735	7734	7847	7954	7960
3	Бохтар	23844	23804	22816	23866	23869	22327	22547
4	Вахш	23878	23885	23637	22671	23655	23278	23452
5	Джиликул	18198	16973	15476	17267	17342	16874	16922
6	Кубодиён	17511	17284	16001	16984	17005	17123	16193
7	Дж. Руми	24005	23625	22305	22993	23205	23484	21487
8	Кумсангир	16519	16764	16311	16665	17057	17062	16147
9	Пяндж	18335	18098	16789	15920	17522	18334	17848
10	Шаартуз	12714	12497	12516	12563	12982	12985	12771
11	Сарбанд	2374	2381	2381	2381	2381	2362	2362
Общая площадь		165466	163146	155967	159044	162865	162978	158838

Как показано выше (в главе 3), динамика водности рек за многолетний период характеризуется тенденцией снижения, что подтверждается и другими исследованиями, и прогнозами (см.раздел 1.1) в части резкого сокращения запасов водных ресурсов в регионе в средней и дальней перспективе. Ситуация связана с уменьшением до 30% объема ледников, вызванного их интенсивным таянием из-за потепления климата [Каюмов, Салимов, 2013]. Так, в бассейнах рек Вахшской долины вместо 57 км³ воды, формируемых в настоящее время, в 50-ые годы ожидается снижение водных ресурсов до объема, не превышающий 40 км³. Этого будет катастрофически недостаточно для эффективного водопользования при сложившейся структуре сельскохозяйственного производства на орошаемых землях.

В связи с вышеизложенным нами на перспективу до 2050 г. рекомендуется снизить площадь посева влаголюбивых культур не менее чем на 20-30% с заменой их на более засухоустойчивые. Предлагается также широко применять водосберегающие технологии полива, среди которых наиболее перспективным является малообъемное орошение.

Из сельскохозяйственных культур, успешно возделываемых в настоящее время на орошении, менее влаголюбивыми и более устойчивыми к потеплению климата по сравнению с хлопчатником являются зерновые, фруктовые и виноградники. Это послужило основанием для увеличения их доли в рекомендуемой структуре перспективных севооборотов орошаемых земель. Также эффективным способом решения задачи становления устойчивого сельскохозяйственного производства и социально – экономического общественного развития является увеличение объемов производства продукции бахчеводства.

В качестве альтернативы сформированному плановому варианту в составе исследований разработаны рекомендации по площадям размещения основных сельскохозяйственных культур на перспективу (таблица 5.3). Рекомендуемый вариант создавался с учетом изменений климатических условий, действующей структуры посевов в севообороте, а также экспертных оценок специалистов сферы мелиорации и сельского хозяйства Республики Таджикистан о возможности ее трансформирования. Анализ данных таблицы 5.3 показывает, что при реализации предлагаемой автором структуры площадей возделывания сельскохозяйственных культур на орошении и поливе с применением традиционной поверхностно-бороздковой технологии можно сократить затраты воды на 81,68 млн. м³ по сравнению с планируемым вариантом. При этом площади орошения, занятые под сады и виноградники, увеличиваются до 3086 га против 789 га в планируемой структуре орошаемых севооборотов и 603 га в действующей. В рекомендуемой структуре посевов на орошаемых землях увеличение площади бахчевых культур сравнении с планируемой и действующей структурой севооборота составляет соответственно 6451га и 7310 га.

Ниже приводятся расчеты объемов воды, подаваемой на орошение сельскохозяйственных культур в Вахшской долине на плановую и рекомендуемую площади (таблица 5.3) при внедрении ресурсосберегающих технологий. В качестве основы рассмотрено фактическое использование воды на орошения земель в Вахшской долине в 2014 году, когда общий объем водоподачи для орошения 115,909 тыс.га земель составил 2,058643 млрд. м³, а объем водоподачи на орошение комплексного гектара равен $2058643000:115,909=17760$ м³/га.

Объем водоподачи на орошение комплексного гектара при рекомендуемой схеме размещения в севообороте составляет (табл. 5.3):

- при применении поверхностно-бороздкового полива
 $1368230000 : 150\ 000 = 9122$ м³/га.
- при применении малообъемного орошения
 $684\ 120\ 000 : 150\ 000 = 4534$ м³/га.

При этом экономия воды с орошаемого комплексного гектара при рекомендуемой схеме размещения сельхозкультур составляет:

- при применении поверхностно-бороздкового полива
 $17760 - 9122 = 8638$ м³/га.
- при применении малообъемного орошения
 $17760 - 4534 = 13222$ м³/га.

При условии реконструкции оросительной и коллекторно-дренажных сетей водоподачи на комплексный гектар уменьшится, примерно, на 30% и будет составлять 6385,4 м³/га при применении поверхностно-бороздкового полива и 3174 м³/га при применении малообъемного орошения. Освободившиеся при этом объемы воды будут равняться при поверхностно-бороздковом поливе – $(9122$ м³/га – 6385 м³/га) = 2737 м³/га и при малообъемном способе орошения – $(4534$ м³/га – 3174 м³/га) = 1360 м³/га. Общий объем освободившейся воды в результате применения как рекомендуемой схемы размещения сельхозкультур, так и внедрения малообъемного орошения, составит $(17760$ м³/га - 3174 м³/га) = 14586 м³/га или на всю планируемую (150 000 га) площадь – 2,187 млрд м³.

Таким образом, освободившиеся объемы воды могут быть использованы для орошения вновь осваиваемых земель и улучшения мелиоративного состояния. При использовании малообъемных способов орошения с оросительной нормой $4534 \text{ м}^3/\text{га}$ потенциально можно освоить $2187000000 \text{ м}^3 / 4534 \text{ м}^3/\text{га} = 482,4$ тыс. га, тогда как в долине принятая площадь возможного освоения новых земель на перспективу составляет 264,171 тыс. га. Она также может быть использована для промывки засоленных земель. При промывной норме $20\ 000 \text{ м}^3/\text{га}$ потенциально можно промыть более 100 тыс. гектаров засоленных земель. В настоящее время площади в разной степени засоленных земель в Вахшской долине составляют 44,069 тыс. га.

Таким образом, расчёты показывают, что при внедрении рекомендуемой схемы размещения сельхозкультур и рациональном использовании поливной воды появляется потенциальная по водным ресурсам возможность освоить всю долину и улучшить мелиоративное состояние без необходимости привлечения дополнительных объемов воды.

5.5 Оценка экономической эффективности рекомендуемых мероприятий стратегического развития структуры орошаемых земель Вахшской долины

Практическая реализация наших рекомендаций, изложенных в п. 5.1, как обосновано в п.5.4. способствуют рациональному использованию водно-земельных ресурсов, повышению коэффициента использования воды, КЗИ оросительной системы, КПД сети и улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшской долины в условиях изменения климата. Это имеет важное как техническое, так экономическое и социальное значение для мелиоративной деятельности. Однако на первом этапе ограничимся оценкой экономической эффективности рекомендуемых мероприятий (таблица 5.3), касающихся замены традиционно возделываемых влаголюбивых культур на менее влаголюбивые.

Оценка общественной экономической эффективности предложенного автором и планируемого вариантов структуры

размещения сельхозкультур на орошаемых землях выполнялась согласно действующему нормативному документу “Методическим рекомендациям по оценке экономической эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель (РД АПК 3.00.01.003-03)”.

Критериальным показателем общественной экономической эффективности принята величина дисконтированного прироста чистого дохода (ДПЧД), определяемая как накопленное за весь расчетный период дисконтированное сальдо приростного чистого денежного потока.

$$\text{ДПЧД} = \sum_m f_m \alpha_m \geq 0$$

(5.1)

где $\sum f_m$ – дисконтированное сальдо приростного чистого денежного потока на m шаге. α_m – коэффициент дисконтирования. Сумма \sum распространяется на все шаги расчетного периода. m – количество лет рассматриваемого периода, принято равным 30, из них 10 лет

Таблица 5.3 - Площади основных сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Вахшской долины на 2014г., предполагаемая плановая и рекомендуемая площади их размещения на перспективу до 2050 г.

Сельскохозяйственные культуры	Орошаемая площадь, га	Средневзвешенная оросительная норма при обычной технологии полива, м ³ /га	Годовой объем необходимой воды, млн.м ³	Площадь сельскохозяйственных культур (с учётом вновь осваиваемых земель) на 2050г., га				Объем необходимой воды на 2050г. по технологиям полива, млн. м ³			
				по плану	% от плановой	рекомендуемая	% от плановой	поверхностно-бороздковое		малообъемное орошение	
								по плану	рекомендуемый	по плану	рекомендуемый
Хлопчатник	67299	9850	662.90	87120	58,08	69696	46,46	858.13	686.51	429.07	343.25
Зерновые и зернобобовые	17364	8600	149.33	22470	14,98	29211	19,47	193.24	251.21	96.62	125.61
Овощные	13323	9500	126.57	17235	11,49	18958	12,64	163.73	180.11	81.87	90.05
Бахчевые	2936	5700	16.74	3795	2,53	10246	6,83	21.63	58.41	10.82	29.20
Картофель	3659	6950	254.30	4740	3,16	11873	7,92	32.94	82.52	16.47	41.26
Фруктовые	273	7500	2.05	360	0,24	1440	0,96	2.70	10.80	1.35	5.40
Виноградники	330	6900	2.28	420	0,28	1646	1,1	2.90	11.36	1.45	5.68
Кормовые	10725	12600	135.14	13860	9,24	6930	4,62	174.64	87.32	87.32	43.66
Итого:	115909		1349.31	150000	100	150000	100	1449.92	1368.23	724.96	684.12
Экономия воды	за счет изменения структуры посевов								81,68	40,84	
	за счет изменения технологии полива и структуры посевов									724,96	684,11

осуществляется реализация мероприятий по оптимизации структуры посевов в равных объемах по годам, а в оставшиеся 20 лет выполняется оценка функционирования предусмотренных мероприятий в полном объеме. $\alpha_m = 1/(1+E)_m$ где E – норма дисконта, равная для оценки общественной эффективности 6% [РД АПК 3.00.01.003-03].

Сальдо природного чистого денежного потока на m шаге определялось с учетом результатов и затрат на землях сельскохозяйственного использования, имевших место до реализации предлагаемых вариантов.

В качестве результата использовалась стоимость валовой продукции с орошаемых площадей и налоги от операционной деятельности. В затраты включены стоимость производственных затрат сельхозтоваропроизводителя и подачи воды. Исходная информация представлена в таблице 5.4 данными статистической отчетности по урожайности и структуре посевов на землях сельскохозяйственного использования в Вахшской долине Республики Таджикистан; ценой реализации и затратами на производство продукции растениеводства, полученными автором в составе настоящих исследований.

В таблицах 5.5 и 5.6 приведены фрагменты результатов оценки, свидетельствующие об общественной экономической эффективности каждого рассматриваемого варианта трансформации структуры площадей орошаемых земель, так как ДПЧД за расчетный 30 летний период для планируемого и рекомендуемого вариантов больше 0 и составляет соответственно 2276,9 и 10956,4 млн. руб. Вместе с тем очевидна предпочтительность варианта, разработанного авторами, как варианта обеспечивающего более высокие значения критерияльного показателя (рисунок 5.3).

Таблица 5.4 - Исходные данные для расчета общественной экономической эффективности от реализации планируемого и рекомендуемого вариантов трансформирования структуры севооборотов в стратегиях развития орошаемого земледелия Вахшской долины

Наименование сельскохозяйственных культур	Предполагаемая площадь орошения на 2050г, га		Средняя урожайность по данным статистических за 2008-2014гг	Валовой сбор урожая по вариантам, тыс. т		Средняя реализационная цена, руб./т	Стоимость валовой продукции по вариантам, млн руб.		Удельные затраты на производство, руб./т	Производственные затраты по вариантам, млн руб.	
	плановая	рекомендуемая		плановый	рекомендуемый		плановый	рекомендуемый		плановый	рекомендуемый
Хлопчатник	87120	69696	1.946	169.54	135.63	19500	3306,03	2644,78	11700	1983,62	1586,87
Зерновые и зернобобовые	22470	29211	2.456	55.19	71.74	5200	286,99	373,05	1950	172,19	223,83
	17235	18958	22.08	380.55	418.59	3250	1236,79	1360,42	1950	742,07	816,25
Бахчевые	3795	10246	25.69	97.49	263.22	9750	950,56	2566,39	5850	570,34	1539,84
Картофель	4740	11874	23.136	109.66	274.72	6500	712,79	1785,68	4090	448,51	1123,60
Фруктовые	360	1440	3.527	1.27	5.08	7800	9,91	39,62	4680	6,44	25,76
Виноградники	420	1646	4.861	2.04	8.00	8450	17,24	67,60	5070	10,34	40,56
Кормовые	13860	6930	9,0	124,74	62,37		259,46	129,73		155,68	77,84
Итого:	150000	150000					6779,77	8967,27		4089,19	5434,55

Таблица 5.5 - Оценка общественной эффективности планируемого варианта структуры орошаемых земель, млн. руб.

№ п.п.	Показатели (приростные)	Годы функционирования										Итого за период функционирования
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2. Денежный поток от операционной деятельности	21,3	42,5	63,8	85,1	106,3	127,6	148,9	170,1	191,4	212,7	5422,7
2	Притоки	55,1	110,2	165,3	220,4	275,5	330,6	385,7	440,8	495,9	551,0	13724,3
3	Выручка от реализации продукции, всего	53,8	107,6	161,5	215,3	269,1	322,9	376,7	430,6	484,4	538,2	13724,3
4	в том числе сельхозпроизводства	53,8	107,6	161,5	215,3	269,1	322,9	376,7	430,6	484,4	538,2	13724,3
5	Налоги – всего	1,3	2,6	3,8	5,1	6,4	7,7	8,9	10,2	11,5	12,8	325,4
6	в т. ч. налоги с/х пр-ва	1,3	2,6	3,8	5,1	6,4	7,7	8,9	10,2	11,5	12,8	325,4
7	Оттоки	33,8	67,7	101,5	135,3	169,2	203,0	236,8	270,6	304,5	338,3	249371,1
8	Издержки производства, всего	32,6	65,1	97,7	130,2	162,8	195,3	227,9	260,4	293,0	325,6	249045,8
9	в том числе издержки с/х производства	32,6	65,1	97,7	130,2	162,8	195,3	227,9	260,4	293,0	325,6	249045,8
10	Прибыль от операционной деятельности с учетом сопредельных отраслей	20,0	40,0	60,0	80,0	99,9	119,9	139,9	159,9	179,9	199,9	5097,4
11	3. Сальдо денежного потока	21,3	42,5	63,8	85,1	106,3	127,6	148,9	170,1	191,4	212,7	5422,7
12	То же нарастающим итогом	21,3	63,8	127,6	212,7	319,0	446,6	595,4	765,6	957,0	1169,6	5422,7
13	Дисконтированное сальдо денежного потока	21,3	40,1	56,8	71,4	84,2	95,3	104,9	113,1	120,1	125,9	2276,9
14	Дисконтированное сальдо приростного потока	21,3	61,4	118,2	189,6	273,8	369,2	474,1	587,2	707,3	833,2	2276,9

Таблица 5.6 - Оценка общественной эффективности рекомендуемого варианта структуры орошаемых земель, млн. руб.

№№ п.п	Показатели (приростные)	Годы функционирования										Итого за период функционирования
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2. Денежный поток от операционной деятельности	102,3	204,7	307,0	409,3	511,6	614,0	716,3	818,6	921,0	1023,3	26093,9
2	Притоки	270,5	540,9	811,4	1081,8	1352,3	1622,7	1893,2	2163,7	2434,1	2704,6	68966,7
3	Выручка от реализации продукции, всего	264,3	528,6	793,0	1057,3	1321,6	1585,9	1850,2	2114,5	2378,9	2643,2	67401,1
4	в том числе сельхозпроизводства	264,3	528,6	793,0	1057,3	1321,6	1585,9	1850,2	2114,5	2378,9	2643,2	67401,1
5	Налоги - всего	6,1	12,3	18,4	24,6	30,7	36,8	43,0	49,1	55,3	61,4	1565,6
6	в т. ч. налоги с/х пр-ва	6,1	12,3	18,4	24,6	30,7	36,8	43,0	49,1	55,3	61,4	1565,6
7	Оттоки	168,1	336,3	504,4	672,5	840,6	1008,8	1176,9	1345,0	1513,2	1681,3	1240780,6
8	Издержки производства, всего	162,0	324,0	486,0	648,0	809,9	971,9	1133,9	1295,9	1457,9	1619,9	1239215,0
9	в том числе издержки с/х производства	162,0	324,0	486,0	648,0	809,9	971,9	1133,9	1295,9	1457,9	1619,9	1239215,0
10	Прибыль от операционной деятельности с учетом сопредельных отраслей	96,2	192,4	288,6	384,8	480,9	577,1	673,3	769,5	865,7	961,9	24528,3
11	3. Сальдо денежного потока	102,3	204,7	307,0	409,3	511,6	614,0	716,3	818,6	921,0	1023,3	26093,9
12	То же нарастающим итогом	102,3	307,0	614,0	1023,3	1534,9	2148,9	2865,2	3683,8	4604,8	5628,1	26093,9
13	Дисконтированное сальдо денежного потока	102,3	193,1	273,2	343,7	405,3	458,8	505,0	544,4	577,8	605,7	10956,4
14	Дисконтированное сальдо приростного потока	102,3	295,4	568,6	912,3	1317,6	1776,4	2281,3	2825,8	3403,6	4009,3	10956,4

Дисконтированное saldo природного потока дополнительного чистого дохода для вариантов стратегического развития орошаемого земледелия в Вахской долине

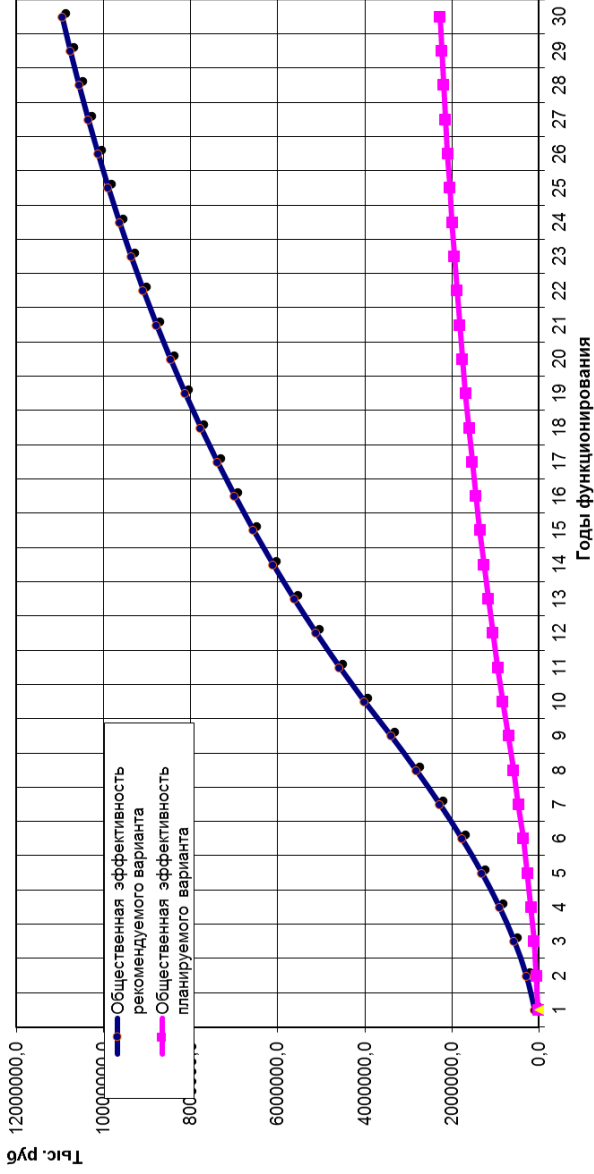


Рисунок 5.3 - Дисконтированный прирост чистого дохода по вариантам трансформирования структуры орошаемых сельхозугодий.

Выводы по главе 5

На основе результатов проведенных теоретических и опытно-экспериментальных исследований с учётом существующих рекомендаций науки и практики орошаемого земледелия предложены мероприятия по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшской долины в условиях глобального изменения климата. Разработаны рекомендации по адаптации сельскохозяйственного производства к негативным последствиям изменения климата с целью повышения производства сельскохозяйственных продуктов. Выполнен анализ занятости орошаемых земель Вахшской долины основными сельскохозяйственными культурами, рекомендованы состав и структура севооборота на перспективу и обоснована экономическая эффективность применения рекомендаций.

Показано, что практическая реализация размещения сельскохозяйственных культур согласно рекомендациям автора при поливе традиционной поверхностно-бороздковой технологией дает экономию 81,68 млн. м³ воды в сравнении с плановым вариантом структуры площадей.

Применение малообъемного орошения при планируемой и рекомендуемой структуре севооборотов обеспечит сокращение водных ресурсов соответственно на 724,96 и 684,11 млн м³.

Установлено, что при размещении на территории долины сельскохозяйственных культур на перспективу по рекомендуемой схеме можно получить дисконтированный прирост дополнительного чистого дохода за 30 летний период функционирования орошаемых площадей в количестве 10 млрд. 956 млн. 400 тыс. российских рублей, эквивалентной 166,79 млн. долл. США и 1572,57 млн. таджикских сомони. Это очевидно предпочтительнее эффективности планируемого варианта трансформирования орошаемых севооборотов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа рядов многолетних данных получены зависимости изменения климатических параметров Вахшской долины Республики Таджикистан графоаналитическим методом. Ретроспективными расчетами выявлены заметная корреляция между расчетными и фактическими значениями для гидротермического коэффициента по Селянинову ($R^2 = 0,6$), а также повышающий тренд среднегодовой температуры и индекса сухости и понижающий тренд коэффициента увлажнения.

2. На основе ретроспективных данных многолетнего периода выполнен прогноз графоаналитическим методом возможного потепления климата. До 2020 года можно ожидать потепление климата на равнинной территории Вахшской долины на $0,12^{\circ}\text{C}$, до 2030 на $0,63^{\circ}\text{C}$, а к 2050 г. повышение температуры может составить $1,6^{\circ}\text{C}$, что свидетельствует о постепенном повышении степени аридности климата. Повышение температуры в горной территории бассейна р. Вахш менее выражено и составляет $0,008^{\circ}\text{C}$ – $0,012^{\circ}\text{C}$ ежегодно, поэтому можно ожидать к 2020 году потепление на $0,08$ - $0,012^{\circ}\text{C}$, к 2030 на $0,16$ - $0,24^{\circ}\text{C}$ и к 2050 году на $0,4$ - $0,6^{\circ}\text{C}$.

3. Оценена водность крупных рек долины в условиях потепления климата и определен возможный объем забора водных ресурсов на ирригацию. В настоящее время лимит водозабора из бассейна Амударьи для Республики Таджикистан составляет в объеме $9,6$ млрд. м^3 , или 17% годового стока рек долины, что на данный момент является достаточным для покрытия графика водопотребления. В условиях потепления климата и развития орошения в Вахшской долине потребуется около 10% стока ее рек только на орошение, поэтому выделяемый лимит водозабора на перспективу необходимо будет пересматривать. Для эффективного использования водных и земельных ресурсов возникает необходимость перехода на малообъемное орошение и замену более влаголюбивых культур на менее влаголюбивые, что позволит сэкономить до 30% и более поливной воды.

4. Выполнены оценка и прогноз мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшской долины на примере

Вахшского района в условиях аридизации климата и развития орошаемого земледелия, составлена карта мелиоративного состояния орошаемых земель Вахшского района на основе GIS-технологии на условия 2014 года и прогнозные карты на 2030 и 2050 годы с учетом освоения новых земель.

5. Разработаны рекомендации по адаптации сельскохозяйственного производства к изменению климата и предложены площади размещения нового состава орошаемых сельскохозяйственных культур на перспективу, как альтернатива плановому варианту. Размещение сельскохозяйственных культур в соответствии с рекомендациями авторов и поливе с применением традиционной – поверхностно-бороздковой технологии обеспечивает водосбережение в объеме 81,68 млн м³, в сравнении с плановой структурой площади посевов. Применение малообъемного орошения с учетом планируемой и рекомендуемой структур посевов снижает затраты воды соответственно на 724,96 и 684,11млн. м³. С учетом предложенных рекомендаций прогнозируется улучшение мелиоративного состояния всех орошаемых земель, доля земель с хорошим мелиоративным состоянием по прогнозу составит почти 90%.

6. Установлено, что разработанная на перспективу с учетом ожидаемых изменений климата структура орошаемых сельскохозяйственных культур экономически целесообразна. Замена более влаголюбивых технических культур на менее влаголюбивые, гарантируя наряду со снижением водопотребления увеличение производства продуктов питания, что важно для достижения действенного уровня продовольственной безопасности страны и благосостояния населения, обеспечивает за расчетный период положительную общественную экономическую эффективность предлагаемых мероприятий (в объеме 10956,4 млн. российских рублей, эквивалентной 166, 79 млн. долл. США и 1572,57 млн. таджикских сомони).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдешев К.Б. Геоэкологические проблемы реконструкции засоленных земель при сельскохозяйственном освоении/ К.Б.Абдешев, Ж.С.Мустафаев, Т.К.Карлыханов / Комплексная мелиорация - средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель: Материалы юбилейной международной научно-практической конференции. - М., 2014-452 с.
2. Абдуллаев С.Ф. Аграрное последствие пылевой мглы в Ааридной зоне/С.Ф.Абдуллаев, Б.И.Назаров, В.А.Маслов // Аграрная наука. -2013. -№5. - С.4-5.
3. Абдуллаев С.Ф. Влияние пыльных бур на урожайность фисташки и пастбищных трав / С.Ф.Абдуллаев, Б.И.Назаров, В.А. Маслов// Аграрная наука. -2012. - №12. -С.21-22.
4. Абрамович О.К. Дистанционное зондирование с целью изучения геодинамического состояния урбанизированной территории/О.К.Абрамович, А.А.Абрамович // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. Вып.2.- Рязань,-2006. – 580 с.
5. Айдаров И.П. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушанных сельскохозяйственных земель / И.П.Айдаров, А.И.Голованов, Ю.Н.Никольский.- М.: Агропромиздат,1990. - 60с.
6. А.с. №1360644, А 01 G 9/24 СССР, Система полива теплиц / Н.И.Бохан, В.Д.Минковский, В.К.Довбня и др. -БИ. – 1987.- № 47.
7. Алексеевский Е. Е. Десять лет — по пути майского Пленума ЦК КПСС// Планы партии по мелиорации воплощаются в жизнь.- М., 1976.-С. 22.
8. Алисов Б.П. Климат СССР: учебное пособие. – М.: Изд-во Московского университета,1956. – 27 с.
9. Антипов-Каратаев И.Н., Керзум П.А., Грабовская О.А. и др. Почвы Вахшской долины и их мелиорация. Госиздат Таджикской ССР, 1947г., Сталинабад, - 304 с.
10. Атлас Таджикской ССР. Душанбе - Москва, 1968 год.
11. Ахмадов Х.М.^{а)} Особенности проявления эрозионных процессов в Таджикистане/Х.М.Ахмадов. -Душанбе, 2010. - 462с.
12. Ахмадов Х.М.^{б)} Эрозия почв в Таджикистане и районирование по методам борьбы с ней/Х.М.Ахмадов. -Душанбе, 2010. -522 с.

13. Базилевич Н.И. Учет засоленных почв / Н.И. Базилевич, Е.И. Панкова // Методические рекомендации по мелиорации солонцов и учету засоленных почв. М.: Колос, 1970.

14. Базилевич Н.И. Методические указания по расчёту засоленных земель / Н.И. Базилевич, Е.И. Панкова.- М., 1968. – 91 с.

15. Байдал М.Х. Макроциркуляционные факторы и прогноз засух в основных сельскохозяйственных районах СССР/ М.Х.Байдал, А.И.Неушкин. - М.: Гидрометеиздат. 1990. -140 с.

16. Байдал М.Х. Термодинамический режим и сопряженность между северной Атлантикой, атмосферной циркуляцией и погодой. Обнинск. -1994. – С. 284.

17. Безднина С.Я. Качество воды для орошения: принципы и методы оценки /С.В. Безднина.- М.: РОМА,1997.-185 с.

18. Безднина, С.Я. Научные основы оценки качества воды для орошения/С.Я.Безднина. - Рязань: Изд-во РГАТУ. - 2013. -171 с.

19. Безднина, С. Я. Экологическое аудирование мелиоративной деятельности / С.Я.Безднина //Экологическое состояние окружающей среды и научно – практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб.науч.тр. –Рязань. -2004. -666с.

20. Белолобцев А.И. Использование вероятностных моделей осадков и речного стока в условиях интенсивного орошения /А.И.Белолобцев, В.В.Ильинич, Н.Джандаги // Гидротехника и мелиорация.-2015.- №1.- С.11-13.

21. Бобылев С.Н. Воздействие изменения климата на сельское хозяйство и водные ресурсы России. М.: Фонд «Защиты природы». 2003. - 35 с.

22. Бобылев С. Н. Глобальное изменение климата и экономическое развитие: учебное пособие для курса экономики природопользования ВСУЗов/С.Н.Бобылев, И.Г.Гриневич. – М., 2005.

23. Бугаевский Л.М. Цветков В. Я. Геоинформационные системы. М.: Златоуст, 2000. – 222 с.

24. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем/М.И.Будыко. - Л.: Гидрометеиздат,1980. - 351 с.

25. Будыко М.И. Климат и жизнь/М.И.Будыко. -Л.: Гидрометео-издат, 1971. - 470 с.

26. Будыко М. И. Современные изменения климата/ М.И.Будыко, К.Я.Винник//Метеорология и гидрология.- 1973.- №9.

27. Ваксман Э.Г. Мелиорация засоленных почв юго-западного Таджикистана, Ирфон, Душанбе, 1976.

28. Ваксман Э.Г. Аминджанов М.А. Эффект мелиораций тяжело-суглинистых почв северной части Яванской долины в южном Таджикистане. Почвоведение, №8,1972.

29. Водохозяйственная и мелиоративная деятельность и глобальные проблемы современности /Н.М.Решеткина, Н.И.Парфенова, С.Д.Исаева и др. //Природообустройство — важная деятельность человека -М., 1998.- С.81-83.

30. Волонитин М.П. Влияние ирригации на почвенный покров и почвы / Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. - Вып.2. -Рязань,2006. – 580 с.

31. Галазин В.Ф. и др. (под общей редакцией Хвостова В.В.). Параметры Земли 1990 года (ПЗ-90). Координационный научно-информационный центр, М.: 1998.

32. Гафуров С Рост, развитие, продуктивность и интерьерные особенности швицезебундидного скота при разном уровне выпойки цельного молока в условиях жаркого климата Таджикистана (на примере Вахшской долины. Душанбе -171 с.

33. Гафурова Л.А. Изменение климата и проблемы сохранения и воспроизводства плодородия почв Узбекистана: реалии, тенденции и перспективы. Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием к 85-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева. – М.: Почв.: ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2012. – С. 104 - 108

34. Гонин Г.Б. Космические съемки земли/Г.Б.Гонин. - М.:Недра,1989

35. Государственная программа освоения новых орошаемых земель и восстановления земель, выбивших из севооборота на 2012-2020годы», утвержденного постановлением Правительство РТ от 1 марта 2012года, № 450

36. Грабовская О.А. Процесс рассоления долинных почв южного Таджикистана при мелиорации. Автореф. докт. дисс.- Душанбе: Исд. АН ТаджССР,1952.

37. Грабовская О.А. Рассоление засоленных почв и солончаков Таджикистана. - Душанбе: Изд-во. АН ТаджССР, 1954.

38. Грабовская О.А. Процесс расселения долинных почв южного Таджикистана при освоении //Тр. АН ТаджССР. -Душанбе, 1961,- Том. X.-Вып. 1.

39. Догановский А. М. Гидросфера Земли: учеб. пособие для студ. вузов / А. М. Догановский, В.Н. Малинин; под ред. Л. Н. Карлина. СПб. : Гидрометеиздат, 2004. 629 с.

40. Долгосрочное прогнозирование урожайности/В.Е.Тихонов, А.А.Неверов, О.А.Кондрашова и др. // Аграрная наука.- 2013.- №7. -С. 12-14.

41. Домуллоджонов Х.Д., Режим орошения сельскохозяйственных культур в Таджикской ССР, Т-1, «Дониш», Душанбе,1988. С-246.

42. Дубенок Н. Н. Основные направления развития мелиорации /Н.Н.Дубенок, И.П.Свинцов// Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. - Рязань,2010. – Вып.4. -763с.

43. Духовный, В.А. Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии. Ташкент. НИЦ МКВК. - 2008. – С. 364

44. Дымина Е.В. Влияние осадков и температуры на урожай яровой пшеницы/ Е.В.Дымина //Аграрная наука. -2010. - №11. - С.18-19

45. Евсенкина М. Ю. Изменение токсичности почвы в зависимости от степени эродированности /М.Ю.Евсенкина// Экологическое состояние окружающей среды и научно – практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. -Рязань,-2004.-666с.

46. Егошин А.В. Глобальное потепление: факты, гипотезы, комментарии. <http://www.priroda.su/item/389>

47. Захарченко А. Ф. Разложение целлюлозы в зональных почвах Таджикистана/А.Ф.Захарченко //Почвоведение. - 1961. - №2. - С. 54-62.

48. Звягинцев, Д. Г. Биология почв и диагностика/ Д.Г.Звягинцев //Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М., 1976.- С. 175-189.

49. Зейдельман, Ф.Р. Эколого-мелиоративное почвоведение гумидных ландшафтов/Ф.Р.Зейдельман. –М.: Агропромиздат, 1991. – 320 с.

50. Земан Г.Г., Бодрухина А.Г. О возможности использования грунтовых вод для мелиорации орошаемых почв в Таджикистане. /Тр. НИИ почвоведения, т. 15, вып.2, Душанбе, 1972

51. Ибраев Т. Т. Мелиоративно-экологические проблемы бассейна реки Шу /Т.Т.Ибраев, М.А.Ли //Экологическое состояние природной среды и научно практические аспекты современного мелиоративных технологий:сб. науч. тр.- Рязань, 2010.-Вып.4.-763с.

52. Изменение климата и водные проблемы Центральной Азии: учебное пособие / С.К. Аламанов, В.М.Лелевкин, О.А.Подрезов и др. -2006.

53. Изменение климата и проблемы глобального потепления. Режим доступа http://enrin.grida.no/htmls/tadjik/vitalgraphics/rus/html/text_u6.htm.

54. Икромов И.И. Влияние изменения климата на почвенные условия сельскохозяйственных угодий /И.И.Икромов, М.М.Мирзоев// Вестник Таджикского Аграрного университета. - 2015. -№2(66). – С. 53-55

55. Икромов И. И. Водные ресурсы Республики Таджикистан и пути их рационального использования/И.И.Икромов, Jiang Hui-fang / Ж. «Кишоварз» (Земледелец). Вестник Таджикского Аграрного университета. -2012.- № 3 .- С. 36-38

56. Икромов И. И. Иригационно-хозяйственные условия и их влияния на мелиоративное состояние орошаемой территории Вахшской долины /И.И.Икромов, М.М.Мирзоев//Вестник ТАСХН РТ, №2 (44), Душанбе, 2015, -С.24-29.

57. Икромов И.И. Мелиоративное состояние орошаемых земель Вахшского района Хатлонской области Республики Таджикистан/ Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. – Рязань, 2011. - С. 135-143

58. Икромов И. И. О мелиоративном состоянии орошаемых земель/ И.И. Икромов, М.М.Мирзоев // Технология полива в орошаемом земледелии Таджикистана. /Материалы научно-практической Конференции ГУ ТаджикНИИГиМ, (24.03.2012). - Душанбе, 2012. - С. 17-22.

59. Икромов И.И. Организация Ассоциации водопользователей – фактор эффективного управления водой при орошении/

И.И.Икромов / «Кишоварз» (Земледелец). Вестник Таджикского Аграрного университета. - 2011.- № 2 (50).- С.34 – 36.

60. Исаева С.Д. Методология обоснования мелиорации с учетом экологической устойчивости геосистем/С.Д.Исаева: автореф. дисс...д-ра техн. наук. - М.,2005.

61. Исаева С.Д. Требования и качество воды для целей водопользования в агропромышленном комплексе /С.Д.Исаева, Е.В.Овчинникова, Н.С.Быстрицкая и др. / Комплексная мелиорация - средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. Материалы юбилейной международной научно-практической конференции. -М., 2014. - С. 452

62. К проблеме долгосрочного прогнозирования урожайности / В.Е.Тихонов, А.А.Неверов, О.А.Кондрашова и др.//Аграрная наука. - 2012. -№9. - С. 12-14.

63. Кадамов А. Интенсивность проявления ветровой эрозии в верховьях Ишкашимского района ГБАО/А. Кадамов, И. И. Икромов // Кишоварз. - 2014- №4.

64. Карнаухов А.В., Карнаухова Е.В. /Парниковая катастрофа Оценка параметра стационарной климатической чувствительности для небесного тела с атмосферой, оптически плотной в инфракрасной области спектра/. chrome-extension://gbkeegbaiigmenfmjfcldgdpimamgkj/views/app.html

65. Касымов А. Развитие орошения земель Советского Таджикистана /А.Касымов, М.Хамраев.- Душанбе, 1985.-146 с.

66. Каюмов А. К. Изменения климата и водные ресурсы Таджикистана/ А.К.Каюмов, Т.О.Салимов.- Душанбе: Ирфон, 2013. -80с.

67. Кац Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды. – М., 1976. – 272 с.

68. Керзум П.А. Геологическое строение, рельеф, поверхностные и грунтовые воды Вахшской долины //Почвы Вахшской долины и их мелиорация. Сталинабад: Госиздат ТаджССР., 1947.

69. Керзум П.А., Грабовская О.А. Почвы Вахшской долины и их мелиорация // Труды ин-та почвоведения, мелиорации и ирригации ТаджССР, Т. 78, вып. 1, 1957

70. Керзум П. А. Система бонитировки почв Таджикистана //В кн. «Бонитировка почв Таджикистана-Душанбе, Изд-во «Дониш» 1974.

71. Кизяев Б.М. Становление и развитие мелиоративной науки в институте/Б.М.Кизяев, Л.В.Кирейчева //Комплексная мелиорация - средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. Материалы юбилейной международной научно-практической конференции. - М., 2014 -С. 452

72. Кизяев Б.М. Режимы комплексных мелиораций земель: (рекомендации)/ Б.М. Кизяев, Л.И. Кирейчева, В.П. Максименко и др.; под ред.Б.М. Кизяева - М.:РАСХН, 2000. – 63 с.

73. Кирейчева Л.В. Потенциальные возможности Барабинской низменности при комплексной мелиорации земель сельскохозяйственного назначения / Л.В. Кирейчева, // Мелиорация и водное хозяйство. -2014.-№1.-С.31-34.

74. Кирейчева Л.В. Формирование высокопродуктивного агроландшафта на мелиорируемых землях/ Л.В. Кирейчева, И.В.Белова// Мелиорация и водное хозяйство.- 2009.- №4.-С.19-22.

75. Кирейчева Л.В.Методология исследования мелиоративного режима орошаемых и осушаемых земель. / Л.В Кирейчева., В.М Яшин // Ежемесячный научный журнал «Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)» №4 / 2014 (часть 13) С. 51-54

76. Кирейчева Л.В. Модели и информационные технологии управления водопользованием на мелиоративных системах, обеспечивающие благоприятный мелиоративный режим / Л.В Кирейчева., И.Ф Юрченко, В.М. Яшин // Мелиорация и водное хозяйство, № 5-6, С. 50-55

77. Кирпо Н.И. Изменение свойств почв под влиянием длительного орошения /Н.И.Кирпо, Е.А.Стрижакова, В.В.Бордычев//Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий:сб. науч. тр.- Рязань,2006.-Вып.2.- 580с.

78. Кищинская И., Лебедева Н. Дополнительные модули к настольным продуктам ArcGIS // ArcReview, 2001. № 19. С. 6-11.

79. Клиге Р. К. Изменение водных ресурсов бессточных озер. В сб.: «Формирование водных ресурсов». – М., 1976.

80. Клиге Р. К. Многолетние изменения ресурсов подземных вод Северного полушария / Р.К. Клиге, В.С.Ковалевский // Водные ресурсы, 1982.- №3.

81. Комилов О.К. Некоторые вопросы оценки и рационального использования водно-земельных ресурсов в горных странах / О.К.Комилов, М.А.Саттаров, Ф.Рахимов., И.Э., Эшмирзоев/ Инже-

нерные проблемы охраны и рационального использования водных ресурсов Таджикистана, Душанбе, «Ирфон», 2003. -С.20-29.

82. Козыкеева А.Т. Оценка эколого-мелиоративного потенциала орошаемых агроландшафтов /А.Т.Козыкеева, Ж.С.Мустафаев, Р.Б.Сатыбаева //Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии и системы сельскохозяйственного производства Сб науч. тр.- Рязань, 2013. – Вып.10. – С. 345

83. Корнева Т.В., Геоинформационная система ведения локального мониторинга эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель Саратовского Заволжья: диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.02, 03.00.16.- Саратов, 2006.- 288 с.

84. Корсак В.В. Геоинформационные системы в гидромелиорации / С.В. Зати-нацкий, А.С. Фалькович // Геоинформационные системы в гидромелиорации: учеб. пособие по магистерскому курсу. М.: МГУП, 2003. - 84 с.

85. Костяков А.Н. Новая система орошения земель в СССР/А.Н.Костяков. - М., 1953.-13 с.

86. Костяков А.Н. Основы мелиораций/А.Н.Костяков.– М.: Сельхозгиз, -1960. -622с.

87. Кузнецов П.И.. Влияние структурообразующих мелиорантов на водопроницаемость и влагоудерживающую способность светло каштановых почв/П.И.Кузнецов, А.Е.Новиков //Доклады Российской академии с-х. наук.- 2010. - №4.- С. 36-38.

88. Кутеминский, В.Я., Леонтьева Р.С. Почвы Таджикистана- Душанбе: Ирфон, 1966.

89. Ларионова, А.М. Проблемы развития мелиорации в России / А.М.Ларионова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. -Рязань, 2006. -Вып.2. - 580с.

90. Ледники - водные ресурсы Таджикистана в условиях изменения климата. Режим доступа: http://www.meteo.tj/files/doc/water_resources.pdf

91. Липкинд И.М. Агрохимическая характеристика почв и применение удобрений в Вахшской долине //Почвы Вахшской долины и мелиорация. Душанбе: Госиздат ТаджССР, 1947.

92. Лукаткин А.С. Оценка воздействия температурных стрессов на растения кукурузы по изменению антиоксидантной

активности /А.С.Лукаткин, Н.В. Нарайкина // Аграрная наука. - 2011. -№5. - С.8-10

93. Магай С.Д. Рациональное использование водных ресурсов при рассолении засоленных почв/С.Д.Магай //Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб.науч.тр.- Рязань, 2013. -Вып.10.

94. Мажайский Ю.А.. Изменение плотности естественного сложения почвы под действием нового удобрения – мелиоранта пролонгированного действия при воздействии картофеля на серых лесных почвах Рязанской области /Ю.А.Мажайский, В.П.Максименко, Ю.С. Попова // Экологическое состояние природной среды и научно- практические аспекты современных мелиоративных технологий:сб. науч.тр.- Рязань, 2010. – Вып. 4.- 763с.

95. Макаренко Н.Л., Демьянов Г.В. и другие. /Системы координат спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС//Геодезия и картография. 2000, №6. - С.16-22

96. Максименко В.П.. Промывка засоленных земель с использованием новых способов орошения / В. П.Максименко, В. К. Губин, Л. В. Кудрявцева// Комплексное мелиорации - средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель. Материалы юбилейной международной научно-практической конференции. - М., 2014 - С.106-110

97. Максимов В.А.. Роль климатических условий в формировании урожайности ярового ячменя/В.А.Максимов, С.А. Замятин, Н.Н.Апаева // Аграрная наука. – 2014. - №6. - С.16-18

98. Мартыненко, А.И., Бугаевский Ю.Л., Шибалов С.Н. Основы ГИС: теория и практика. — М., 1995, 232 с.

99. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке: ГОСТ 26424-85.-Введ.1985.01.01.-М.: Изд-во стандартов, 1985.-11с.

100. Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель. М.: ВНИИГиМ, вып. 1, 1978. – 72 с.

101. Методические рекомендации по оценке экологической и мелиоративной ситуации на орошаемых землях. / Сост. Л.В. Кирейчева, И.Ф. Юрченко, В.М. Яшин. - М.:, Россельхозакадемия, 1994.- 57 с.

102. Методические рекомендации по оценке экономической эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель (РД АПК 3.00.01.003-03). Утверждены Минсельхозом России 24.01.2006г. № 705-2187/14.

103. М.п. № ТЈ 409, Бюл.61(1), Душанбе, 2011.

104. Мустафаев, Ж.С. Экологическое проблемы бассейна Аральского моря/Ж.С.Мустафаев, А.Т.Козыкеева. - Тараз, 2009. - 354 с.

105. Назриев М.Н., Хисориев А.Х., /Современное мелиоративное состояние орошаемых земель Таджикистана и пути его улучшения// Материальҳои анҷумани якуми хокшиносони Тоҷикистон, Душанбе, 2-3.11. 2001, - С. 31-33

106. Народное хозяйство Таджикской ССР в 1981 году: статистический ежегодник. — Душанбе, 1983.-С. 137, 162.

107. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии: Т. 1. Теоретические и методические основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий. Коллективная монография. — М.: Почв, ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. — 756 с.

108. Национальная Программа Действий по борьбе с опустыниванием в Таджикистане (2000), утвержденного постановлением Правительство РТ от 30 декабря 2001года, № 598.

109. Национальный план действий по смягчению последствий изменения климата (2003г.), утвержденного Правительством РТ от 6 июня 2003года, № 259.

110. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата /Под ред. Махмадалиева Б.У., Новикова В.В., Каюмова А.К., Пердомо.- Душанбе:Таджикглавгидромет, 2003.-264с.

111. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Таджикистан. Режим доступа <http://allatra.org/ru/pages/climate>.

112. Нерозин, О.Е. Сельскохозяйственные мелиорации. (Зона Средней Азии). Ташкент. «Укитувчи», -1980, -258с.

113. Николаенко, А.Н. Оценка опасности осолонцевания почв при орошении минерализованными водами /А.Н.Николаенко, В.П.Максименко // Комплексная мелиорация - средство повышения

продуктивности сельскохозяйственных земель. Материалы юбилейной международной научно-практической конференции. - М., 2014. - С. 452.

114. Нормативно-методическое обеспечение системы государственного контроля и надзора в мелиорации / Сост. В.Н. Щедрин., Г.Г. Гулюк, В.Я. Бочкарев., Г.Т. Балакай: ФГБНУ «РосНИИМП» - М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2003, - 437 с.

115. О проблемах и последствиях глобального изменения климата на Земле. Эффективные пути решения данных проблем, режим доступа: <http://allatra.org/ru/pages/climate>

116. Основы природообустройства / А.И. Голованов, Т.И. Сурикова, Ю.И. Сухарев и др. - М.: КолоС, 2003. - 320с.

117. Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения: ГОСТ 17.1.2.03-90 (СТ СЭВ 6457-88). - Введ. 91.07.01. - М.: Изд-во стандартов, 1991. - 10 с.

118. Очерки истории Коммунистической партии Таджикистана. - Душанбе, 1968. - С. 319—320.

119. Оценка уязвимости природных ресурсов, экономики и здоровья населения к изменению климата. Режим доступа: http://enrin.grida.no/htmls/tadjik/vitalgraphics/rus/html/text_u6.htm

120. Панжин А.А. Исследование короткопериодных деформации разломных зон верхней части земной коры с применением систем спутниковой геодезии/А.А. Панжин // Маркшейдерия и недропользование. - 2003. - №3. - С. 48-52.

121. Панкратов, В.А. К проблеме гидрогеолога мелиоративного обоснования мероприятий по использованию водных ресурсов и мелиорации земель Таджикистана. - Душанбе: Ирфон, 1979.

122. Панкратов, В. Я. Вселенная и Мы. Трудная судьба астрометеорологического прогноза [Электронный ресурс] / В.Я. Панкратов, Нарманский. - Режим доступа: <http://www/astronet.ru/db/msg/1187737>.

123. Парфенова Н.И. Оценка экологического состояния Прикаспийского региона при мелиоративном воздействии. / Н.И. Парфенова., Н.М. Решеткина, Е.А. Макарычева., Ю.С. Лялин, Е.С. Лепнова, С.Д., Исаева Л.Г. Семина - М.: Издательство «РОМА», 1997. - 180 с.

124. Планин Ю.Г. Баланс грунтовых вод орошаемого участка Вахшской долины. / Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии Таджикистана. Сб. 1, 1965

125. Планин Ю.Г. Региональный водный и солевой баланс орошаемых районов Южного Таджикистана. / Вопросы мелиоративной гидрогеологии. М., ВСЕГИНГЕО. вып. 67, 1974

126. Петров Г. Н., Ахмедов Х. М. Комплексное использование водноэнергетических ресурсов трансграничных рек Центральной Азии. Современное состояние, проблемы и пути их решения. – Душанбе: ООО "Сапфир Компани", 2011. -234 с.

127. Плюснин, А.О., Голованов А.А. Мелиоративное почвоведение/А.О.Плюснин, А.А.Голованов. - М.: Колос, 1983.-318 с.

128. Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке: ГОСТ 26426-85.-Введ.86.01.01.-М.:Изд-во стандартов, 1986.-27.

129. Почвы. Методы определения ионов хлорида в водной вытяжке: ГОСТ 26425-85.-Введ.85.01.01.-М.: Изд-во стандартов, 1986.-9с.

130. Почвы. Методы определения органического вещества: ГОСТ 26213-91.-Введ.93.07.01.- М.:Изд-во стандартов, 1993. – 8 с.

131. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО: ГОСТ 26488-85.-Введ.86.07.01.-М.:Изд-во стандартов, 1986.-37с.

132. Почвы Таджикистана. Эрозия почв и борьба с ней/ М.Р.Якутилов, А.М.Бурькин, В.Н.Лукин и др.- Душанбе, 1963.-182с.

133. Практика рекультивации загрязнённых земель: учебное пособие / под общей редакцией Ю.А. Мажайского. - Рязань,2012.-745с.

134. Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря. (География, генезис, эволюция) /Е.И.Панкова, И.П.Айдаров, И.А.Ямнова и др. - М.: РАСХН, МГУП, 1996. -187с.

135. Райнин, В.Е. О роли мелиоративной науки в обосновании целесообразности развития мелиораций/В.Е.Райнин // Экологические проблемы мелиорации.. Материалы международной конференции. -М.,2002. - С. 9-11

136. Программа реформирования сельского хозяйства Республики Таджикистан на 2012-2020годы», утвержденного постановлением Правительство РТ от 1 марта 2012года, № 450.

137. Проектирование базы геоданных. http://esri-cis.ru/news/arcreview/Images/Number_51/7_5.jpg

138. Раупов Р.Н., Давлатов Р.Р. Влияние изменения климата на состояние ледников и режим речного стока Таджикистана /

«Кишоварз» (Земелделец). Вестник Таджикского Аграрного университета. -2015. -№1(65). -С.57-59.

139. Режимы орошения сельскохозяйственных культур в Таджикской ССР: Рекомендации. - Душанбе, 1988. - 245 с.

140. Решеткина Н. М. Развитие концепции и методологии мелиоративной деятельности /Н.М.Решеткина, Л.В.Кирейчева // МиВХ. – 1996.- №5/6. -С.4-6.

141. Ригачев Д.А. Интеграция инструментальных средств оперативной аналитической обработки (OLAP) с ГИС технологиями задачах управления технической эксплуатации оросительных систем/Д.А.Ригачев // Экологическое состояние окружающей среды и научно – практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб.науч.тр.-Рязань,2004.-666с.

142. Сангинов С.Р., Алиев И.С., Аминджанов М.А. Засоление и гидроморфизм почв как компоненты опустынивания земель орошаемой зоны Таджикистана и пути их ликвидации //Материалы 1-го съезда почвоведов Таджикистана,- Душанбе, 2001.

143. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации/ Богушевский, А.А., А.И.Голованов, В.А.Кутергин и др. Москва.- Колос, 1981. – 375 с.

144. Семёнова О.А. Климатическое описание Гиссарского района/О.А.Семёнова, Г.Н.Леухина.- Л., 1965. - 68с.

145. Сиротенко О.Д. Оценка влияния изменений климата на сельское хозяйство методом пространственно-временных аналогов / О.Д. Сиротенко, В.Н. Павлова // Метеорология и гидрология. 2003. - №8. - С. 89-99

146. Сорокин А.Г. Управление водными ресурсами бассейнов рек Амударья и Сырдарья по вариантам развития с учетом изменений климата. 2002.

147. Статистический ежегодник Республики Таджикистан, 2015, - 272 с.

148. Суяндукров Я.Т. Влияние погодно-климатических условий на разложение целлюлозы в почвах Башкирского зауралья/Я.Т.Суяндукров, И.Н.Семёнов, Г.Р.Ильбуева // Аграрная наука.- 2010.- №12. - С. 12-13

149. Сычев В.Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь/В.Г.Сычев . - М.: Изд-во ЦИНАО, 2003.

150. Тохиров И. Г. Сарчашмаҳои оби Чумхурии Тоҷикистон . К. 1. Дарёҳо/И.Г.Тохиров.- Душанбе ,1998. – 200 с.

151. Тихонов В.Е. К проблеме долгосрочного прогнозирования урожайности /А. А /Неверов, О.А.Кондрашова, Р.Р.Абдрашитов// Аграрная наука. - 2012. - № 9. - С. 12-14

152. Тулайков Н.М. Несколько соображений по вопросу о полеводственных и организации селекционных учреждений юго-востока/Н.М.Тулайков //Избранные труды. Т.2. Проблемы борьбы с засухой. - Самара, 2000. – С.10-25

153. Турсунов А.А. Аральская катастрофа и климатические изменения в центральной Азии/А.А.Турсунов // Тр. НВП НАН Республики Узбекистан.-Ташкент, 1995.-Вып.3.- С. 28-48

154. Турсунов Д. Эрозионные процессы при бороздовом поливе и пути их минимализации /Д.Турсунов, Б.Мансуров, Х.М.Ахмадов //Докл. ТАСХН. – 2011. - №2. - С. 43-47

155. Худайяров М. Проблемы рационального использования земельно-водных ресурсов Туркменистана/М.Худайяров //Экологическое состояние природной среды и научно практические аспекты современного мелиоративных технологий: сб.науч.тр.- Рязань,2010.-Вып.4.-763с.

156. Черкасов С.В. Влияние погодных условий на плодородие почв, урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность удобрений в центральном черноземье. /Сокорёв Н.С., Воронин А.Н., Трапезников С.В//Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2010, №-5. –С. 25-28

157. Шалабанов А.К. Практикум по эконометрике с применением MS EXCEL/Роганов Д.А.//Казань, 2008. – 53 с.

158. Шамсутдинов З.Ш. Методы экологической реставрации аридных экосистем в районах пастбищного животноводства [Электронный ресурс] //З.Ш. Шамсутдинов, Н.З. Шамсутдинов. – Режим доступа: [http:// docs.sibecocenter.ru /programs/step/SB/11/06.Html](http://docs.sibecocenter.ru/programs/step/SB/11/06.Html)).

159. Шумаков, Б.Б.. Экологические аспекты мелиорации / Б.Б. Шумаков, Л.В.Кирейчева // Вестн. РАСХН.-1994.- №4. – С. 46-52

160. Шуравилин А.И. Агрорландшафтное и экологическое проектирование систем земледелия /А.И.Шуравилин, Ю.А.Мажайский, Н.Н.Бушуев. –Рязань, 2011. -220с.

161. Щедрин В.Н. Перспективы использования ГИС-технологий в системе управления мелиоративной отраслью /В.Н.Щедрин,

В.Я.Бочкарев // Мелиорация и водное хозяйство.- 2002.- №2.-С. 12-15.

162. Эколого-мелиоративный потенциал почвенного покрова Западной Сибири /Т.Н.Елизаров и др.- Новосибирск: Наука, 1999.-240с.

163. Юрченко, И.Ф. Информационные системы управления в мелиорации /И.Ф.Юрченко // Мелиорация и водное хозяйство.-1998.-№5.

164. Aidarov, I.P., Pankova E. I., Eurasian soil science vol. 40 no.6 - 2007.

165. Eggelsmann, R. Duananleitung fur Langbau, ingenierbau u. Landschaftbau. – Berlin: Parey, 1981.

166. IPCC (Intergovernmental panel on climate change) Climate Change 2007 https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/ru/spmssp-6.html

167. Crowley, J. K. Mapping playa evaporite minerals with AVIRIS data: a first report from Death Valley, California. Remote Sensing of Environment, 1993, 44, 337– 356.

168. McBratney, A.B., Mendonc A, Santos, M.L., Minasny, B., 2003. On digital soil mapping. Geoderma 117, 3–52.

169. Mu Zhen-xia, Wu Wan-hu, Jiang Hui-fang, Ikromov I.I. Response of Water Resources on the Rivers of Winter Rain Type to Climate Change/ Collection Paper of Scientist Xingiang Agricultural University (China) and Tajik Agrarian University, 2013, P.15-20.//Mu Zhen-xia, Wu Wan-hu, Jiang Hui-fang, Ikromov I.I..

170. Jiandong Sheng, Lichun Ma, Ping'an Jiang , Baoguo Li , Feng Huang , Hongqi Wu. Digital soil mapping to enable classification of the salt-affected soils in desert.// Agricultural Water Management 97 (2010) 1944–1951//.

171. Wu Wan-hu, Jiang Hui-fang, Mu Zhen-xia, , Ikromov I.I. Study on Monthly Runoff Process Simulation in Vakhsh River Basin / Collection Paper of Scientist Xingiang Agricultural University (China) and Tajik Agrarian University, 2013,P.21-26. /Wu Wan-hu, Jiang Hui-fang, Mu Zhen-xia, Ikromov I.I.

Интернет ресурсы

172. <http://allatra.org/ru/reports/o-problemah-i-posledstvijah-globalnogo-izmenenija-klimata-na-zemle> Аллатра. О проблемах и последствиях глобального изменения климата на Земле.

173. http://enrin.grida.no/htmls/tadjik/vitalgraphics/rus/html/text_ub.htm - Важные карты и графики по изменению климата.

174. http://www.sng.allbusiness.ru/content/%20document_r_F27F87F1-7709-4684-8CE7-A89ABFD793B5.html. Программа экономического развития Республики Таджикистан на период до 2015 года

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Таблица к расчету аддитивной модели

Годы	ГТК вычисленным по данным ГМС «Курган-Тюбе»	Коэффициент автокорреляции Курган-Тюбе	Средняя за 15 лет	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной компоненты	Сезонная S	T+E=Y-S	Тренд T	Приближенная ряда T+S	Случайный фактор E=Y-(T+S)	Yt-Yc
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1961	0,0134	0,811063				-0,00400	0,0174	0,003444	-0,00056	0,0139	0,0134
1962	0,0008	0,828675				0,00083	0,0000	0,003947	0,004775	-0,0040	0,0008
1963	0,0078	0,817938				0,00730	0,0005	0,004449	0,011747	-0,0039	0,0078
1964	0,0076	0,817756				-0,00885	0,0164	0,004951	-0,00039	0,0115	0,0076
1965	0,0025	0,81666				-0,00345	0,0059	0,005453	0,002007	0,0005	0,0025
1967	0,0103	0,805021				-0,00668	0,0169	0,006458	-0,00022	0,0105	0,0103
1968	0,0130	0,807964	0,0218	0,0153	-0,0023	0,00887	0,0041	0,00696	0,015825	-0,0028	0,0130
1969	0,0136	0,8199	0,0087	0,0126	0,0010	0,00763	0,0060	0,007462	0,015096	-0,0015	0,0136
1970	0,0084	0,834635	0,0166	0,0165	-0,0081	-0,00155	0,0100	0,007964	0,00641	0,0020	0,0084
1971	0,0029	0,833323	0,0165	0,0140	-0,0111	-0,00447	0,0074	0,008467	0,004	-0,0011	0,0029
1972	0,0158	0,821124	0,0114	0,0156	0,0002	0,00583	0,0100	0,008969	0,0148	0,0010	0,0158
1973	0,0038	0,843491	0,0197	0,0210	-0,0172	-0,00746	0,0113	0,009471	0,002015	0,0018	0,0038
1974	0,0134	0,831678	0,0223	0,0228	-0,0094	0,00017	0,0132	0,009973	0,010141	0,0033	0,0134
1975	0,0106	0,842905	0,0232	0,0205	-0,0099	0,00590	0,0047	0,010476	0,016375	-0,0058	0,0106
1976	0,0031	0,844337	0,0178	0,0151	-0,0120	-0,00007	0,0032	0,010978	0,010905	-0,0078	0,0031
1977	0,0050	0,829514	0,0123	0,0191	-0,0141	-0,00400	0,0090	0,01148	0,00748	-0,0025	0,0050
1978	0,0137	0,813634	0,0259	0,0201	-0,0064	0,00083	0,0129	0,011982	0,012811	0,0009	0,0137
1979	0,0098	0,819673	0,0144	0,0194	-0,0096	0,00730	0,0025	0,012485	0,019783	-0,0100	0,0098

1980	0,0088	0,810591	0,0245	0,0231	-0,0143	-0,00885	0,0176	0,012987	0,00414	0,0047	0,0088
1981	0,0098	0,795947	0,0217	0,0185	-0,0087	-0,00345	0,0132	0,013489	0,010043	-0,0002	0,0098
1982	0,0078	0,780527	0,0152	0,0166	-0,0088	-0,00668	0,0145	0,013991	0,007309	0,0005	0,0078
1983	0,0182	0,754639	0,0179	0,0226	-0,0044	0,00887	0,0093	0,014493	0,023359	-0,0052	0,0182
1984	0,0105	0,77475	0,0273	0,0255	-0,0150	0,00763	0,0029	0,014996	0,022263	-0,0121	0,0105
1985	0,0084	0,751349	0,0237	0,0239	-0,0155	-0,00155	0,0100	0,015498	0,013943	-0,0055	0,0084
1986	0,0123	0,710983	0,0241	0,0249	-0,0126	-0,00447	0,0168	0,016	0,011533	0,0008	0,0123
1987	0,0236	0,674274	0,0257	0,0250	-0,0014	0,00583	0,0178	0,016502	0,022334	0,0013	0,0236
1988	0,0110	0,743243	0,0243	0,0298	-0,0188	-0,00746	0,0185	0,017005	0,009549	0,0015	0,0110
1989	0,0138	0,692016	0,0354	0,0316	-0,0178	0,00017	0,0136	0,017507	0,017675	-0,0039	0,0138
1990	0,0262	0,639143	0,0279	0,0276	-0,0014	0,00590	0,0203	0,018009	0,023908	0,0023	0,0262
1995	0,0148	0,814837	0,0273	0,0300	-0,0152	-0,00007	0,0149	0,02052	0,020448	-0,0056	0,0148
1997	0,0160	0,78533	0,0326	0,0387	-0,0227	-0,00400	0,0200	0,021525	0,017525	-0,0015	0,0160
1998	0,0176	0,746975	0,0448	0,0385	-0,0209	0,00083	0,0168	0,022027	0,022855	-0,0053	0,0176
1999	0,0305	0,701608	0,0323	0,0345	-0,0040	0,00730	0,0232	0,022529	0,029828	0,0007	0,0305
2000	0,0175	0,879	0,0366	0,0436	-0,0261	-0,00885	0,0263	0,023031	0,014185	0,0033	0,0175
2001	0,0189	0,851642	0,0505	0,0453	-0,0264	-0,00345	0,0223	0,023534	0,020087	-0,0012	0,0189
2002	0,0189	0,811657	0,0400	0,0400	-0,0211	-0,00668	0,0256	0,024036	0,017354	0,0015	0,0189
2003	0,0207	0,730423				0,00887	0,0118	0,024538	0,033403	-0,0127	0,0207
2004	0,0330	0,578133				0,00763	0,0254	0,02504	0,032674	0,0003	0,0330
2005	0,0302	0,811741				-0,00155	0,0318	0,025543	0,023988	0,0062	0,0302
2006	0,0246	0,97461				-0,00447	0,0291	0,026045	0,021578	0,0030	0,0246
2007	0,0261	0,959166				0,00583	0,0203	0,026547	0,032379	-0,0063	0,0261
2008	0,0333	0,981981				-0,00746	0,0408	0,027049	0,019593	0,0137	0,0333
2009	0,0369					0,00017	0,0367	0,027552	0,02772	0,0092	0,0369
2010	0,0387					0,00590	0,0328	0,028054	0,033953	0,0047	0,0387
					Сумма	0	0,0000				

О Г Л А В Л Е Н И Е		Стр.
Введение		5
Глава 1 Влияние глобального изменения климата на развитие ирригации в Республике Таджикистан.....		9
1.1 Факторы, вызывающие глобальное изменение климата, и основные сценарии		9
1.2 Влияние изменения климата на водные ресурсы		13
1.3 Влияние изменения климата на почвенные условия сельскохозяйственных угодий.....		17
1.4 Концептуальная модель влияния изменения климата на мелиоративное состояние орошаемых земель.....		24
Выводы к главе		29
Глава 2 Естественно-исторические, природные и ирригационно-хозяйственные условия Вахшской долины Республики Таджикистан и методика исследований.....		30
2.1 Расположение и краткая история освоения Вахшской долины.....		30
2.2 Природно-климатические и геоморфологические условия...		34
2.3 Характеристика основных водных артерий Вахшской долины.....		39
2.4 Характеристика почвенно-гидрогеологических условий и оценка продуктивности орошаемых земель.....		42
2.5 Ирригационно-хозяйственные условия и их влияние на мелиоративное состояние орошаемых земель.....		46
2.6 Обоснование объекта исследований. Краткая характеристика опытных участков и методика исследований....		52
Выводы по главе.....		59
Глава 3. Оценка влияния изменения температуры воздуха на увлажнённость территории, водность основных рек Вахшской долины и мелиоративное состояние земель		60
3.1 Динамика потепления климата на орошаемой территории Вахшской долины.....		60
3.2 Исследования степени увлажнённости орошаемых земель Вахшской долины и её динамики в условиях глобального потепления климата.....		65

3.3 Исследования водности крупных рек Вахшской долины в условиях глобального изменения температуры.....	78
3.4 Оценка водообеспеченность территории орошаемых земель Вахшской долины в условиях глобального потепления климата.....	93
Выводы по главе.....	102
Глава 4. Методика построения карт мелиоративного состояния с использованием ГИС-технологии и его прогноз под влиянием изменения климатических факторов.....	104
4.1 Методика и построения карт мелиоративного состояния земель с использованием ГИС-технологии	104
4.2 Карты оценки мелиоративного состояния земель в существующих условиях.....	111
4.3. Прогноз изменения мелиоративного состояния земель до 2030 и 2050 гг. в условиях изменения климатических факторов.....	122
Выводы по главе.....	133
Глава 5 Мероприятия по улучшению мелиоративного состояния и адаптации сельскохозяйственного производства к изменению климатических факторов	136
5.1 Рекомендации по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и адаптации сельскохозяйственного производства с учётом изменения климата.....	136
5.1.1 Рекомендации по улучшению мелиоративного состояния земель в условиях изменения климата.....	136
5.1.2 Рекомендации по адаптации сельскохозяйственного производства к изменению климата с целью повышения производства сельскохозяйственной продукции.....	139
5.2 Прогноз мелиоративного состояния земель на 2030 год с учетом реконструкции КДС и освоения новых земель.....	141
5.3 Прогноз мелиоративного состояния на 2050 год при условии полной реконструкции КДС, освоения новых земель и изменения схемы землепользования.....	144
5.4 Анализ занятости орошаемых земель Вахшской долины основными сельскохозяйственными культурами и рекомендации по формированию состава и структуры севооборота на перспективу в условиях изменения климата	145

5.5 Оценка экономической эффективности рекомендуемых мероприятий стратегического развития структуры орошаемых земель Вахшской долины.....	153
Выводы по главе.....	161
Заключение.....	162
Список использованной литературы.....	164
Приложение. Таблица к расчету аддитивной модели.....	180

ИКРОМОВ Исломқул Истамович

МИРЗОЕВ Мирасил Маҳмадназарович

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕЛИОРАТИВНОГО
СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В
УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ
КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И РАЗВИТИЯ
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ ВАХШСКОЙ ДОЛИНЫ ТАДЖИКИСТАНА)**

Формат 30x42/8. Объем 11,62 п.л. Бумага офсетная. Печать
офсетная. Гарнитура Times New Roman. Тираж 200 экз.

Издательство «Ирфон»
Министерства культуры Республики Таджикистон
734018 г. Душанбе, ул. Г.Карабаева 17

Отпечатано в типографии «ГрафикаПринт»
г. Душанбе, Карин Манн, 130