МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ё.К. ХАЙИТОВ

ПРОБЛЕМЫ ВОЗВРАТНО-СТОЧНЫХ ВОД ЗЕРАВШАНСКОГО ОАЗИСА И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ

(Монография)

Бухара
Издательство «Дурдона»
2020

УДК 616.831-004.6
54.10
Х 15
Хайитов, Ёзил Косимович.
Проблемы возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса и пути её решения [Текст] : монография / Ё.К. Хайитов. - Бухара: "Sadriddin Salim Buxoriy" Durdona nashriyoti, 2020. - 200 с.
ББК 54.10

В монографии рассматриваются вопросы количественной и качественной оценки возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса. Предложены расчетные номограммы, позволяющие оценить и прогноза коллекторно-дренажного стока. Разработаны биологические способы очистки возвратных и сточных вод коммунально-бытовых, промышленных предприятий и других источников. Усовершенствовано методологические подходы к исследованию гидрологических, гидрохимических и водно-мелиоративных процессов протекающих на орошаемых территориях. Получены расчетные и прогностические зависимости количественной оценки возвратно-сточных вод, которые имеют прикладное значение при разработке перспективных планов использования водных ресурсов региона.

Рассчитана на гидрологов, гидрометеорологов, гидротехников, мелиораторов, почвоведов, географов и преподавателей, а также магистрантов высших учебных заведений.

Ответственный редактор:
Буриев С.Б. - доктор биологических наук, профессор

Рецензенты:
Жураев Ф.У. – доктор технических наук, профессор;
Гуламов М.И. – доктор биологических наук, профессор.

Рекомендовано к печати решением научно-технического Совета Бухарского государственного университета (протоколом внеочередного заседания от 28 ноября 2019 года).

ISBN 978-9943-6192-3-4

Основные условные обозначения

F- Площадъ водосбора км^2
H-Средняя высота водосбора , м;
Q-Расход воды, м^3/с
q-Расход коллекторно-дренажной сеть, м^3/с
W-Объем стока воды, м^3, км^3
M-Модул стока воды, л/с. км^2
h-Слой стока, мм;
$h_э$-Эрозионный метр, м/тыс. лет;
X-осадков;
T-температуры воздуха;
R- коэффиценты корреляции;
Температура воды, ^{0}C
Водородный показатель, pH
Запах, в баллах
Свет воды
Растворенный кислород, O_2, мг/л
Окисление органических веществ в воде, мг/л
Биохимическое потребление кислорода (БПК$_5$), мгО/л
Аммиак, мг/л
Нитриты, мг/л
Нитраты, мг/л
Фосфаты, мг/л
Нерастворимые вещества, мг/л

ВВЕДЕНИЕ

В аридных территориях мира вода и жизнь неразделимы. Здесь вода является основным ключевым фактором для производства продовольствия, охраны здоровья, достойной жизни и развития человечества. В Новом докладе ООН о состоянии водных ресурсов мира подчеркивается: «…постоянно растущее давление на водные ресурсы может привести к усилению конкуренции не только между различными отраслями экономики, но и между регионами и странами». Это указывает на необходимость более рационального управления и бережного использования водных ресурсов в аридных регионах.

Сегодня во всем мире рациональное использование имеющихся водных ресурсов, уменьшение объема коллекторно-дренажных вод и очистка сточных вод от различных органических и минеральных примесей является актульной задачей. При осуществлении исследований, направленных на рациональное использование водных ресурсов, количественная и качественная оценка возвратного коллекторно-дренажного стока, разработка новых методов повторного использования воды, уменьшение нагрузки на водные ресурсы, оптимизация поливной нормы, режима орошения и другие также являются актуальными.

С приобретением независимости нашей Республики во всех сферах, в том числе, в охране водных ресурсов и их рационального использования осуществляется системные научные и практические работы и достигнуты определенные результаты. В данном направлении доказаны различия количественных и качественных показателей стока рек в областях их формирования и расходования, разработаны индексы оценки загрязнения воды. На ряду с этим, недостаточно уделено внимание на разработку современных технологий водопользования при орошении и на их использование. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы поставлены задачи по «улучшению мелиоративных состояний орошаемых земель, внедрению современных технологий сбрежения воды и водных ресурсов в сферу сельскохозяйственного производства». В этом направлении, в частности, осуществление более углубленных

исследований по учету возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса и их повторное использование в сельском хозяйстве и других целях имеет особое значение.

Первые сведения о возвратных водах с орошаемых полей относятся к исследованиям, выполненным А.В.Чаплыгиным, А.В.Бостанджогло, В.Л.Шульцем, А.П. Стружинским, Е.М.Тимофеевым и другими. Основные закономерности и теоретические положения о формировании, количественной и качественной оценке и возможностях вторичного использования возвратных вод, изложены в исследованиях ученых стран СНГ (А.Н.Костяков, В.А.Духовный, Ф.Э.Рубинова, С.И.Харченко, М.А.Якубов, А.И.Сергеев, Р.К.Икрамов и других). Гидролого-гидрохимические проблемы изучаемого нами вопроса рассмотрены Р.А.Алимовым, А.А.Рафиковым, Э.И.Чембарисовым, Р.М.Раззаковым, Л.З.Шерфединовым, А.З. Захидовым и другими.

Общие-методологические и теоретические основы исследования вопросов формирования, оценки качества промышленных, коммунально-бытовых сточных вод и проблемы их очистки изложены в работах О.А.Алекина, W.P.Black, R.M.Hagan, А.М.Никонорова, Ю.Ю.Лурье, Н.С. Строганова, Ю.В.Новиковой, Э.И.Чембарисова, Ф.Э.Рубиновой, Ю.Н. Иванова, И.С.Рабочевой, В.М.Легостаева, Э.И.Игамбердиева, Р.Ш. Шаякубова, С.Буриева, Ж.К.Кутлиева, Ё.К.Хайитова, H.Nakamura и других.

В упомянутых выше исследованиях возвратные и сточные воды Зеравшанского оазиса рассмотрены в общих чертах, на примере различных орошаемых зон бассейна Аральского моря. Эти обстоятельства указывают на необходимость всестороннего исследования возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса, как источника дополнительных водных ресурсов.

Целью настоящей работы является выявление особенностей формирования возвратных коллекторно-дренажных и промышленно-коммунальных сточных вод Зеравшанского оазиса, разработка технологии по их очистке с целью вторичного использования. Для достижения поставленной цели, в работе решены следующие основные задачи:

- обоснование природных особенностей, в том числе

гидрологических, гидрогеологических, почвенно-мелиоративных и водохозяйственных условий Зеравшанского оазиса, как единого природно-хозяйственного комплекса с точки зрения формирования возвратных вод;

- оценка современного состояния гидрологического потенциала и водных ресурсов исследуемой территории;
- выявление особенностей формирования возвратного коллекторно-дренажного стока, а также их минерализации и химического состава в зависимости от водозабора для целей орошения;
- исследование закономерностей формирования и количественная оценка промышленных и коммунально-бытовых сточных вод;
- усовершенствование существующих методов очистки на примере возвратно-сточных вод изучаемого района;
- разработка научно-обоснованных рекомендаций и предложений по рациональному размещению и вторичному использованию возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса.

В работе, в качестве объекта исследования выбраны возвратные коллекторно-дренажные, а также промышленные и коммунально-бытовые сточные воды Зеравшанского оазиса. Орошаемые земли данного оазиса расположены в основном, в Самаркандской, Навоийкой и Бухарской областях, где орошаемое земледелие имеет древние исторические корни. Поэтому здесь сложились особые гидрогеолого-почвенно-мелиоративные условия. В годы независимости, в оазисе, в структуре и размещении посевов сельскохозяйственных культур отмечается постепенный планомерный отказ от монокультуры хлопчатника. За истекший период площади, занятые под хлопчатником сократились в среднем в два раза и сегодня их доля составляет 50-54 % от общей посевной площади или 47-48 % от орошаемых земель.

В работе, в качестве основной исходной информации использованы материалы стандартных сетевых наблюдений Узгидромета при Кабинете Министров Республики Узбекистан (ныне МЧС РУз) по гидрологическому режиму рек, озер, водохранилищ, каналов и коллекторно-дренажной сети исследуемого района. Эти материалы были дополнены данными

наблюдений, произведенными на гидрологических станциях и постах, действующих в системе Минсельводхоза, Госкомприроды Республики Узбекистан, а также данными областных гидрогеолого-мелиоративных экспедиций. В монографии также использованы полевые и лабораторные опытно-экспериментальные материалы автора.

Монография выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ фундаментальных, прикладных и инновационных проектов Национального университета Узбекистана: ОТ-Ф6-062 - «Исследование некоторых закономерностей гидрологических и физико-географических процессов Аральского бассейна» ИТД - 7-013 – «Оценка эрозионной деятельности и стока взвешенных наносов горных рек Узбекистана и сопредельных территорий на основе стандартной гидрометеорологической информации» ИД - 7.4- «Издание атласа поверхностных вод Узбекистана».

Надеемся, что выявленные в работе закономерности формирование возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса, полученные расчетные и прогностические зависимости количественной оценки возвратно-сточных вод, которые имеют прикладное значение при разработке перспективных планов использования водных ресурсов региона;

Материалы и результаты работы также полезны для учебных целей в высших учебных заведениях Республики при чтении специальных дисциплин. В перспективе результаты исследования могут быть исползованы для целей улучшенные мелиоративная состояние орашаемых земель расположенных в других сопредельных территории Узбекистана.

Монография подготовлена на кафедре «Экология и география» естественного факультета Бухарского государственного университета. При ее подготовке и оформлении автор неоднократно воспользовались ценными советами и предложениями своих коллег по кафедре, за что всем им выражаем свою искреннюю благодарность.

ГЛАВА I. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ

Данная глава монографии посвящена краткой характеристике природно-водохозяйственных условий объекта исследований, т.е. Зеравшанского оазиса, как единого природно-хозяйственного комплекса. В связи с этим, ниже вкратце будут изложены особенности геологического строения, рельефа, климатических, гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий исследуемой территории. Здесь, также рассмотрены вопросы роста площады орошаемых земель и изменения структуры посевов по областям Зеравшанского оазиса.

1.1. Краткое описание геологического строения и рельефа

В истории человечества всегда было немало вопросов и задач, от успешного решения которых зависело благополучие, процветание и дальнейшее многовековое развитие общества. В переплетении социально-экономических, политических противоречий наших дней особое внимание занимает противоречия глобального масштаба, затрагивающие самые основы существования цивилизации [166]. Чтобы избежать нерациональных подходов и связанных с ними ненужных расходов и, в конечном итоге, быть уверенным в устойчивости строящихся гидротехнических сооружений различного назначения, в настоящее время необходимы широкомасштабные исследования и изучения геологического строения и рельефа территории.

Такие исследования особенно актуальны при проектировании и строительстве железных и шоссейных дорог, аэродромов, промышленных, гражданских и гидротехнических сооружений, а также при обосновании гидрологических, гидрогеологических процессов, протекающих в крупных орошаемых массивах. В связи с этим, изучение геологического строения и рельефа Зеравшанского оазиса особенно необходимо при исследовании возвратных и сточных вод, формирующихся на его территории.

Зеравшанский оазис находится, примерно, в средней части территории Узбекистана. Оазис является плодом реки Зеравшан и вытянут с востока на запад на расстояние 400 – 420 км, с крайними точками $67^{0}30^{1}$ на востоке и $43^{0}30^{1}$ – на западе [26, 162, 163].

Как известно, основная стокообразующая часть бассейна трансграничной реки Зеравшан находится в пределах соседней Республики Таджикистан. Площадь водосбора, вместе с бассейном реки Магиандарья, составляет 11300 км^2. Река Зеравшан собирает свои воды с южных склонов Туркестанского хребта, обоих склонов Зеравшанского и северного склона Гиссарского хребтов [26, 123, 162, 163].

Туркестанский хребет является водоразделом между бассейнами рек Сырдарья и Зеравшана. В западной части его расположены горы Молгузарские и Чумкартау. Зеравшанский хребет является водоразделом между рекой Зеравшан и бассейнами рек Вахша и Кафирнигана. У истоков реки Ягноб от Зеравшанского хребта отходит горы Каратепе, отделяющие восточную часть Зеравшанского оазиса от бассейна реки Кашкадарья. Зеравшанский оазис начинается от границы нашей страны с Республикой Таджикистан. Именно здесь сток реки Зеравшан преграждается водоподъемной Раватходжинской плотиной [87].

Геологическое строение равнинной части Средней Азии и, в том числе, Зеравшанского оазиса достаточно хорошо изучено и подробно охарактеризовано в работах Г.А.Мавлянова, Э.В.Мавлянова, Л.А.Алибекова, Н.Н.Ходжибаева, А.А.Абулкасимова, С.Ю.Геллера, Б.А.Федоровича, П.С.Макеева и других [57, 162, 163].

В литературе [26, 57, 106, 123, 162, 163, 255] долину реки Зеравшан, в нашем случае Зеравшанский оазис, разделяют на три геоморфологические района. Они существенно различаются как по геологическому строению, так и по рельефу и характеру четвертичных отложений. Орошаемые земли Зеравшанского оазиса расположены в его четырех частях: в Самаркандском, Навои-Канимехском, Бухарском и Каракульском (рис. 1.1 и 1.2).

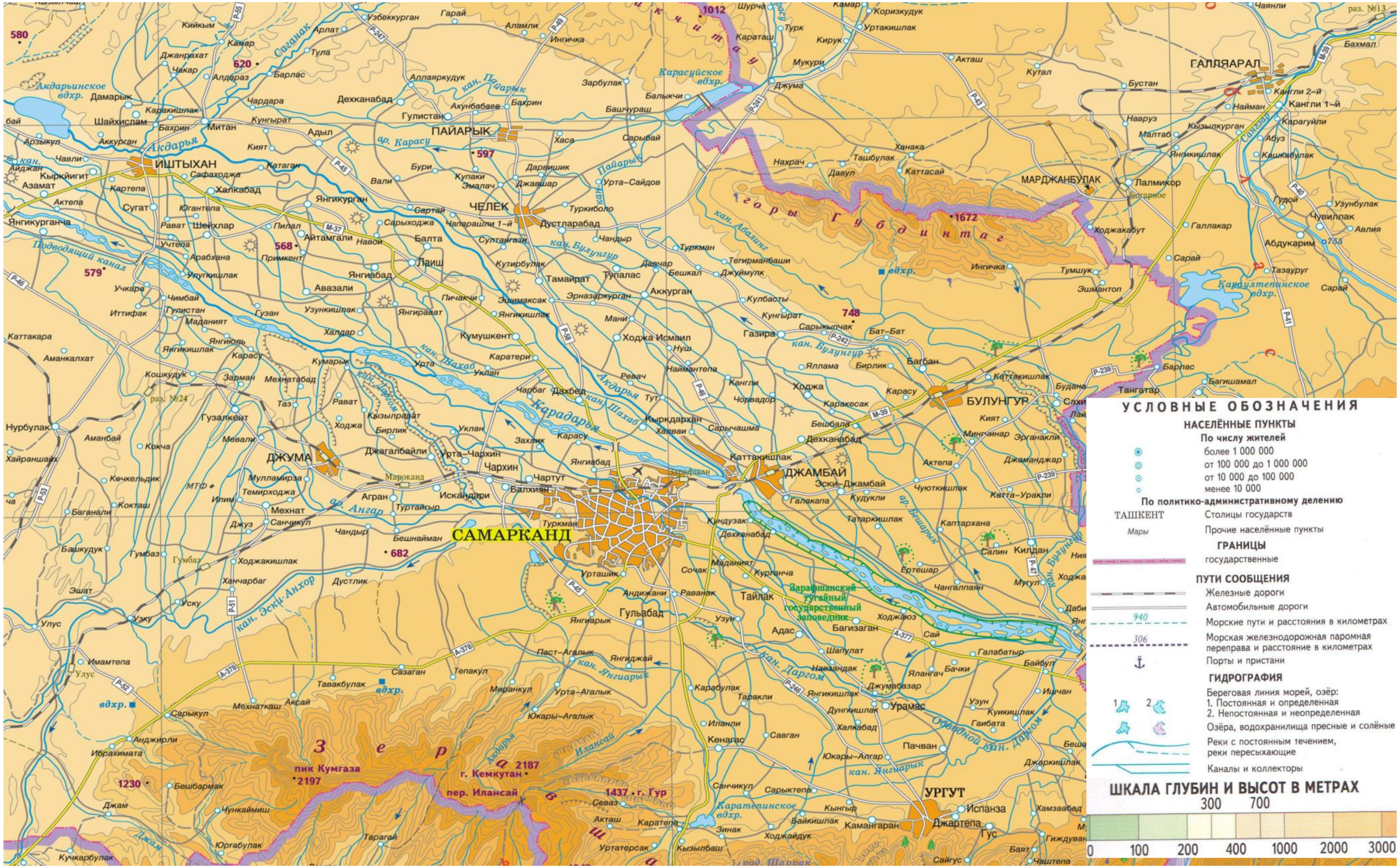


Рис.1.1. Самаркандская часть Зеравшанского оазиса (М: 1:1000 000)

Восточная часть оазиса, т.е. Самаркандская котловина, окаймлена с юга крайними отрогами Зеравшанского хребта, горами Каратепе, которые доходят до кишлака Джам Кашкадарьинского вилоята (рис. 1.1). С некоторым разрывом на запад от них за городом Каттакурган тянутся Зерабулакские горы. С севера восточная часть оазиса прикрыта Нуратинским хребтом и горами Каратау, Актау и другие [26, 255].

Навои-Канимехская часть оазиса расположена между Самаркандской и Бухарской части оазиса (рис.1.2). Здесь мощность четвертичных отложений изменяется от 0,5 м, на периферии оазиса, до 22 м в ее центральной части. Аллювиальный комплекс является как бы вложенным в Туранские слабопроницаемые отложения, представленные в верхней части глинами, песками и алевролитами [122, 162, 163].

Бухарская и Каракульская части Зеравшанского оазиса на севере и западе ограничаться с восточными окраинами пустыня Кызылкум, а на юге и юго-востоке – с Каршинской степью.

Бухарская часть Зеравшанского оазиса расположена выше Каракульской части оазиса. Она представляет сабой аллювиальную равнину со средним уклоном до 0,005 к западу и юго-западу. Бухарская часть оазиса представляет равнину и является субаэральной дельтой реки Зеравшан. Согласно литературным источникам [26, 87, 110, 111, 122, 150, 203], в продольном профиле субаэральная дельта реки Зеравшан делится на следующие три части: конус выноса, центральная часть и периферийная часть. В поперечном профиле данной субаэральной дельты выделены пойменные и две надпойменные террасы.

По данным Т.У.Кудратова и других [87, 150, 203], в Бухарской части оазиса верхний слой четвертичных отложений представлен суглинками, супесями, реже – песками, а нижний слой – галечниками, гравием и рыхлыми конгломератами. В верховьях Бухарской части оазиса мощность галечниковых отложений достигает 70 – 130 м. Следует отметить, что вниз по течению реки Зеравшан галечниковые отложения замещается более

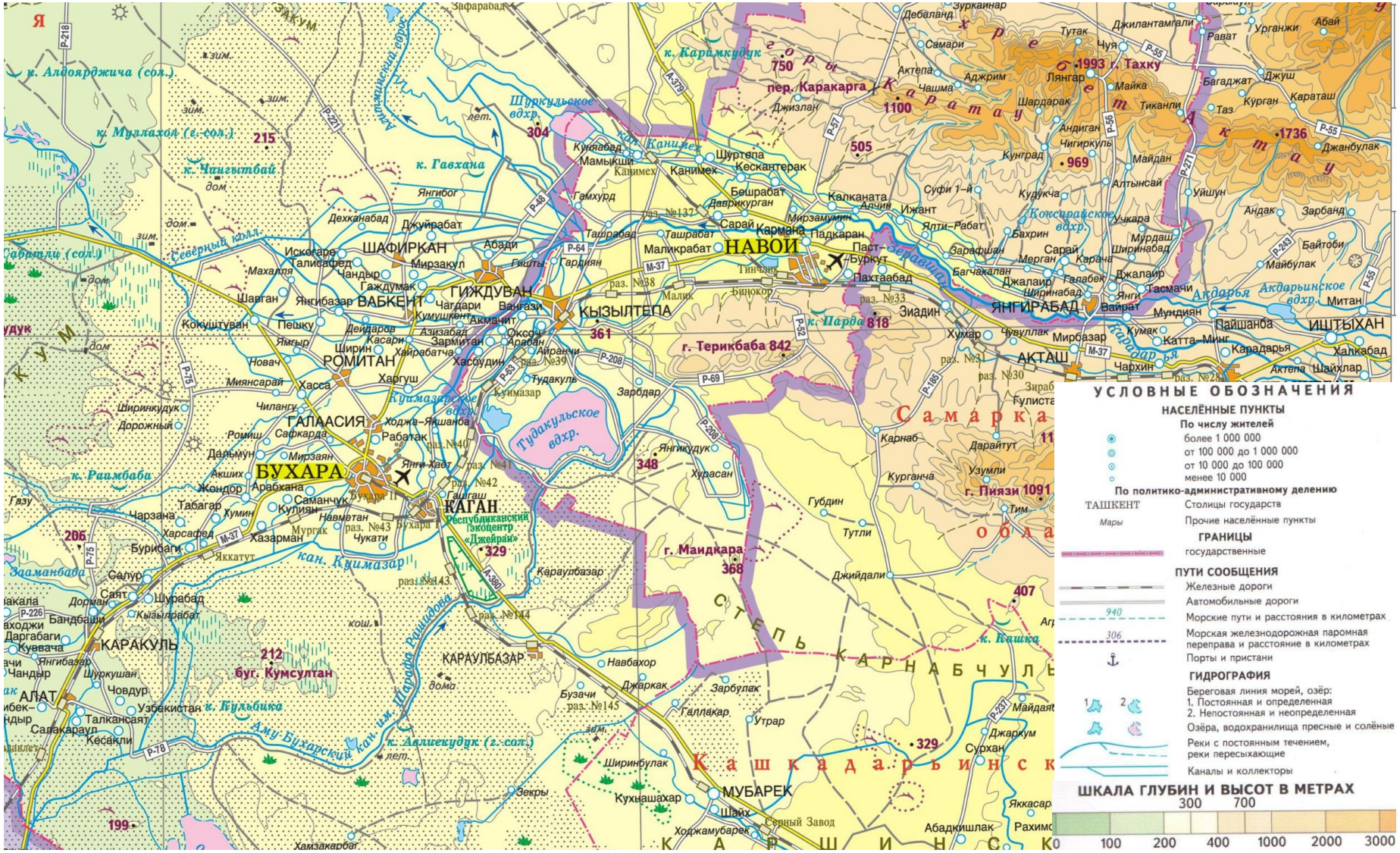


Рис. 1.2. Навои-Канимехская, Бухарская и Каракульская части Зеравшанского оазиса (М: 1:700 000)

мелкими фракциями, а по периферии данной части оазиса – песками и глинами. В зависимости от рельефа месности, мощность верхних мелкозернистых отложений колеблется в пределах от 1 до 15 м.

Каракульская часть Зеравшанского оазиса расположена в низовьях реки Зеравшан. Данная часть оазиса представляет собой аллювиальную равнину с общим уклоном, направленную на юго–запад (I = 0,0006-0,0007). Поверхности ее территории сложен суглинистым комплексом, мощностью от 3 до 10 м [26, 57, 162, 163].

Таким образом, выделенные нами части Зеравшанского оазиса – Самаркандская, Навои-Конимехская, Бухарская и Каракульская части отличаются как по геологическому строению, так и по рельефу. Поэтому, эти отличия играют различную роль в формировании возвратных вод с орошаемых территорий выделенных частей оазиса.

1.2. Климатические условия Зеравшанского оазиса

В климатическом отношении Зеравшанский оазис, как и вся Средняя Азия, характеризуется обилием света, тепла, большими колебаниями суточных температур воздуха и относительно малым количеством отмосферных осадков.

Орошаемая зона восточной части оазиса, т.е. посевные земли Самаркандской области имеют отметки над уровнем моря от 485 до 733 м. Она с трёх сторон окаймлена сравнительно высокими горами. Поэтому климат здесь несколько мягче и осадков выпадает больше, чем в средней и западной частях оазиса [24, 25, 209, 210].

Орошаемые земли Бухарской области, которая включает Бухарской и Каракульской части Зеравшанского оазиса, расположены на отметках 196 – 225 м над уровнем моря и далеко вдаются в пустыню Кызылкум. Среднее многолетнее годовое количество атмосферных осадков в Бухарской и Самаркандской частей оазиса увеличивается с запада на восток с повышением высоты местности (рис.1.3).

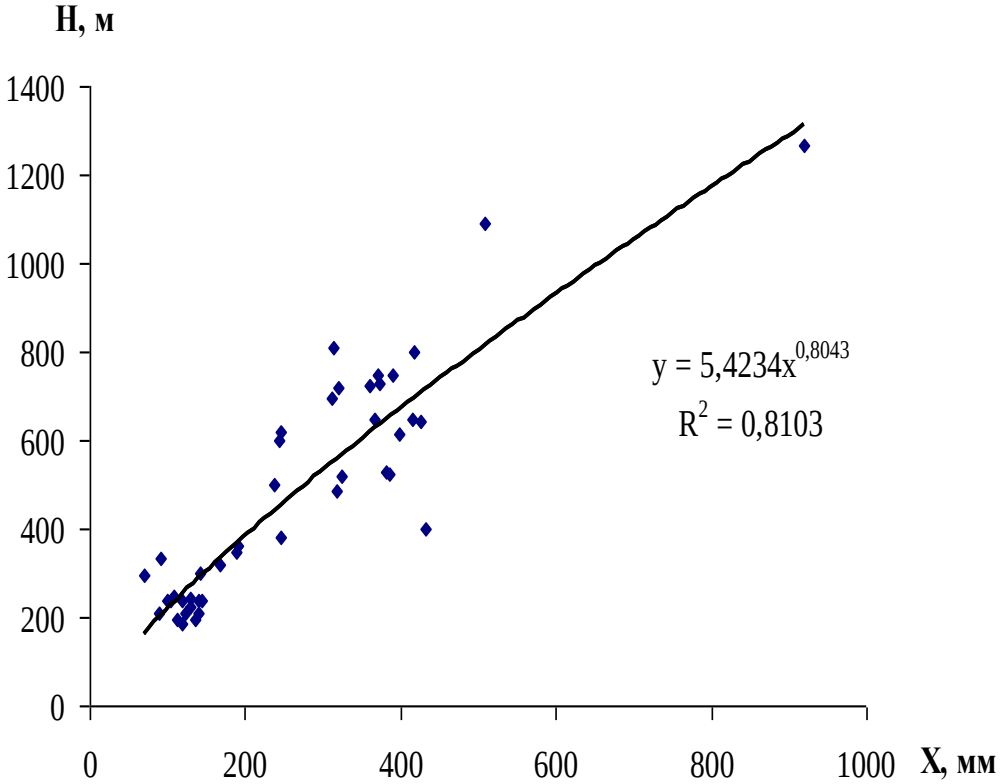


Рис. 1.3. Изменение количество атмосферных осадков с высотой метеорологических пунктов наблюдений

Таблица 1.1

Среднее многолетние годовые значения атмосферных осадков, зарегистрированных на метеопунктах Самаркандской области Зеравшанского оазиса

№ п/п	Метеорологические станции и посты	Высота, Н, м	Год начала наблюдения	Количества осадков, мм	
				Годовое	суточное максим-е
1	2	3	4	5	6
1	Кулбасти	400	1951	433	44
2	Каттакурган	485	1901	317	57
3	Каттакурганское вдхр	518	1920	325	62
4	Митан	525	1951	386	44
5	Улус	530	1956	382	52
6	Дибаланд	600	1952	244	46
7	Наримонов	612	1927	399	53

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
8	Дахбед	645	1970	426	58
9	Нагорний	650	1951	366	60
10	Джам	650	1952	416	54
11	Самарканд, город	695	1880	311	55
12	Джуш	720	1953	319	44
13	Самарканд, АГМС	726	1932	360	41
14	Кушрабад	728	1957	372	47
15	Джума	750	1951	389	47
16	Каракудук	750	1951	370	42
17	Сазаган	800	1951	417	47
18	Акчаб	810	1951	313	45
19	Ургут	1090	1927	509	44
20	Аманкутан	1266	1932	920	167

Среднее годовое количество атмосферных осадков в Каракуле составляет 113 мм, в городе Бухаре - 129 мм, в городе Самарканде - 311 мм и на крайнем востоке оазиса, в село Ургут - 509 мм (таблицы 1.1-1.3).

Основное количество атмосферных осадков на территории Зеравшанского оазиса (70-75 процента от годовой суммы) выпадает вневегетационный период, т.е. в холодное полугодие (октябрь-март), а остальные (25-30 % от годовой) в апреле-мае.

Таблица 1.2

Среднее многолетние годовые значения осадков, учтённых на метеопунктах Навоийской области Зеравшанского оазиса

№ п/п	Метеорологические станции и посты	Высота, Н, м	Год начала наблюдения	Количества осадков, мм	
				Годовое	суточное максималь-ное
1	Тамди	236	1932	118	26
2	Акбайтал	237	1951	99	30
3	Куйимазарское вдхр	244	1951	130	39

4	Бузабай	297	1951	69	28
5	Аяккудук	300	1951	143	31
6	Канимех	320	1951	168	32
7	Кулкудук	333	1951	92	43
8	Наваи	346	1931	188	33
9	Малик	360	1951	190	35
10	Совхоз Нурата	380	1956	246	58
11	Нурата	499	1929	237	47
12	Хатирчи	620	1970	245	53

Таблица 1.3

Среднее многолетние годовые значения атмосферных осадков, зарегистрированных на метеопунктах Бухарской области Зеравшанского оазиса

№ п/п	Метеорологические станции и посты	Высота, Н, м	Год начала наблюдения	Количества осадков, мм	
				Годовое	суточное максималь-ное
1	Аякагитма	184	1947	118	41
2	Мирзакала	195	1952	135	27
3	Каракул	196	1931	113	32
4	Яккатут	208	1951	123	32
5	Джангелди	209	1951	89	27
6	Хаджиканда	210	1951	139	29
7	Бухара (Каган)	225	1951	129	35
8	Карулбазар	240	1955	145	49
9	Вабкент	240	1970	104	33
10	Шафиркан	240	1928	140	31
11	Гиждуван	247	1968	109	26

В предгорных и горных районах Самаркандской части оазиса осадков выпадает несколько больше по сравнению с ее другими частями. Поэтому ее территория благоприятна для богарного земледелия. По этой же причине на значительных

площадях Самаркандской области хлопок и другие ранние пропашные культуры высевают в обычные годы под естественную влагу без запасных или предпосевных поливов.

Орошаемые зоны Самаркандской и Бухарской части оазиса имеют высокие среднегодовые температуры воздуха и почвы. Среднегодовая температура воздуха, соответственно по частям оазиса, составляют +13,4 ^{0}С и +14,8 ^{0}С, а температура почвы – + 16 ^{0}С и 18 ^{0}С (таблица 1.4).

Произведен анализ исходных материалов по среднемноголетним годовым и месячным значениям температур воздуха, приведенных выше в таблице 1.4. С этой целью построен график связи, который характеризует изменения среднегодовых значений температур воздуха с высотой местности по территории Зеравшанского оазиса (рис. 1.4).

Этот график показал их закономерное изменение с высотой местности, т.е. с повышением высоты метеорологических пунктов наблюдений, расположенных на территории Зеравшанского оазиса, наблюдается уменьшение температуры воздуха (рис. 1.4).

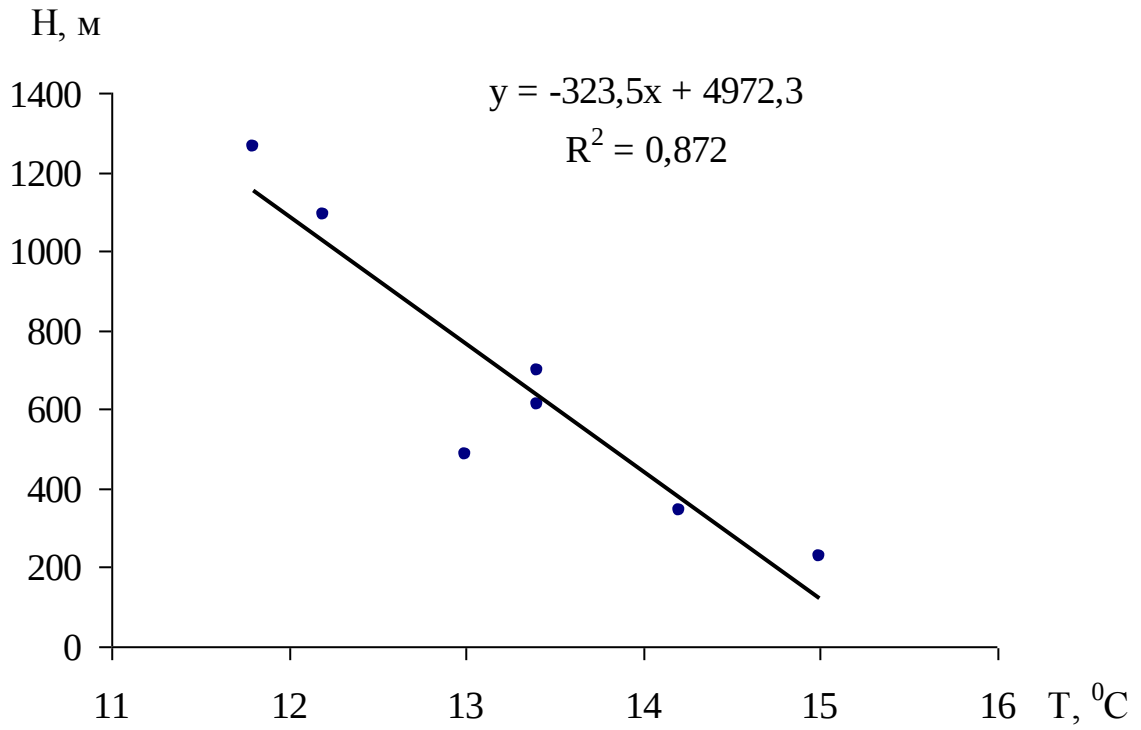


Рис. 1.2. Изменение среднегодовых температур воздуха на территории Зеравшанского оазиса с высотой местности

Таблица 1.4

Средние месячные и годовые значения температуры воздуха, зарегистрированные на метеорологических станциях Зеравшанского оазиса, ºС

№ п/п	Метеороло-гические станции	Месяцы												Ср. годо-вое
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Бухара	0,6	2,9	8,7	17,4	22,6	27,8	29,2	26,3	20,9	13,7	7,3	2,9	15,0
2	Навои	-0,4	3,2	8,2	15,0	21,7	25,8	28,3	25,9	20,1	13,0	7,1	2,3	14,2
3	Каттакурган	-1,9	1,8	7,2	13,9	20,0	24,9	27,2	25,1	19,1	11,0	5,9	1,4	13,0
4	Нариманов	-1,2	1,3	7,1	14,1	19,9	24,4	27,0	25,2	20,2	13,1	7,0	2,5	13,4
5	Самарканд	0,2	2,5	7,9	14,4	19,9	24,0	25,9	24,2	19,3	13,1	7,2	3,0	13,4
6	Ургут	0,5	1,6	6,8	12,3	17,5	21,9	24,9	23,0	18,0	11,8	6,7	3,0	12,2
7	Аманкутан	0,6	0,9	5,3	11,5	16,5	21,3	24,0	22,8	17,9	12,0	6,9	2,8	11,8

Анологичные графики связи получены также для среднемноголетных среднемесячных значений температур воздуха.

На территории Зеравшанского оазиса январь является самым холодным месяцем. Поэтому в январе здесь средняя месячная температура воздуха почти повсеместно имеет отрицательное значение. Самое жаркое время, т.е. в июле средняя многолетняя месячная температура воздуха на востоке – в Самарканде составляет +26 ^{0}С, а на западе, в Каракуле ее значение повышается до +29,1 ^{0}С.

Сумма эффективных положительных температур теплого полугодия (апрель-сентябрь) изменяются от 2192 ^{0}С в Самарканде, до 2679 ^{0}С в Каракуле (таблица 1.5).

Таблица 1.5

Сопоставительные значения климатических показателей по территории Зеравшанского оазиса

Элементы климата	Самарканд, АГМС	Бухара	Каракуль
Высота над уровнем моря, м	726	225	196
Осадки, мм:	360	129	113
в том числе: за период вегетации	106	36	33
за вневегетационный период	254	93	80
Средняя годовая температура воздуха, ^{0}С	12,9	14,8	15,0
в том числе: зима	2,0	1,2	1,6
весна	13,8	15,5	16,0
лето	24,7	26,2	27,8
осень	13,0	12,7	13,8
Абсолютный максимум, ^{0}С	45	47	48
Абсолютный минимум, ^{0}С	-27	-26	-28
Сумма эффективных температур, выше 10 ^{0}С (апрель-октябрь), ^{0}С	2192	2778	2679
Безморозный период: среднемноголетний	203	200	211

минимальный	157	155	179
Даты выше 10 ^{0}С, начало	28/III	23/III	22/III
конец	27/X	27/X	31/X
число дней	212	217	222

Однако, как в Самаркандской, так и Бухарской части оазиса наблюдаются очень высокие летние максимумы температур воздуха, которые колеблются в пределах от 45 ^{0}С до 48 ^{0}С. Средняя продолжительность безморозного периода за многолетний период наблюдений в Бухарской области составляет 200-214 дней, а в Самаркандской области – 179-216 дней. Поэтому во всех частях оазиса возможно возделывание повсеместно не только хлопка-сырца, но и овощебахчевых, садово-виноградарских и других видов селскохозяйственных культур.

Отдельным районам Зеравшанского оазиса характерна сильная ветровая деятельность. Например, часто большой вред хозяйствам Бухарской части оазиса наносят гармсили, дующие из Кызылкумов. Своим горячим дыханием они иссушают почву и посевы, что вызывает большую дополнительную потребность в оросительной воде, которую обычно не представляется возможным обеспечить в короткие сроки. Поэтому, несмотря на принимаемые меры, происходит опадание цветков и завязей хлопчатника, овоще–бахчевых, садово-виноградарских и других видов культур. В результате этого гибнет значительная часть урожая. Верным средством борьбы с этим стихийным бедствием является создание лесных защитных полос как межрайонного, так и внутрихозяйственного значения.

1.3. Характеристика гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий

Гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия орошаемой части Зеравшанского оазиса достаточно обстоятельно рассмотрены в исследованиях Р.А.Алимова и Н.И.Зудиной, Ф.Б.Абуталиева и У.У.Умарова, И.Х.Джурабекова и Н.Т.Лактаева, Г.А.Мавлянова, Н.М.Решеткиной и Х.И.Якубова,

Д.М.Кац и В.М.Шестакова, Х.А.Кадырова, Б.Н.Кадырова, С.М.Мамарасулова, Н.Н.Ходжибаева и других [27, 45, 57, 76, 104, 106, 140, 173]. Как отмечено в этих исследованиях, в гидрогеологическом отношении Бухарская часть Зеравшанского оазиса представляет собой полураскрытую мульду, выставленными морскими глинами палеогена.

По свидетельству Т.У.Кудратова в центральной части данного района эти глины расположены на глубине до 500 м и более. Они служат региональным водоупором для заполняющих ее континентальных толщ. Последние насыщены подземными водами верхнего яруса, отделенного от нижележащих водоупорными глинами палеогена с мощностью 180-250 м. Бухарская мульда сложена с поверхности покровными мелкоземами. В верхней части оазиса на глубине 1-2 м они подстилаются мощными (до 45 м и более), хорошо проницаемыми галечниково-конгломератовыми отложениями. Все рассмотренные отложения водоносны и гидравлически связаны между собой, соответственно их гидрогеологическими параметрами [106].

В начале 80-годов минувшего столетия, с целью комплексной реконструкции оросительной системы Бухарской области, в институте Узгипроводхоз Б.Н.Кодыровым были уточнены гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия её территории. Такое детальное районирование было рассчитано на возможность применения различных типов дренажа. В результате, в исследуемой территории, с учетом естественной дренированности были выделены следующие четыре гидрогеолого-мелиоративные области (таблица 1.6):

I. Область обеспеченного свободного подземного стока;

II. Область полуобеспеченного подземного (затрудненного) подземного стока;

III. Область необеспеченного (подпертого) подземного стока;

IV. Область относительного застоя грунтовых вод.

Первая область, т.е. область обеспеченного свободного подземного стока (I) расположена в верхней части Бухарской области. Данная область делится на следующие три гидрогеолого-мелиоративные и почвенно-мелиоративные района: древние террасы реки Зеравшан (гидрогеолого-мелиоративный

район I-1 и почвенно-мелиоративный район В-1); вторая надпойменная терраса реки Зеравшан (II-2, В-2); пойма и первая надпойменная терраса реки Зеравшан (III-3, В-3).

Вторая гидрогеолого-мелеоративная область, т.е. область полуобеспеченного затрудненного подземного стока (II) занимает центральную и южной части Бухарской области. Данная область, по своему литологическому строению, делится на следующие два гидрогеолого-мелиоративные и четыре почвенно-мелиоративнные района: вторая надпойменная терраса реки Зеравшан (II-1, Г-4,5,6); пойменная и первая надпойменная террасы реки Зеравшан (II-2, Г-Д).

Третья область, т.е. область необеспеченного подпертого подземного стока (III) расположена в нижней юго-западной части Бухарской дельты. Данная область делится на следующие два гидрогеолого-мелиоротивные и три почвенно-мелиоративные района: вторая надпойменная терраса реки Зеравшан (III-1, Д-8); пойменная и первая надпойменная террасы реки Зеравшан (III-2, Д-9 пр., Д-9 лев.).

Четвертая область, т.е. область относительного застоя подземных вод (IV) занимает южную часть Бухарской области. Выделенные здесь гидрогеолого-мелиоративные (IV) и почвенно-мелиоративные (Е-2) районы расположены во второй надпойменной террасе реки Зеравшан.

В Каракульской части Зеравшанского оазиса выделены следующие две области: область необеспеченного (подпертого) подземного стока (III) и область относительного застоя грунтовых вод (IV).

Область (III), т.е. область необеспеченного подземного стока занимает северо-восточную часть территории и делится на два гидрогеолого-мелиоративные района (III-1 и III-2) и один поувенно-мелиоративный район (Д-1). Эти районы отличаются структурой подстилающих слоев, их мощностями и другими характеристиками (таблица 1.6).

Область (IV), т.е. область относительного застоя подземных вод занимает центральную и периферийную зону Каракульской части Зеравшанского оазиса. Здесь гидрогеолого-мелиоративный район IV-1 совпадаст с почвенно-мелиоративным районом Е-1 (таблица 1.6).

Таблица 1.6

Гидрогеолого-мелиоративное районирование орошаемой территории Бухарской области [90]

№ п/п	ГМО	ГМР	ПМР	F_o	$H_{мм}$	ПСиМ	$К_{фм}$	$К_{фпп}$	Н	ΣU
	Бухарская часть оазиса									
I	Область обеспеченного свободного подземного стока (ПС)	I-1	В-1	26,8	2,5	галечник 10-15 конгломераты 70- 80	0,1-0,4	15-25	1-3-5	1-3
		I-2	В-2	64,2	3-6	конгломераты 20- 45	0,1-0,4	50-80	1-3	1-3
		I-3	В-3	3,0	5-6	гравий, галечники 1,5-50	0,1-0,4	8-80	1-3	1-3
II	Область полуобеспе-ченного ПС	II-1	Г-4, 5, 6	61,4	5-10	галечник 10-20	0,1-1,0	10-50	1-8	1-5-10
		II-2	Г-7	28,4	6-12	гравий, галечник 5-10	0,1-0,5	10-50	1-3	2-5-10
III	Область необес-печенного ПС	III-1	Д-8	36,3	6-10	гравий, галечник 1,5-10	0,4-4,0	15-25	0,5-0,4	3-10

		III-2	Д-9 пр., Д-9 лев.	7,8	3-6	гравий, галечник и песчаные 5-6	0,4-4,0	5-10	0,5-4,0	3-10
IV	Область относительного застоя ГВ	IV	Е-2	14,6	6-15	песчаные 8-30	0,1-2,0	1,2-6,9	0,5-2,5	5-20-30
Каракульская часть оазиса										
III	Область необеспеченного стока	III-1, III-2	Д-1	15,6	0,5-1,0	песчано-гравийно-галечники 30-45	1-2	10-12	2-3	2-5
IV	Область относительного застоя ГВ	IV-1	Е-2	45,0	5-6,5	пески до 6,0 м	1,5-1,8	2-6	1-3	2-10-20

Примечание: 1) таблица составлена по данным Б.Н.Кадырова [90]; 2) ГМО - гидрогеолого-мелиоративные области; ГМР - гидрогеологомелиоративные районы; ПМР - почвенно-мелиоративные районы; F_o - общая площадь, тыс.га; $H_{мм}$ - мощность покровного мелкозема, м; ПСиМ - подстилающий слой и его мощность, м; $K_{фм}$ - коэффициент фильтрации мелкозема, м/сут.; $K_{фпп}$ - коэффициент фильтрации подстилающих пластов, м/сут; H - уровень грунтовых вод, м; ΣU – минерализация грунтовых вод, г/л.

Гидрогеолого-мелиоративные и почвенно-мелиоративные характеристики выделенных областей и районов, с уточнением их площади, мощности покровного мелкозема и подстилающих слоев, а также соответствующие им значения коэффициентов фильтрации, т.е. как мелкозема, так и подстиланщих пластов, уровней и минерализации грунтовых вод приведены в таблице 1.6.

Почвенно-мелиоративные условия Бухарской части Зеравшанского оазиса изучены специалистами Института почвоведения и агрохимии АН РУз, института Уздаверлойиха, в том числе, М.А.Панковым, Е.И.Панковой, Т.П.Глуховой, Г.А.Стрельниковой, И.Айдаровым и другими [14, 64, 106, 203, 204].

По утверждению специалистов упомянутых вышие академических и отраслевых институтов, разнообразие гидрогеологических условий, различие геоморфологического строения Бухарской части оазиса обуславливают пестроту по механическому составу почвенных разностей, химическому составу и засолению. В пойменной части и на первой надпойменной террасе реки Зеравшан наиболее распространение получили луговые и болотнолуговые почвы. На второй и третьей террасах распространены характерные для пустынных и полупустынных районов серо-бурые почвы, в том числе, светлые сероземы, солончаковые, такырно-луговые и луговые почвы. Понижения и депрессии характеризуются более тяжелым механическим составом и преобладанием тяжелых глинистых почв [26, 87, 90].

Как показана в литературе, восточная часть оазиса лучше дренирована, слабее засолена. Северная часть изучаемого района требуют дренажа и промывок, так как этот район отличается с более глубоким залеганием галечников и с худшими условиями оттока грунтовых вод. Южная и западная части оазиса отличаются с затрудненным оттоком и, поэтому, более засоленные, нуждаются в проводении более серьезных мелиоративных мероприятий [9, 71, 76, 89, 90, 106].

В целом, степень засоления почв Зеравшанского оазиса изменяется от незасоленных, до сильнозасоленных. Здесь преобладает сульфатный тип засоления, а при высоких степенях

засоления тип переходит на хлоридно-сульфатный.

Как известно, свойства почво-грунтов в значительной степени связны с составом обменных катионов. Подробная характеристика их вляния на физико-химичиские процессы, протекающие в различных типах почв, изложены в трудах почвоведов [9, 27, 79, 98, 256]. В связи с этим, мы ограничимся с приведением некоторых сведений о химическом составе почв изучаемой территории.

До широкомасштабного освоения земель почво-грунты низовьев Зеравшанского оазиса, т.е. его Бухарской части, отличались повышенным содержанием кальция, магния и других обменных катионов. Они также преобладали в поглотительном комплексе, в грунтовых водах и водной вытяжке [27, 64, 87, 106]. Следует отметить, что их содержание, особенно натрия, изменяется по глубине почвенных горизонтов (таблица 1.7).

Таблица 1.7

Изменение химического состава лугово-оазисных почв по их глубине

Почвенные горизонты		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
Глубина, см		0-1	22-32	50-60	90-100	150-160
Покозатель pH		7,35	7,40	7,52	7,67	7,71
Корбонаты, $C0_2$, %		9,09	9,26	9,87	9,76	9,76
Сульфаты, SO_4, %		0,905	1,579	0,946	0,781	0,658
Обменные кати-оны, мг-экв на 100 г почвы	Ca	3,34	4,19	3,89	4,29	3,44
	Mg	3,25	2,22	1,11	1,89	2,30
	K	0,51	0,41	0,41	0,38	0,38
	Na	0,40	0,14	0,04	нет	0,11
	Сумма	7,50	6,96	5,45	6,56	6,23

Примечание: таблица составлена по данным Т.У.Кудратова [106].

Расмотренный выше химический фактор почво-грунтов требует особого подхода при планировании и организации мелиоративных мероприятий, осуществляемый с целью

повышения плодородия земель.

Следует также отметить, что на территории рассматриваемой части Зеравшанского оазиса, по данным Т.У.Кудратова, объемный вес суглинков колеблется от 1,4 до 1,63 т/м^3, при пористости 38÷47%, а песков и супесей от 1,25 до 1,38 т/м^3, их пористость колеблются в пределах 48÷53%. Коэффициент водоотдачи пород варьирует от 0,1, в суглинках, до 0,25 в песках, а в галечниках - до 0,4 [106].

Таким образом, рассмотренных выше гидрогеологических, почвенно-мелиоративных и физико-химичиских характеристик почвенного покрова необходима учесть при изучении и раскрытии механизимов формирования, а также при количественной оценке возвратных вод с орошаемых территорий Зеравшанского оазиса.

1.4. Рост площади орошаемых земель и изменения структуры посевов

Занимаемая территория исследуемого Зеравшанского оазиса составляют 38,4 % относительно площади республики Узбекистан, в том числе, по орошаемым землям – 20,2%. Динамику, т.е. роста площады орошаемых земель и изменения структуры посевов ниже рассмотрим на примере Бухарской области, характерной для всего Зеравшанского оазиса. При изучении данного вопроса, в качестве исходных материалов, нами использованы данные, приведенные в литературных и других источниках [21, 49, 75, 76, 87, 106, 124]. Рассмотрены изменения значений площади орошаемых земель под посевы сельскохозяйственных культур в Бухарской области за период 1960-2015 годы (рис-1.5).

Как видно из рисунка 1.5, за рассматриваемый период площади орошаемых земель в Бухарской области увеличились с 191 тыс. га в 1960 году (без учета Навоийской области, где орошаемые площади занимали в этом году 36 тыс. га), до 274,9 тыс. га в 2010 году. За рассматриваемый нами период прирост орошаемых земель составил 83,9 тыс. га.

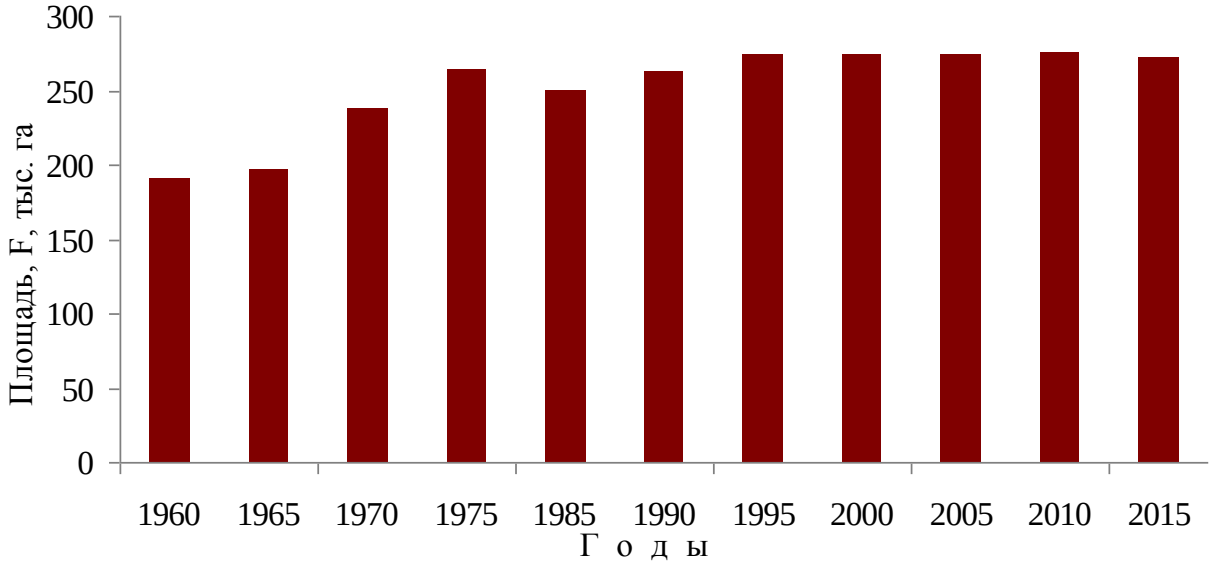


Рис-1.5. Рост площади орошаемых земель (F, тыс. га)
в Бухарской области по годам.

График построен по данным Бухарского областного управления сельского и водного хозяйства.

По данным института Уздаверлойиха общая площадь территории Бухарской области на 2000 год составила 4193,7 тыс. гектар. Из них площадь потенциально пригодных для орошения земель составляет 978 тыс. га, в том числе, орошаемая площадь - брутто равна 454,3 тыс. га, а нетто составляет 273,8 тыс. га. Здесь в запасе имеется 523,7 тыс. га пригодных к орошению и использованию в сельскомхозяйстве земель, а площади непригодных для орошения земель составляет 3215,7 тыс. га [124].

Следуеть особенно подчеркнуть, что, начиная с последных пятилетий минувшего столетия, в структуре посевов в Бухарской области большая часть земель отводиться зерновым культурам. Например, если в 1996 году площади зерновых культур по области составили 68,3 тыс. га, к 2000 году она выросла до 81,2 тыс. га. Из этой площади 77,2 тыс. га занимает пшеница, а 128,8 тыс. га отведена под хлопчатник (таблица 1.8).

Таблица 1.8

Распределение посевных площадей по видам сельскохозяйственных культур

Годы	F, тыс. га	В том числе, тыс. га								
		Зерновые		Рис	Куку-руза	ЗБ	Технические культуры		КОБ	К
		всего	в том числе пшеница				всего	в т.ч., хлоп-чатник		
1996	238,7	66,2*)	61,8	0,3	1,4	0,4	126,2	126,1	11,0	33,2
		27,7**)	25,9	0,1	0,6	0,2	52,9	52,8	4,6	13,9
1997	245,7	78,9	75,4	0,2	1,5	0,2	131,5	131,2	12,1	21,2
		32,1	30,7	0,08	0,6	0,08	53,5	53,4	4,9	8,6
1998	239,8	77,3	75,2	0,1	0,5	0	129,4	129,1	12,4	20,1
		32,2	31,4	0,04	0,2	0	54,0	53,8	5,2	8,4
1999	238,0	78,8	76,0	0,1	0,7	0	129,3	129,0	12,9	16,2
		33,1	31,9	0,04	0,29	0	54,3	54,2	5,4	6,9
2000	238,4	80,0	77,2	0,1	0,9	0,2	129,1	128,8	12,2	15,9
		33,5	32,4	0,04	0,38	0,08	54,2	54,0	5,1	6,7

*Примечание: *) – площадь посева; **) – площадь посева в процентах от общей площады; F – общая площадь посева; ЗБ – зернобобовые; КОБ - картофель, овощи, бахчевые; К – кормовые.*

Как показано в таблице 1.8, уже 2000 году площади под остальными культурами распределены следующим образом: картофель, овощи и бахчевые – 12,2 тыс. га (5,1%), кормовые культуры – 15,9 тыс. га (6,7%). Для сравнения следует отметить, что в 1960-1990 годы посевы хлопчатника в Бухарской области занимали 70-75% орошаемых земель, а в 1996-2000 годы площади под хлопчатник сократились до 52-54%. Эти цифры свидетельствует о том, что в структуре и размещении посевов различных видов сельскохозяйственных культур характерна тенденция постепенного планомерного устранения монокультуры хлопчатника. Аналогичная тенденция, то есть отказ от монокультуры хлопчатника также характерна другим областям Зеравшанского оазиса (таблица 1.9).

Нами также проанализированы изменения площадей

орошаемого земледелия и вида сельскохозяйственных культур в Зеравшанском оазисе за последние два года, т.е. 2015 и 2016 годы. По данным Минсельводхоза Республики Узбекистан в 2016 году общая орошаемая площадь сельскохозяйственных культур в Зеравшанском оазисе составляет 621,5 тыс. га. Из этой площади 230,2 тыс. га относится Самаркандской области, 247,4 тыс. га – Навоийской области и 243,9 тыс. га принадлежать Бухарской области оазиса (таблица 1.9).

Таблица 1.9

Распределение площадей орошаемых земель по видам сельскохозяйственных культур в Зеравшанском оазисе, тыс. га/%

Области	Год	Всего	В том числе						
			Хлопчатник	Люцерна	Рис	Зерновые	Прочие	Сады и насаждения	При-усадебные
Самаркандская	2015	229,2	91,2	9,8	1,7	63,4	7,8	14,8	40,5
		100	39,8	4,3	0,7	27,6	3,4	6,5	17,7
	2016	230,2	90,8	10,2	1,6	63,6	8,1	15,2	40,7
		100	39,4	4,4	0,7	27,6	3,6	6,6	17,7
Навоийская	2015	147,1	43,7	9,8	1,2	33,8	7,6	13,4	37,6
		100	29,7	6,7	0,8	23,0	5,1	9,1	85,6
	2016	147,4	43,4	10,2	1,3	33,5	7,7	13,6	37,7
		100	29,5	6,9	0,9	22,7	5,2	9,2	25,6
Бухарская	2015	245,2	109,6	8,7	1,5	65,6	8,2	12,9	38,7
		100	44,7	3,5	0,6	26,8	3,3	5,3	15,8
	2016	243,9	107,8	9,1	0,7	65,6	7,93	14,1	38,7
		100	44,2	3,7	0,3	26,9	3,2	5,8	15,9
Всего по Зеравшанскому оазису	2015	621,5	244,5	28,3	4,4	162,8	23,6	41,1	116,8
		100	39,3	4,6	0,7	26,2	3,8	6,6	18,8
	2016	621,5	242,0	29,5	3,6	162,7	23,73	42,9	117,1
		100	38,9	4,8	0,6	26,2	3,8	6,9	18,8

Примечание: таблица составлена по данным Минсельводхоза Республики Узбекистана

Анализ распределения орошаемых площадей по видам

отдельных сельскохозяйственных культур произведен по областям Зеравшанского оазиса. В Самаркандской области в 2015 году 39,8% орошаемых земель отведены под хлопчатник, а зерновые занимали 27,6% (рис. 1.6).

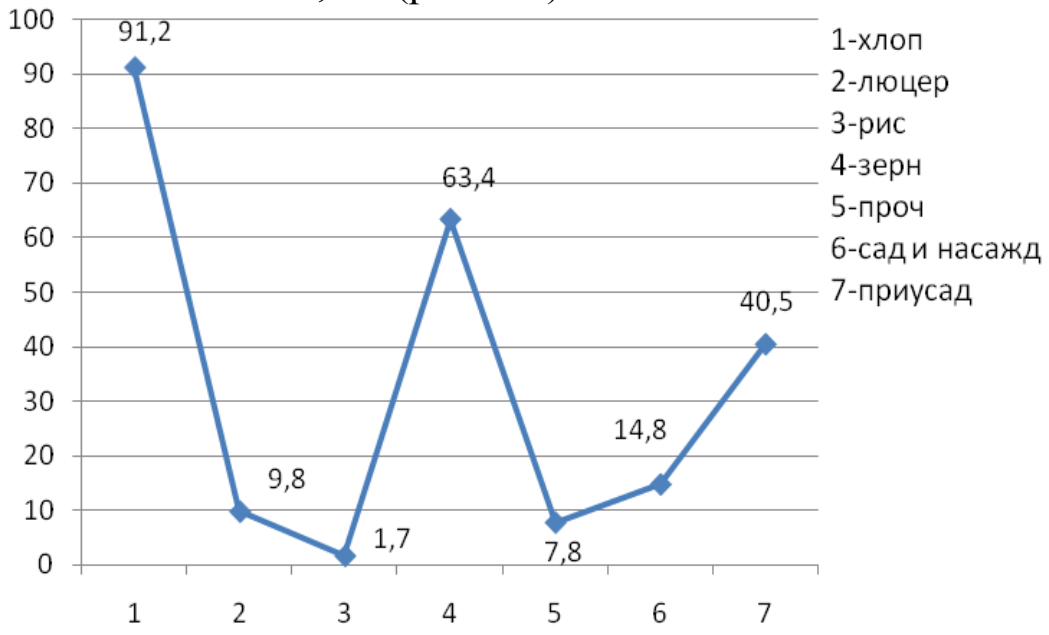


Рис. 1.6. Распределение орошаемых площадей по видам сельскогохозяйственных культур в Самаркандской области (2015 год, тыс.га)

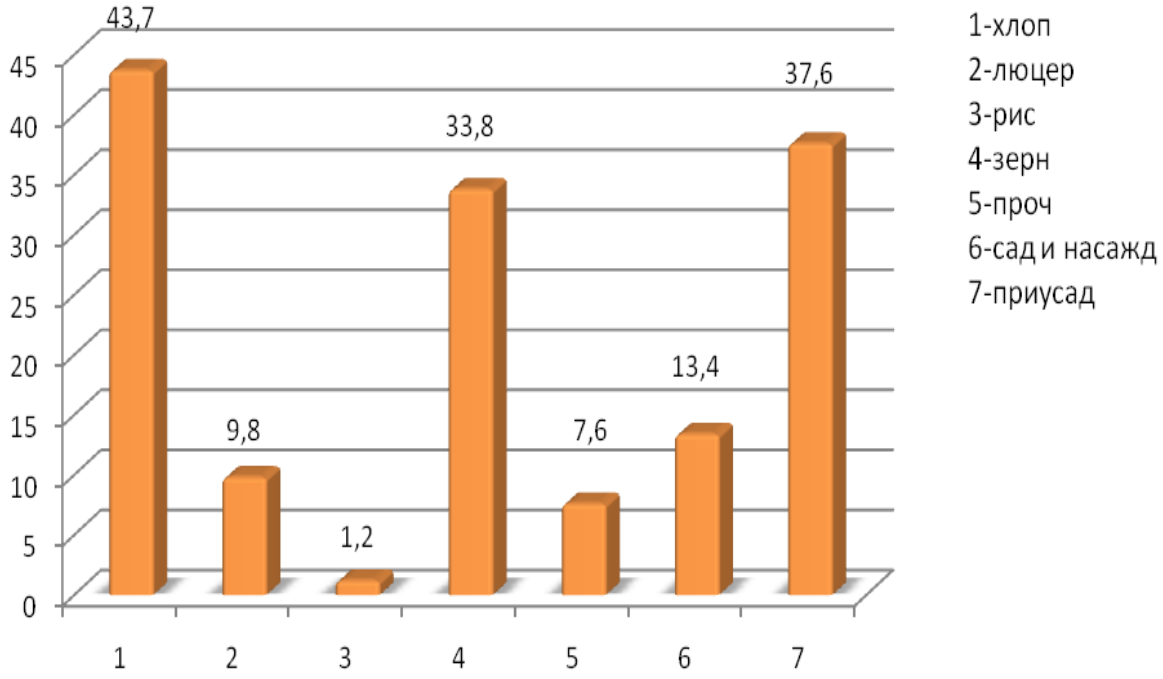


Рис. 1.7. Распределение орошаемых площадей по видам сельскогохозяйственных культур в Навоийской области (2015 год, тыс.га)

Эти показатели в Навоийской области распределены следующим образом: хлопок – 29,7%; зерновые – 23%. Здесь приусадебные участки занимали 25,6% отнасительно от общей площади орошаемых земель Навоийской области (рис. 1.7).

В Бухарской области доля площадей под хлопчатник на много больше по сравнению с двумя выше названными областями Зеравшанского оазиса и составляет 44,7%. Здесь зерновые культуры занимали 26,8% от общей площади орошаемых земель (рис. 1.8).

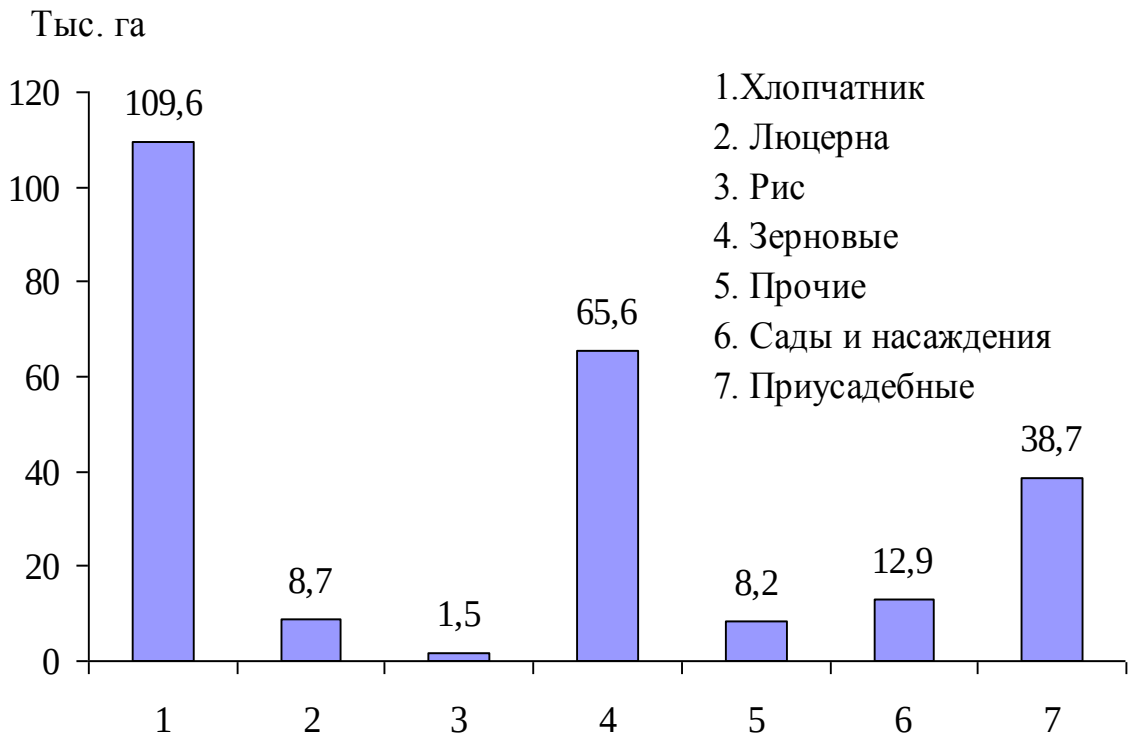


Рис. 1.8. Распределение орошаемых площадей по видам сельскохозяйственных культур в Бухарской области (2015 год, тыс.га)

В целом, по Зеравшанскому оазису, в 2015 году посевы под хлопчатник занимали 244,5 тыс. га, что составляет 39,3% от общей орошаемой площади оазиса (рис.1.9).

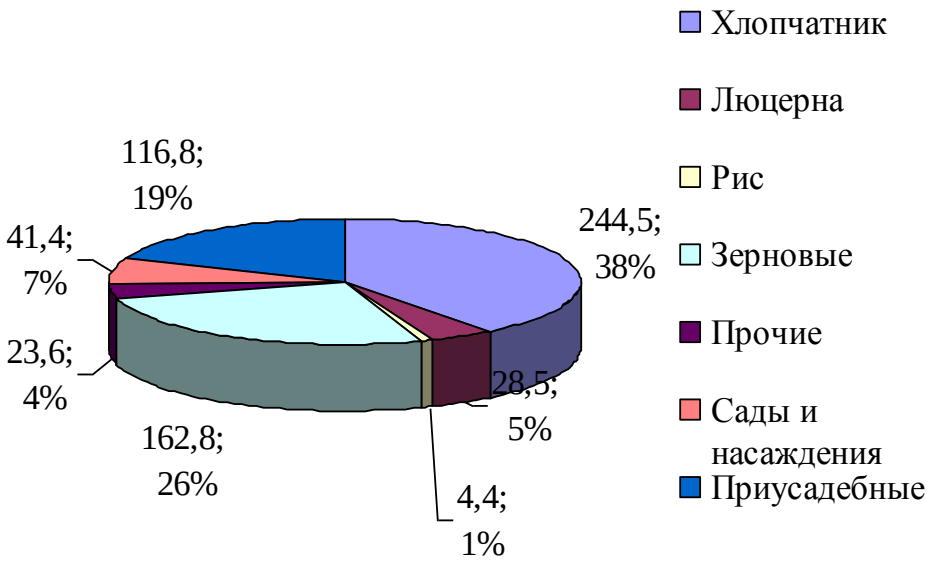
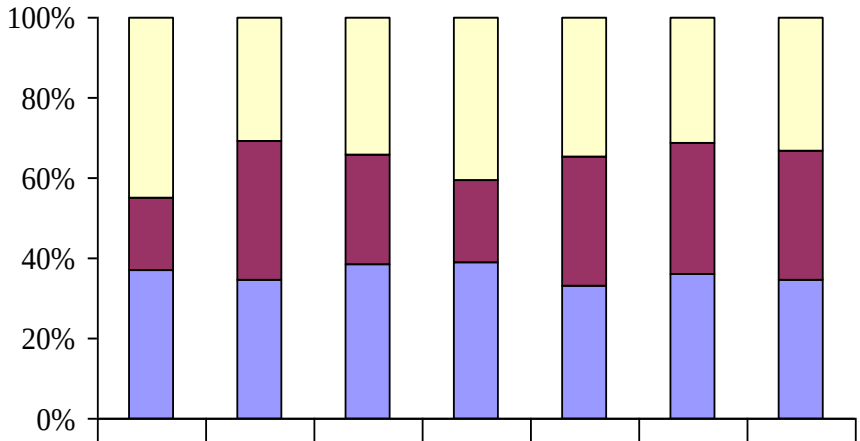


Рис. 1.9. Распределение орошаемых площадей по видам сельскохозяйственных культур в Зеравшанском оазисе (2015 год, тыс.га)

Произведен сравнительный анализ распределения орошаемых площадей по областям Зеравшанского оазиса по различным видам сельскохозяйственных культур на примере 2015 года (рис. 1.10).



	Хлоп	Люц	Рис	Зерн	Проч	Сад	Приу
Бухарская	109,6	8,7	1,5	65,6	8,2	12,9	38,7
Наваиская	43,7	9,8	1,2	33,8	7,6	13,4	37,6
Самаркандская	91,2	9,8	1,7	63,4	7,8	14,8	40,5

Рис. 1.10. Распределение орошаемых площадей в Зеравшанском оазисе по видам сельскохозяйственных культур (2015 год, тыс.га)

Таким образом, в 1960-1990 годы до 70-75% площади орошаемых земель в Зеравшанском оазисе использовались для выращивания хлопка-сырца, то в 2015 году ее доля снизилась до 39,3%. Остальные виды сельскохозяйственных культур (рис, люцерна, зерновые и др.), которые занимают 60,7% орошаемых земель, также требуют определенное количества воды. Однако, на территории Зеравшанского оазиса дополнительные водные ресурсы отсутствуют и в ближаещей перспективе неожидается улучшения водообспеченности территории за счет переброски водных ресурсов из других соседных бассейнов [214].

Аналогичная картина также наблюдается в Самаркандской области. Здесь площади посева хлопчатника распределены, в основном, по периферияям конуса выноса реки Зеравшан. Как известно, данная территория ограничена на правом берегу каналом Булунгур, а на левом – каналом Эски Анхар. Здесь, в годы независимости Узбекистана, т.е. за период 1991-2015 годы, площади под хлопчатником сократились в среднем два раза и в настоящее время их доля составляют 50-54% от общей посевной площади или 47-48% от орошаемых земель.

Выводы по первой главе:

1. Геологическое строение и рельеф Зеравшанского оазиса существенно отличаются от других сопредельных территорий и определяют его климатические и гидрологические условия.

2. Климатические условия Зеравшанского оазиса характеризуется и незначительным количеством атмосферных осадков, величина которого увеличивается с запада на восток. Высокие значения температуры воздуха и, соответственно этому, высокая испаряемость, является крайне неблагоприятным в гидрологическом и гидрогеологическом отношениях факторами. В совокупности они требуют проведения обязательных инженерно-водохозяйственных и агромелиоративных мероприятий;

3. Орошаемые земли Зеравшанского оазиса расположены, в основном, в трех областях нашей страны – Самаркандской, Навоийской и Бухарской, где орошаемое земледелие имеет древнее исторические корны. Поэтому здесь сложились особые гидрогеолого-почвенно-мелиоративные условия. Это указывает на необходимость более детального изучения этой проблемы,

что является предметом отдельных научных исследований;

4. В Зеравшанском оазисе, в годы независимости Узбекистана, т.е. за истекший 25 летный период, площади, занятые под хлопчатником сократились в среднем два раза и, в настоящее время, их доля составляют 50-54% от общей посевной площади или 47-48% от орошаемых земель. Если учесть, что в 1960-1990 годы до 70-75 % площади орошаемых земель оазиса использовались для выращивания хлопка-сырца, в годы независимости в структуре и размещении посевов сельскохозяйственных культур отмечается постепенный планомерный отказ от монокультуры хлопчатника.

ГЛАВА 2. ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЕРАВШАНСКОГО ОАЗИСА

Настоящая глава работы посвящена к оценке водных ресурсов и, в целом, гидрологического потенциала Зеравшанского оазиса. В связи с этим, вначале рассмотрим местные водные ресурсы оазиса. Далее рассматриваются вопросы динамики водозабора из реки Амударьи по Аму-Бухарскому каналу, что способствовала повышению гидрологического потенциала Зеравшанского оазиса.

2.1. Местные водные ресурсы Зеравшанского оазиса

Основным естественным источником орошения сельскохозяйственных культур оазиса является река Зеравшан и ее притоки. Поэтому вопросам изучения ее гидрологического режима, а также количественной оценки и рационального использования водных ресурсов бассейна реки Зеравшан посвящены работы В.Л.Шульца, О.П.Щегловой, Р.Машрапова, Х.С.Сиддикова, Д.П.Соколова, М.А.Насырова, Ф.Э.Рубиновой, В.Е.Чуба, В.А.Духовного и других. В исследованиях Р.Машрапова, В.Е.Чуба, Ф.Хикматова и других, бассейн реки Зеравшан, с учетом формирования ее водных ресурсов, делится на следующие две части: водные ресурсы, формирующихся в горной части бассейна, расположенной, в основном, на территории Республики Таджикистан; водные ресурсы, формирующихся в ее среднем течении, т.е. на территории Республики Узбекистан. Ниже рассмотрим каждую часть бассейна в отдельности.

2.1.1. Водные ресурсы горной части бассейна

Бассейн реки Зеравшан расположен между Туркестанским, Гиссарским и Зеравшанским хребтами. Верхнее течение реки Зеравшан, до впадения Фандарьи называется Матчахдарья. После слияния ее с Фандарьей река носит называние Зеравшан. В 56 км ниже слияния рек Мачтахдарья (правая) и Фандарья (левая) Зеравшан принимает слева довольно значительный приток – р. Кштут, а в 94 км также слева – р. Магиандарья. Остальные

притоки Зеравшана от слияния рек Матчахдарья и Фандарья до устья р. Магиандарья представляет собой незначительные речки, многие из которых не доходят до Зеравшана или совсем, или большую часть года [218, с.467]. Наиболее крупные притоки горной части бассейна Зеравшана первого, второго и третьего порядка и их основные гидрологические характеристики представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Притоки горной части бассейна Зеравшана и их основные гидрологические характеристики

№ п/п	Река – пост	Порядок притоков	L, км	F, км^2	$H_{ср}$, м	Q, м^3/с	M, л/с·км^2
1	Зеравшан – м. Дупули	1	877	10200	3100	152	14,9
2	Мастчахдарья – с. Дехауз	1.1а	200	780	3820	33,4	42,8
3	Мастчахдарья – у.р. Фандарья	1.1б	200	4650	3350	79,5	17,1
4	Сурхат – устье	1.1.1	20	104	3120	0,85	8,2
5	Засунтака – с. Засун	1.1.2	14	34,7	2770	0,26	7,5
6	Фандарья – устье	1.2.	24,5	3230	3270	62,7	19,4
7	Ягнобдарья – с. Такфон	1.2.1	120	1490	3350	31,9	21,4
8	Дижикруд – устье	1.2.1.1	17	112	3180	1,94	17,3
9	Пшанза – устье	1.2.1.2	9,2	79,2	3220	0,70	8,8
10	Искандардарья – начало	1.2.2	20	760	3520	19,0	25,0
11	Хазармеч – с. Летовка	1.2.2.1	16	170	3660	4,07	23,,9
12	Саритаг – устье	1.2.2.2	35	537	3480	13,8	25,7
13	Серима – устье	1.2.2.3	7,1	23,9	3400	0,33	13,8
14	Пасруддарья – с. Пинион	1.2.3	30	340	3250	4,85	14,3
15	Киштутдарья – с. Зерифшор	1.3	53	792	3010	7,32	9,25
16	Дарьяуреч – с. Куляли	1.3.1	24	162	2880	1,27	7,83
17	Сарикутансай – с. Иори	1.4	18	51,8	2090	0,50	9,65
18	Магиандарья – с. Суджина	1.5	67	1100	2660	8,35	7,60

Примечание: 1 – главная река; 1.1 – 1.5 – притоки первого

порядка; 1.1.1 – 1.3.1 – притоки второго порядка; 1.2.1.1 – 1.2.2.3 - притоки третьего порядка; L – длина реки; F – площадь водосбора; $H_{ср}$ – средняя высота бассейна; Q – средне годовой расход воды; M – модуль стока.

Приведенные в таблице 2.1 сведения дают возможность оценить водные ресурсы притоков горной части Зеравшана. Однако, суммарный сток этих притоков в любом случае проходит через гидрологический пост у моста Дупули. Следует отметить, что этот гидрологический пост действовал с 1914 года по 1997 год с некоторыми незначительными перерывами и учитывал сток с горной части бассейна Зеравшана.

Минимальное значение среднегодовых расходов воды реки Зеравшан у моста Дупули равно 112 м^3/с и соответствует 1957 году, а максимальное значение среднегодовых расходов воды (201 м^3/с) отмечено в аномально жарком 1973 году. За период наблюдения средний многолетний расход воды за год составил 152 м^3/с (таблица 2.1). По данным В.Л.Шульца наибольший максимальный расход воды реки Зеравшан у моста Дупули за весь период наблюдения отмечался 17 июля 1942 году и равнялся 930 м^3/с, что соответствует максимальному значению модуля стока величиной 90,7 л/сек·км^2 [218, с. 485].

Минимальный средний месячный расход воды реки Зеравшан равен 26,9 м^3/с и это величина расхода воды соответствует марту месяцу 1945 года. Минимальный срочный расход воды реки, величиной 24,0 м^3/с, был отмечен 31 января 1928 года. Аналогичные значения расходов воды так же отмечены 6-9 марта 1945 года [218, с.487].

Как было отмечено выше, ниже поста Дупули в реку Зеравшан слева впадает один из относительно крупных притоков – Магиандарья. Ее сток учитывается у села Суджина. На участке, от ниже впадения Магиандарьи до Первомайской плотины, расположенной на территории Узбекистана, не принимает ни одного крупного притока. Поэтому, при оценке водных ресурсов горной части бассейна Зеравшана достаточно учесть сведения этих двух гидрологических постов, т.е. Дупули на реке Зеравшан и Суджина на реке Магиандарья. Учитывая эти обстоятельства, были рассчитаны средние многолетние годовые расходы воды

этих двух рек с различной обеспеченностью (таблица 2.2).

Таблица 2.2

Средние годовые расходы воды рек горной части бассейна Зеравшана с различной обеспеченностью, м^3/сек

Река – пост	Расходы воды с различной обеспеченностью, %						
	5	10	25	50	75	90	95
Зеравшан – м. Дупули	191	182	170	154	142	131	124
Магиандарья – с. Суджина	12,2	11,2	9,60	7,72	6,13	4,64	3,98
Всего по горной части бассейна	203,2	193,2	179,6	161,7	148,1	135,6	128,0

С целью оценки водных ресурсов горной части бассейна реки Зеравшан, были рассчитаны средние многолетние годовые показатели стока (Q, W, M, h), как по отдельным её составляющим, так и, в целом, по горной части бассейна (таблица 2.3).

Таблица 2.3

Средние многолетние годовые величины стока рек горной части бассейна Зеравшана

Река – пост	F, км^2	H, м	Q, м^3/с	W, 10^6 м^3	M, л/с·км^2	h, мм
Зеравшан – м. Дупули	10200	3100	155	4888,7	15,2	479
Магиандарья – с. Суджина	1110	2660	7,95	250,7	7,2	226
Горная часть бассейна	11310	3057	163	5141,0	14,4	454

Примечание: Q – средние многолетние годовые величины расходов воды; W – объём стока; M – модуль стока; h – слой стока.

Как показали результаты расчетов, суммарный среднемноголетний годовой расход воды с горной части бассейна Зеравшана равен 163 $м^3/с$, соответственно этому расходу воды, средний многолетний объем стока составляет $5{,}140 \cdot 10^9$ $м^3$. Из этого количества стока, формирующегося с горной части бассейна, 95,1 % соответствует к реки Зеравшан, а оставшаяся часть, т.е. 4,9 % принадлежать Магиандарьи. Как видно из выше приведенных таблиц, степень водности этих двух рек, выраженных в абсолютных величинах, отличаются почти в 20 раз. Значения относительной водности, выраженные в модулях и слоях стока реки Зеравшан в 2,1 раза больше чем у Магиандарьи.

При организации распределения водных ресурсов трансграничной реки Зеравшан между государствами, а также по областям, на уровне Республики Узбекистан, необходимо учесть выше приведенные количественные значения показателей стока горной части ее бассейна. Такой подход к распределению водных ресурсов бассейна Зеравшана способствует их ещё более рациональному использованию.

2.1.2. Водные ресурсы притоков среднего течения реки Зеравшан

Как отмечено выше, западнее устья р. Магиандарья, Зеравшан не принимает не одного крупного притока. После Раватхаджинской плотины, т.е. на территории Узбекистана, река выходит в широкую межгорную Зеравшанскую котловину. Многочисленные речки и саи, стекающие с хребтов Нуратау, Каратепе и горы Аманкутан, разбираясь на орошение, за редким исключением, не доходят до Зеравшана. Многие из них летом пересыхают вовсе [218, с. 467].

На самом деле с южных склонов Нуратинского хребта в сторону реки Зеравшан стекают более 30 водотоков. Среди них относительно крупными являются Карасу, Тусинсай, Актепасай, Каттасай и Куксарайсай. Суммарная площадь водосборов этих водотоков составляет 3650 $км^2$, а остальных саев всего лишь 2050 $км^2$ [58].

Следует отметить, что все эти речки и саи отличаются особым гидрологическим режимом. Этот вопрос, т.е. гидрологический режим малых рек и саев среднего течения Зеравшана впервые изучен Р.Машраповым, В.Е.Чубом и другими. При рассмотрении этого вопроса, а также с целью определения среднемноголетних характеристик всех водотоков изучаемой территории, В.Е.Чубом они разделены на гидрометрически изученные речки и гидрометрически неизученные саи [210]. Ниже рассмотрим их в отдельности.

Среды гидрометрически изученных малых водотоков среднего течения Зеравшана по величине среднегодовых расходов воды и, соответственно, среднегодовых объемов стока отличаются реки Тусинсай ($W=54,8\cdot10^6$ м^3), Акдарья ($33,7\cdot10^6$ м^3), Куксарайсай ($30,3\cdot10^6$ м^3), Аманкутансай ($30,0\cdot10^6$ м^3) и Бегларсай ($22,5\cdot10^6$ м^3). Наибольшие значения относительных величин показателей стока, т. е. модуля стока и слоя стока соответствуют рекам Аманкутансай (М = 16,5 л/с·км^2), Ургутсай (16,0 л/с·км^2), Акдарья (15,1 л/с·км^2), Сазагансай (14,2 л/с·км^2) и другим (таблица 2.4).

Таблица 2.4

Средние многолетние показатели стока гидрометрически изученных речек и саев среднего течения Зеравшана

Река – пост	F, км^2	H, км	Q, м^3/с	W, 10^6 м^3	M, л/с·км^2	h, мм
Ургут – г. Ургут.	25,1	1,710	0,402	12,7	16,0	504
Аманкутансай – с. Аманкутан	57,8	1,601	0,951	30,0	16,5	518
Акдарья – с. Агалик	70,9	1,384	1,07	33,7	15,1	475
Сазагансай – с. Сазаган	26,8	1,456	0,381	12,0	14,2	448
Карасув – с. Касса	120	1,040	0,230	7,25	1,92	60
Тегермансай – с. Сагишман қ.	39,3	1,143	0,278	8,77	7,08	223
Тусинсай – устье	1100	0,940	1,74	54,8	1,58	50
Актепасай – с. Ача	43,8	1,570	0,304	9,58	6,94	219
Карагачсай – с. Мавлан	34,7	1,257	0,227	7,13	6,53	206
Майдансай – с. Алмаата	62,5	1,138	0,488	15,4	7,80	246

Куксарайсай – выход из гор	247	0,938	0,961	30,3	3,89	123
Бегларсай – с. Янги Акчаб	180	1,230*	0,714	22,5	3,97	125
Всего:	2008	1,052**	7,75	244,13	3,86	122

Примечание: таблица составлена по данным В.Е. Чуба [Чуб]; * - определена по гипсографической кривой; ** - рассчитана по формуле вычисления средней взвешенной высоты бассейна.

Как известно по источнику [58], общее число гидрометрически неизученных речек и саев среднего течения Зеравшана составляет более 30. Несмотря на это, в монографии В.Е.Чуба приводятся сведения о показателях стока всего лишь по 5 водотокам (таблица 2.5).

Таблица 2.5

Средние многолетние показатели гидрометрически неизученных речек и саев среднего течения Зеравшана

Река - пост	F, км^2	H, км	Q, м^3/с	W, 10^6 м^3	M, л/с.км^2	h, мм
Аксай	30,1	1,200	0,142	4,460	4,70	148
Кудуксай	23,9	1,187	0,099	3,121	4,30	131
Лангарсай	41,2	0,950	0,035	1,102	0,85	27
Каттасай	56,0	0,890	0,025	0,795	0,45	14
Сармич	133	0,730	0,013	0,410	0,10	3
Всего:	284	0,882*	0,214	9,885	0,75	34

*Примечание: таблица составлена по данным В.Е. Чуба [207]; * - рассчитана по формуле вычисления средней взвешенной высоты бассейна.*

Среди гидрометрически неизученных малых водотоков среднего течения Зеравшана, по величине среднемноголетних годовых расходов воды и среднегодовых объемов стока, отличаются реки Аксай, Кудуксай и Лангарсай. Однако, сопоставление их со стоковыми характеристиками

гидрометрически изученных речек и саев показывает, что по абсолютным и относительным величинам они намного меньше (таблица 2.4 и таблица 2.5).

Обобщение данных последних двух таблиц нам дает среднемноголетний годовой объем стока малых рек и водотоков, т.е. объем ежегодно возобновляемых водных ресурсов, формирующихся в средней части бассейна Зеравшана, который равен $254 \cdot 10^6$ м^3. Следует отметить, что этот объем водных ресурсов формируется на территории Республики Узбекистан.

2.1.3. Общие водные ресурсы бассейна Зеравшана

Сумма вычисленных значений водных ресурсов горной части бассейна Зеравшана и водных ресурсов притоков её среднего течения совместно дают общие водные ресурсы бассейна Зеравшана. С этой целью, на основе рассчитанных для отдельных частей бассейна значений характеристик стока, приведенных в таблицах 2.3, 2.4 и 2.5, определены основные показатели стока рек, т.е. средние многолетние годовые величины расхода воды (Q), объема стока (W), модуля стока (M) и слоя стока (h) для всего бассейна Зеравшана (таблица 2.6).

Таблица 2.6

Средние многолетние годовые показатели стока бассейна Зеравшана

Части бассейна	F, км^2	H, км	Q, м^3/с	W, 10^6 м^3	M, л/с.км^2	h, мм
Горная часть	11310	3,057	163	5141,0	14,4	454
Изученная часть	2008	1,052	7,75	244,13	3,86	122
Неизученная часть	284	0,882	0,214	9,885	0,75	34
Всего:	13602	2,716	171	5395,0	12,6	397

Как видно из таблицы 2.6, средний многолетний годовой расход воды, формирующейся с водосборной площади Зеравшана равен 171 м^3/с, а годовой объем стока составляет 5395,0 10^6 м^3. Из этого объема ежегодно возобновляемых водных ресурсов 95,3% относится горной части бассейна, а 4,7% - малым водотокам среднего течения бассейна Зеравшана. В перспективе необходимо рациональное и бережное использование этих

водных ресурсов, как межгосударственном, так и в межобластном уровнях внутри Республики Узбекистан.

2.2. Современное состояние распределения водных ресурсов Зеравшана по областям Узбекистана

В условиях Узбекистана умелая организация рационального использования имеющихся водных ресурсов имеет важное значение для развития различных отраслей экономики. В частности данная проблема имеет особую актуальность для устойчивого развития сектора сельского хозяйства стране. С этой целью в Республике построены и эксплуатируются многочисленные гидротехнические сооружения, в том числе, более 50 водохранилищ, водораспределительные гидроузлы, каналы и другие. Эти соображения полностью относятся также к бассейну Зеравшана.

Сегодня имеет особую важность изучение режима работ гидротехнических сооружений, а также гидрологический режим источников водозабора, т.е. тех рек, где действует эти сооружения и откуда осуществляется забор воды.

Как известно, как в древнем прошлом, так и в настоящее время водные ресурсы реки Зеравшан распределяются между Самаркандским, Наваийским, Кашкадарьинским и Джизакским областями. С этой целью построены каналы Даргом, Калканата, Шахруд, Рамитанруд, Туятартар и другие. Например, водозабор по каналу Даргом осуществляется в Раватхаджинском гидроузле.

Об этом канале, т.е. о Даргоме даже упоминается на карте, составленном Клавдием Птолемей во втором веке. Составляющими канала Даргом его являются Янги Даргом, Эски Даргом и Айланма Даргом, Эски Анхар и другие каналы.

Канал Эски Анхар также является один из древних каналов, осуществляющий забор воды из реки Зеравшан. Согласно историческим данным канал построен в I веке до новой эры. Первоначальная длина канала была равна 300 км. В конце первой четверти XIII века канал разрушен монгольскими завоевателями, а период темуридов он был восстановлен.

Спустя долгое время, в 1954 году канал реконструирован и в 1955 году сдан в эксплуатацию. По проектным данным годовая

пропускная способность начальной участки канала составляет 550 млн. м^3. Из этого объема 220-280 млн. м^3 воды доходит до орошаемых земель Кашкадарьинской области.

Нами изучено многолетнее колебание, т.е. динамика забора воды из реки Зеравшан по каналу Эски Анхар за период 1980-2013 годы. Динамика объема водозабора по каналу Эски Анхар сопоставлена с годовым стоком реки Зеравшан, учтенный у Раватхаджинской плотины (рис. 2.1).

Как видно из рисунка 2.1, колебания годового стока реки Зеравшан, учтенный у Раватхаджинской плотины и годового объема водозабора по каналу Эски Анхар почти синхронны. Только в единственном случае, т.е. в 1998 году синхронность этих колебаний нарушена.

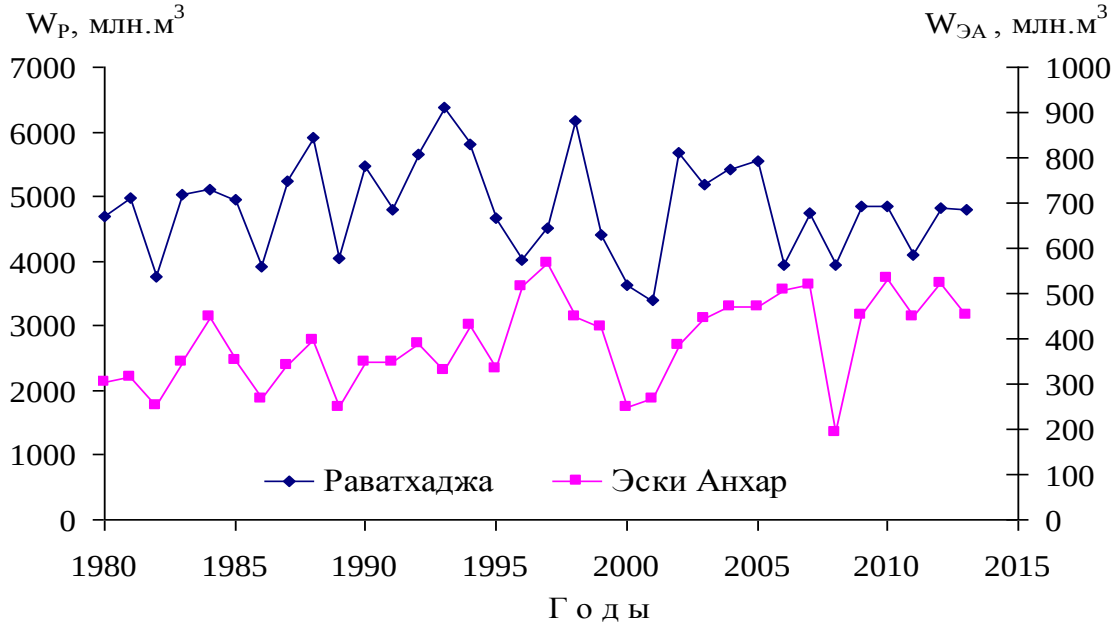


Рис.2.1. Многолетние колебания стока р. Зеравшан (Раватхаджа) и объема водозабора по каналу Эски Анхар

Высокая синхронность колебаний стока реки Зеравшан, измеренный у Раватхаджинской плотины и объема забора воды по каналу Эски Анхар наблюдается особенно в 1980-1995 годы. Об этом свидетельствует график зависимости объема забора воды по каналу Эски Анхар ($W_{ЭА}$) от объема стока реки Зеравшан (W_P), представленной на рисунке 2.2.

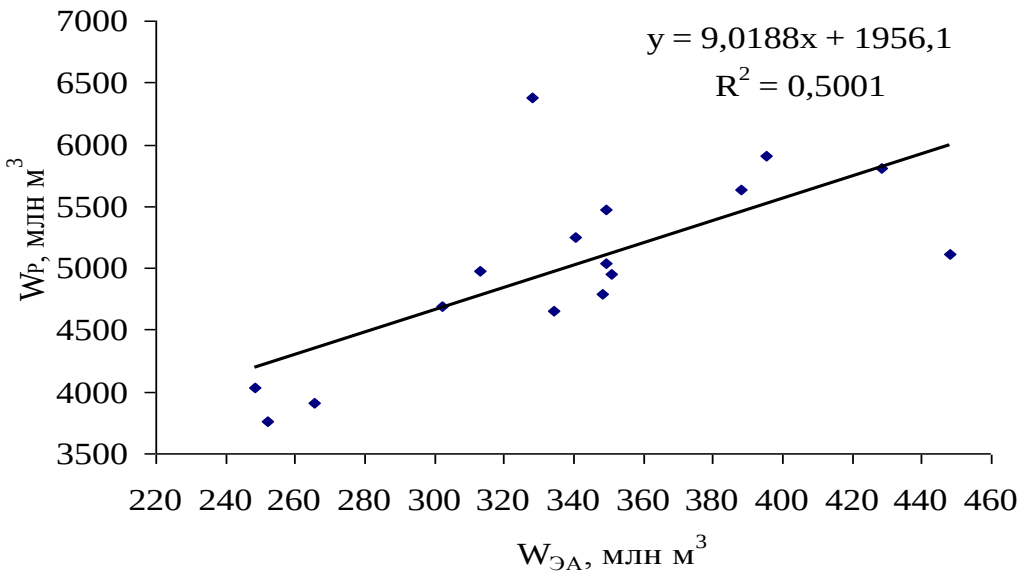


Рис.2.2. Зависимость объема забора воды по каналу Эски Анхар ($W_{ЭА}$) от объема стока реки Зеравшан (W_P)

Как отмечено выше, водозабор из реки Зеравшан, кроме Самаркандской и Навоийской областях, также осуществляется в Джизакскую область. В работе изучена динамика распределения стока реки Зеравшан между областями водопотребителями за период вегетации 2000-2010 годы (таблица 2.7).

Как видно из таблицы 2.7, величина водозабора по областям зависит от водности года реки Зеравшан. Как известно, в 2000 и 2001 годах на всех реках наблюдались маловодья. Так, в этих маловодных, т.е. 2000 и 2001 годах абсолютные величины забора воды по всем областям резко уменьшились. Например, в маловодном 2001 году величины водозаборов по всем областям составляют наименьшие значения, наоборот, в относительно многоводном 2002 году их значения резко увеличиваются.

Произведена оценка относительного среднего распределения стока реки Зеравшан между областями – водопотребителями за рассматриваемый расчетный период, т.е. 2000-2010 годы (рис.2.2).

Таблица 2.7

Динамика распределения стока реки Зеравшан между областями – водопотребителями (за период вегетации 2000-2010 гг.)

Годы	Области								Всего
	Самаркандская		Навоийская		Джизакская		Кашкадарьинская		
	10^6 м^3	%	10^6 м^3	%	10^6 м^3	%	10^6 м^3	%	10^6 м^3
2000	1658,0	66,1	452,4	18,0	169,8	6,8	228,7	9,1	2508,8
2001	1541,5	65,4	456,9	19,4	143,8	6,1	214,7	9,1	2356,9
2002	2680,3	63,3	911,7	21,5	272,3	6,4	369,5	8,7	4233,8
2003	2598,4	61,9	975,9	23,2	266,2	6,3	358,6	8,5	4199,1
2004	2869,0	69,2	673,6	16,2	241,2	5,8	363,1	8,8	4146,9
2005	2762,8	65,6	866,0	20,6	341,5	8,1	242,4	5,8	4212,7
2006	2460,0	65,9	743,3	19,9	188,8	5,1	341,5	9,1	3733,6
2007	2678,0	65,0	820,0	19,9	192,7	4,7	431,2	10,5	4121,9
2008	1865,4	61,2	744,2	24,4	151,7	5,0	286,5	9,4	3047,8
2009	2649,7	68,4	748,7	19,3	179,0	4,6	297,1	7,7	3874,4
2010	2639,0	66,4	802,0	20,2	225,7	5,7	309,2	7,8	3975,9
Ср.	2400,2	65,3	745,0	20,2	215,7	5,9	312,9	8,6	3673,8

Примечание: таблица составлена автором на основе материалов Минсельводхоза Республики Узбекистан.

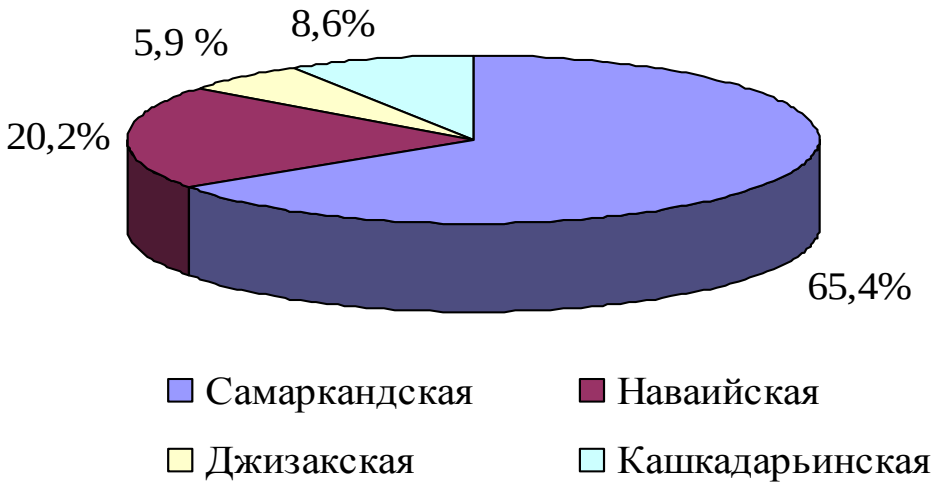


Рис.2.2. Распределение стока реки Зеравшан между областями – водопотребителями в среднем за 2000-2010 годы

В заключении следует отметить, что в настоящее время основными потребителями воды реки Зеравшан являются Самаркандская, Навоийская, Джизакская и Кашкадарьинская области (рис.2.2). В целом, по объему водозабора из реки Зеравшан лидирующую позицию занимает Самаркандская область, доля которой составляет 65,4 %. Далее идут Наваийская (20,2%), Кашкадарьинская (8,6 %) и Джизакская (5,9 %) области. На территорию Бухарской области поступают лишь возвратные воды с верхней части оазиса.

2.3. Водозабор из реки Амударья и его динамика

Река Зеравшан является главной водной артерией Зеравшанского оазиса. Несмотря на почти полное сезонное регулирование ее стока, водообеспеченность поливных земель в оазисе, особенно на его западных частях, оставалась низкой. Причиной этому является то, что уже в начале 60-х годов минувшего столетия, площади посевных земель в Самаркандской и Бухарской областях превышали оросительную способность реки Зеравшан. Оросительная способность реки Зеравшан, которая составляет 455 тыс. га при регулировании ее стока в Каттакурганском водохранилище, к началу шестидесятых годов практически была исчерпана.

Особенно тяжелое положение, в смысле

водообеспеченности, складывалось в Бухарской области в маловодные 1951, 1957 и 1962 годы. По данным С.М.Мамарасулова, Б.Н.Кадырова и других, в эти годы потребность воде сельскохозяйственных культур и, в первую очередь хлопчатника, была удовлетворена всего лишь на 47-50%. Аналогичная низкая водообеспеченность Бухарской области отмечалось не только в маловодные 1951, 1957 годы, но и в многоводные 1958, 1959 годы, особенно в период вегетации [87-91, 111].

Дальнейшее развитие сельскохозяйственного производство и улучшение водообеспеченности других отраслей экономики (питьевое и коммунально-бытовое водоснабжение, текстильная, горно-добывающая промышленность и др.) требовали повышения водообеспеченности существующих земель и расширения посевных площадей. Достижение этих целей возможно было бы только за счёт подачи дополнительной воды из реки Амударья.

В те годы ирригаторы Узбекистана имели большой опыт строительства самоточных каналов для перераспределения водных ресурсов с целью выравнивания и повышения водообеспеченности орошаемых земель. Однако, в республике не было опыта решения таких проблем, как с помощью машинной подачи воды в размерах, нужных для Зеравшанской оазиса. Следует отметить, что недостаток в воде испытывала, в основном, Бухарская часть оазиса. В результате проектно-изыскательских работ, выполненных специалистами института «Узгипроводхоз», были предложены более экономичные варианты осуществления подачи воды реки Амударья в Бухарскую часть Зеравшанского оазиса.

Эти варианты сводятся к последовательному и поэтапному строительству насосных станций на базе крупной машинно-строительной промышленности, а также мощных энергосистем, создаваемых в Республике Узбекистан.

Эти предложения легли в основу двух уже осуществленных проектов использования воды реки Амударья в Зеравшанском оазисе – строительством первой очереди, т.е. Аму-Каракульского машинного канала и второй очереди, т.е. Аму-Бухарского канала (таблица 2.8).

Таблица 2.8

Основные показатели Аму-Бухарского канала

Этапы строительства, годы	Длина, км	Расход воды, $м^3/с$	Орошаемая площадь, тыс. га
I, 1958-1962	197	100	377
II, 1965-1976	233	270	390

Примечание: таблица составлена по данным монографии «Ирригация Узбекистана. Том III. – Ташкент, 1979»

В связи с этим, первым мероприятием для повышения водообеспеченности Бухарской области было сооружение в 1962-1963 годы Аму-Каракульского машинного канала. Аму-Каракульский машинный канал – начало машинного орошения в Бухарской области. Началом решения этой большой и крайне важной проблемы послужило строительство межбассейнового машинного Аму-Каракульского канала для орошения Каракульской части Зеравшанского оазиса водой реки Амударья.

Пропускная способность, которого составляла 48 $м^3/с$. Это позволила полностью отключить от реки Зеравшан все поливные земли Каракульской части оазиса и переключить ее на Амударьинскую воду. Вторым этапом привлечения Амударьинской воды в целях орошения Бухарского оазиса явилось сооружение в 1963-1965 годы. Аму-Бухарского машинного канала. Его пропускная способность достиг до 137 $м^3/с$. Из этой воды 48 $м^3/с$ поступает в его Аму-Каракульскую ветку.

По данным Т.У.Кудратова и других источников [87, 111] проектом Аму-Бухарского канала предусматривалось переключение 66,8 тыс. га орошаемых земель Бухарской области из реки Амударья. Как известно, ранее эти земли были подвешены к реке Зеравшан.

При этом также предусматривалось освоение 23,8 тыс. га новых земель, с повышением водообеспеченности уже орошаемых земель Зеравшанского оазиса площадью 377 тыс.га с 67 до 80%, а также обводнение 3200 $км^2$ пустынных земель. В

результате строительства Аму-Бухарского канала объем забора воды на орошаемые площади Бухарской области в первое пятилетия (1962-1966 годы) увеличился в пределах 26,5-672,6% относительно 1962 года. В конце десятилетия, то есть в 1971 году прирост объема водозабора составил 995,9% или 11 раз относительно первого года начало эксплуатации Аму-Бухарского канала (таблица 2.9).

Таблица 2.9

Тенденция увеличения объема водозабора в орошаемые земли Бухарской области по Аму-Бухарскому каналу

№ п/п	Годы	Объем водозабора, млн. $м^3$	Относительно 1962 года		
			ΔQ, млн. $м^3$	ΔQ, %	в разы
1	1962	208,2	0	0	0
2	1963	422,6	214,4	102,9	2,03
3	1964	263,4	55,2	26,5	1,27
4	1965	883,1	674,9	324,2	4,24
5	1966	1608,5	1400,3	672,6	7,73
6	1967	1551,8	1343,6	645,3	7,45
7	1968	1630,6	1422,4	683,2	7,83
8	1969	586,8	378,6	181,8	2,82
9	1970	2238,5	2030,3	975,2	10,75
10	1971	2281,7	2073,5	995,9	10,96

Таблица составлена по данным Бухарского областного управления сельского и водного хозяйства.

В результате увеличения водообеспеченности орошаемых земель в Бухарской части Зеравшанского оазиса, а также протяженности оросительной и водоотводящей, т.е. коллекторно-дренажной сети развивались и водно-мелиоративные работы на новоосваиваемых территориях. Исходя из цели и задачи данного раздела диссертационной работы, ниже основное внимание уделяется вопросам изучения динамики водозабора из реки Амударья по Аму-Бухарскому каналу.

С учетом развития водной мелиорации на территории Бухарской части оазиса, в связи с подачей Амударьинской воды

по Аму-Бухарскому и Аму-Каракульскому каналам, в отличие от предшествующих исследователей [21, 104, 146, 148], условно можно разделить на следующие четыре этапа:

1) первый этап, период острого дефицита водных ресурсов, который включает период до 1965 года;

2) второй этап, период постепенного повышения водообеспеченности после ввода в эксплуатацию Аму-Бухарского и Аму-Каракульского каналов (1966-1985 годы);

3) третий этап, период после введения в производство лимитированного водообеспечения (1986-2000 годы);

4) четвёртый этап, период стабильной водообеспеченности орошаемых земель Бухарской области (2001-2015 годы).

Произведен анализ собранных гидрологических, гидрогеологических, водохозяйственных и других материалов по различным этапам повышения водообеспеченности территории Бухарской части Зеравшанского оазиса.

В первом этапе, то есть в период острого дефицита водных ресурсов, который включает период до 1965 года, орошаемая площадь Бухарской области (без учёта Навоийской зоны) составляла 191 тыс. га и к 1965 году она возросла до 196,3 тыс. га. Водозабор для целей орошения с учётом использования водных ресурсов реки Зеравшан и Аму-Бухарского канала колебался в пределах 2114-2599 млн. м^3/год (рис. 2.3).

Как отмечают предшествующие исследователи [87, 106, 111], в эти годы, потребность в воде в большинстве случаев удовлетворялось лишь на 47-50%. Удельная величина водозабора (брутто) колебалась в пределах 11,1-13,4 тыс. м^3/га. Объем потерь воды в различных звеньях оросительной сети было намного больше нормы, что свидетельствует об эффективности использования воды для целей орошения. Как известно, в этот период вся оросительная система была в земляном русле, а коэффициент полезного действия (КПД) системы равнялась 0,485 [106]. Объем потери воды за счет низкого КПД оросительной сети составляли порядка 1025-1260 млн. м^3 и большая часть их терялась на внутрихозяйственной сети (таблица 2.10).

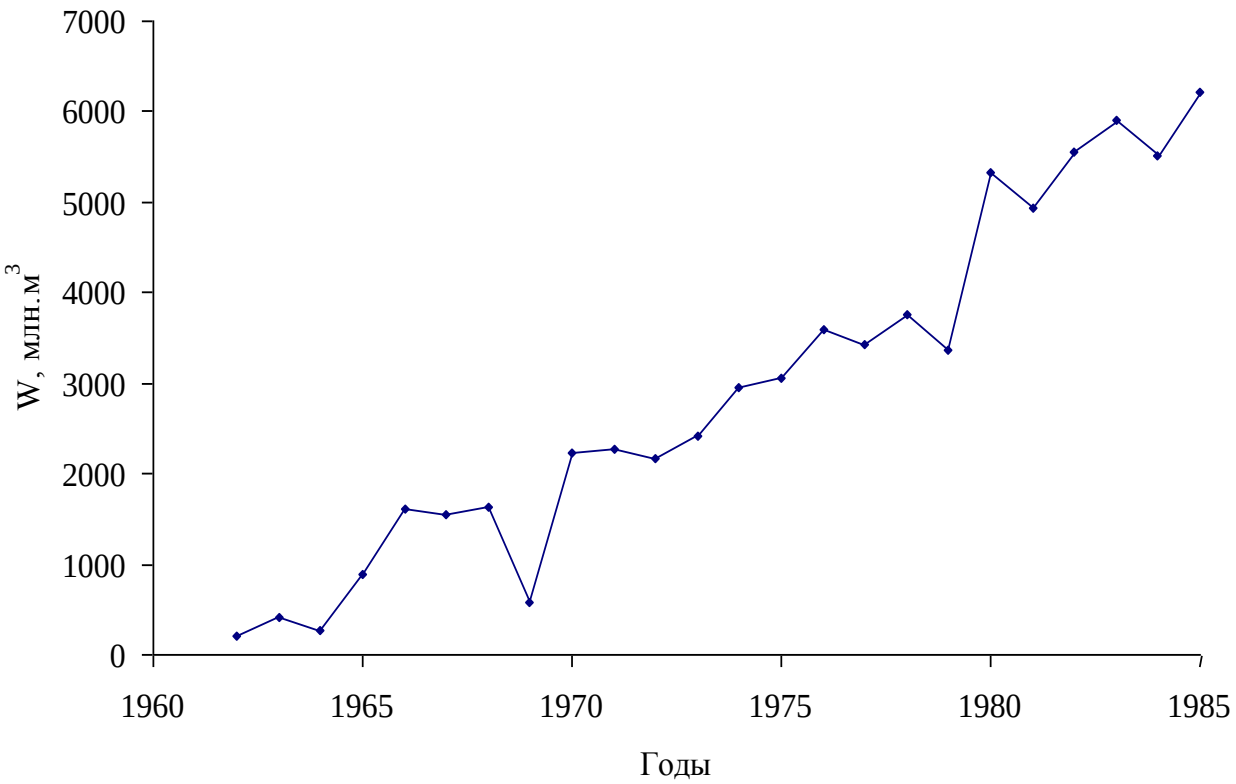


Рис. 2.3. Динамика водозабора из реки Амударья
по Аму-Бухарскому каналу в первом и втором периодах

В целом же из-за того, что орошалась только 191-194 тыс. га земель, абсолютные величины потерь воды ещё были небольшими. Ещё одной характерной особенностью этого периода было то, что минерализация используемой воды не превышала 0,5-0,7 г/л.

Во втором этапе, то есть в периоде повышения водообеспеченности после ввода в эксплуатацию Аму-Бухарского канала (1966-1985 гг.) наблюдается следующая ситуация. Как отмичает Т.У. Кудратов [106] и другие исследователи [87, 91, 111], начиная с 1965 года, в Бухарской части

Таблица 2.10

Динамика водозаборов и использования водных ресурсов в Бухарской части оазиса по выделенным этапам

Годы	F, тыс.га	W_0, млн. $м^3$	$W_у$, тыс. $м^3$/га	Потерь воды, млн. $м^3$			$О_ф$, $м^3$/га	$О_п$, $м^3$/га	КИВ
				$П_м$	$П_{мх}$	$П_{вх}$			
Первый этап									
1960-1962	191	2114	11,1	-	246	779	5380	8740	0,33
1963-1965	194	2599	13,4	-	302	958	6500	8740	0,33
Второй этап									
1966-1970	198	3062	15,5	133	594	758	7520	9020	0,34
1971-1975	247	3830	15,5	194	877	1112	9000	10200	0,40
1976-1980	267,8	4400	16,4	225	1016	1288	9510	10200	0,39
1981-1985	235,5	4600	19,5	198	930	1060	11110	10200	0,39
Третий этап									
1986-1990	253,5	4050	15,9	180	717	1105	8900	9950	0,39
1991-1995	269,6	4140	14,9	191	856	1095	7900	9010	0,37
1996-2000	274,1	4039	14,7	177	807	1036	7350	9010	0,35

Примечание:1) при составлении таблицы учтены данные Р.А.Алимова и И.И.Зудиной [21], Т.У. Кудратова [106] и других; 2) F - орошаемая площадь; W_0 – общий объем водозабора; $W_у$ - удельный водозабор; $П_м$, $П_{мх}$, $П_{вх}$, - потерь воды, соответственно, на магистральных, межхозяйственных и внутрихозяйственных каналах; $О_Ф$, $О_п$ – оросительные нормы, соответственно, фактическая и проектная; КИВ – коэффициент использования воды.

оазиса, улучшилась водообеспеченность орошаемых земель. За этот период, т.е. с 1966 по 1985 годы водозабор на орошения из Амударьи увеличился в 2,2 раза с 2,1 до 4,6 км^3/год. Прирост орошаемых земель за счёт увеличения водообеспеченности составил с 191 до 235,5 тыс. га. Удельные размеры водозабора увеличились в абсолютных величинах с 11,1 тыс.м^3/га до 19,5 тыс.м^3/га (к 1985 году), а в относительном – на 75%. Этот период характеризуется тем, что как Республика Узбекистан, так и Бухарская область не испытывали недостаток водных ресурсов за исключением маловодных лет. Следует также отметить, что за этот период постепенно увеличилась доля забетонированных каналов. В результате КПД межхозяйственных каналов вырос с 0,76 до 0,81, а внутрихозяйственных – с 0,64 до 0,72, в целом по всей системы до 0,58. Значение КИВ в этот период возрос с 0,33 до 0,40. К 1976-1985 годы оросительные нормы уже стали соответствовать проектной и даже превышать её [106].

В то же время за этот период абсолютные значения потерь воды по области увеличилось с 1000 до 2188 млн. м^3. Это связано с сохранением поверхностного бороздового способа орошения и низким значением техники полива на орошаемых полях. Качественная характеристика используемой в орошении воды также несколько ухудшилась, т.е. её минерализация повысилась с 0,7 до 1,08 г/л .

Третий этап, то есть период после введения в производства лимитированного водообеспечения (1986-2000 годы), характеризуется снижением темпов прироста орошаемых площадей, они увеличились с 253,5 до 274,1 тыс. га и стабилизированы на этом уровне. Этот период также отличается снижением объёмов водозабора по сравнению с предыдущими двумя периодами, что связанно введением жесткого лимитированного вододеления по областям и по всем республикам Средней Азии, расположенных в бассейнах Амударьи и Сырдарьи.

В результате этого объём водозабора на Бухарскую часть оазиса уменьшился с 4600 млн. м^3 до 4040 млн. м^3, а в катастрофически маловодном 2001 году – 3608 млн. м^3, т.е. сокращение объёмов водозабора по сравнению с 1985 годом составило 550-560 млн. м^3, а в маловодном 2001 году объем

водозабора сократились на 1000 млн. м^3.

Следует отметить, что в третьем этапе удельный водозабор, т.е. брутто, также уменьшился от 19,5 тыс. м^3/га (1985 год) до 14,7 тыс. м^3/га (1996-2000 гг.), а в маловодном 2001 году - до 13,2 тыс. м^3/га, т.е. оказался примерно на уровне 1963-1965 годов. Сократились также величины фактических оросительных норм по сравнению с проектными данными. За этот период они составили 7350-8900 м^3/га, против проектных 9010-9950 м^3/га (рис. 2.4).

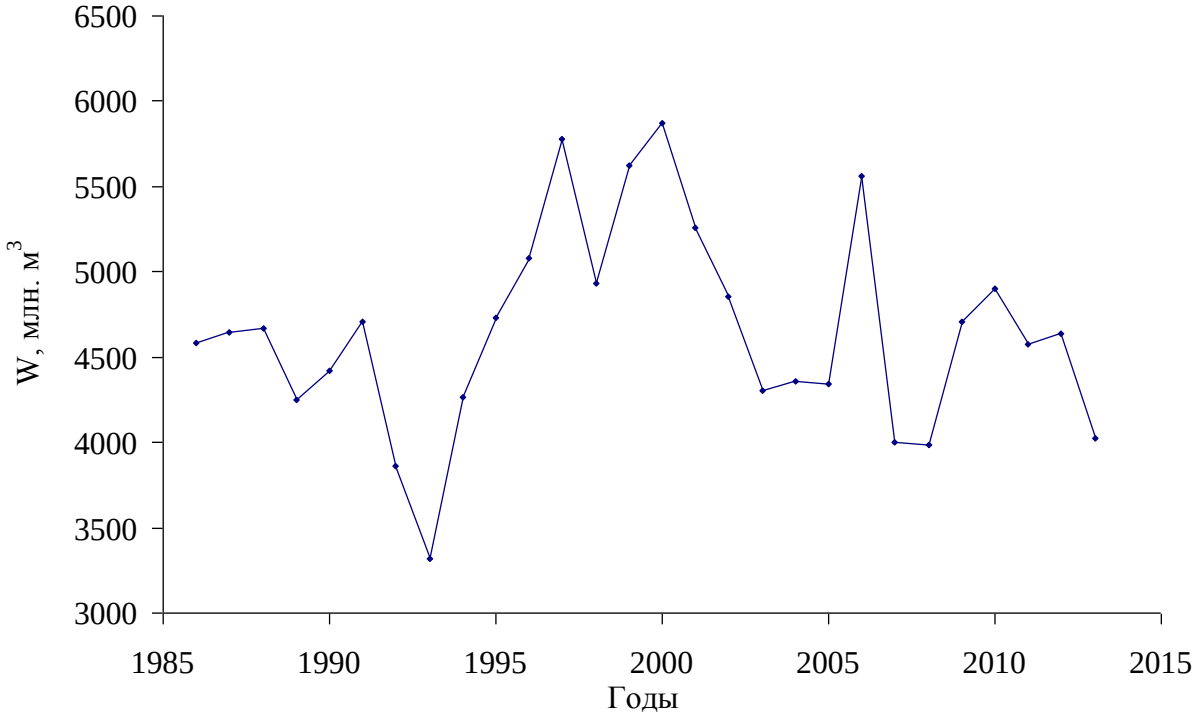


Рис. 2.4. Динамика водозабора из реки Амударья по Аму-Бухарскому каналу в I и II этапах

За этот период наблюдалось снижение КПД оросительных систем с 0,57 (1985 г.) до 0,50 (2000 г.) и соответственно снижением коэффициента использования воды (КИВ) с 0,40 до 0,35. Причиной этому является постепенное ухудшение технического состояния оросительных систем из-за нерегулярного проведения ремонтно-восстановительных работ, связанные с недостаточностью материально-технических ресурсов.

Хотя в небольших размерах, необходимо подчеркнут также ухудшение качества оросительных вод. За последние годы

степень минерализации воды, подаваемые на орошаемые земли, колеблются в пределах 1,0÷1,20 г/л.

Четвертый этап, то есть период стабильной водообеспеченности орошаемых земель Бухарской области включает 2001-2015 годы и характеризует нынешнее состояние водообеспеченности территории.

Таким образом, в настоящее время орошение посевных площадей Бухарской части оазиса осуществляется водами Аму-Бухарского канала. К сожалению, если не учесть результаты исследования Ф.Э.Рубиновой, гидрологический режим этого канала изучен недостаточно. В связи с этим, ниже вкратце остановимся о гидрологическом режиме Аму-Бухарского канала. С этой целью были собраны и обобщены материалы по среднемесячным и годовым расходам воды Аму-Бухарского канала (рис. 2.5).

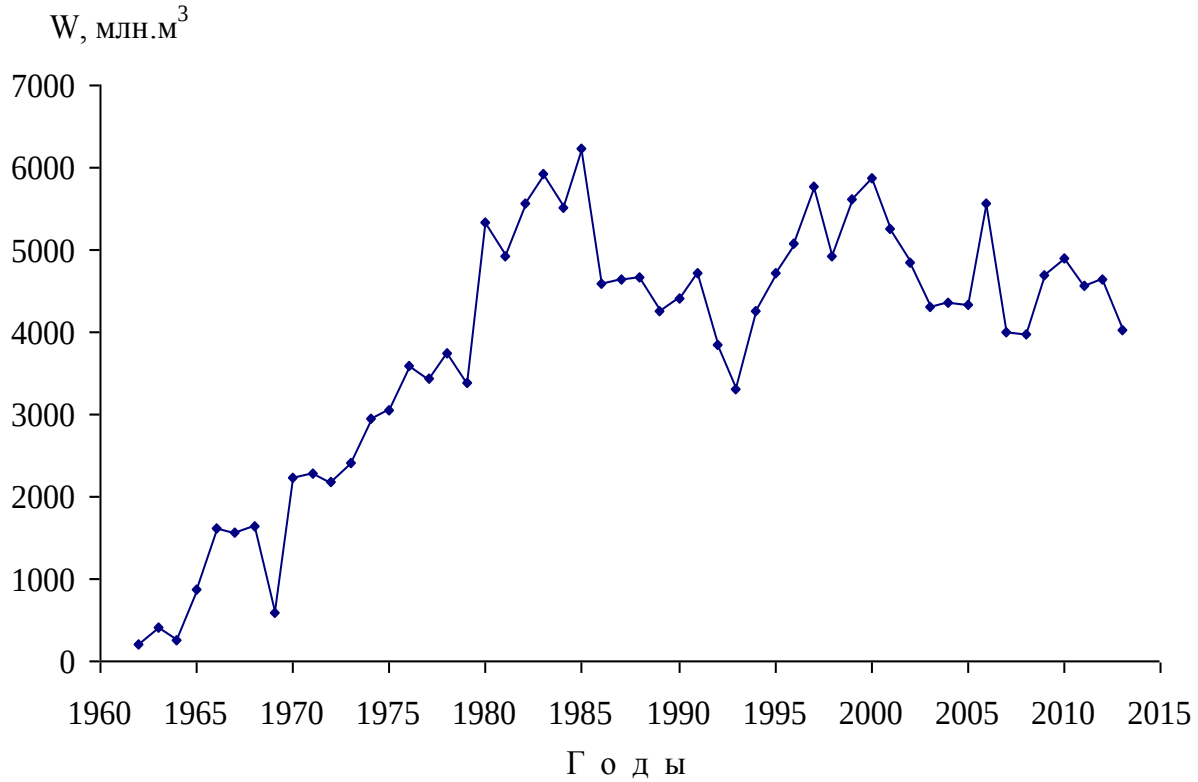


Рис.2.5. Динамика водозабора из реки Амударья по Аму-Бухарскому каналу (1962-2012 гг.)

Как сказано выше, строительство канала начато в конце 50-х годов прошлого столетия и сдано в эксплуатацию в 1962 году. С мая по сентябрь месяцы этого года осуществлялся водозабор из реки Амударья в объеме 208,2 млн. м^3. В последующие годы

объем водозабора увеличивался и в 1968 году достиг 1,63 млрд. $м^3$. В многоводном 1969 году объем водозабора уменьшился почти три раза и составил 0,587 млрд. $м^3$. Такое резкое уменьшение объема водозабора объясняется многоводностью всех рек и саев не только Зеравшанского оазиса, но и по всей Средней Азии. Как отмечено в литературе, в 1969 году сток рек бассейна Аральского моря превышал 1,5÷1,7 раза относительно многолетней нормы [48, 209, 210].

Начиная 70-х годов минувшего столетия объем водозабора по Аму-Бухарскому каналу опять начала возрастать. Его максимальное значение, т.е 6,22 млрд. $м^3$ соответствует 1985 году. Это связано с тем, что в этом году объем стока реки Зеравшан составил 4,542 млрд. $м^3$, т.е. был намного ниже относительно многолетней нормы (4,9 млрд. $м^3$).

В последующие 1986-1991 годы объемы водозаборов из реки Амударьи по Аму-Бухарскому каналу уменьшились и их значения колеблются в пределах 4,2÷4,7 млрд. $м^3$. Такая ситуация, т.е. уменьшение объемов водозабора, продолжалась и в 1992-1993 годы, когда их значения, соответственно, составляли 3,8 и 3,9 млрд. $м^3$.

Как известно, 1999-2001 годы отличаются маловодьями на всех реках бассейна Аральского моря. В связи с этим, в это годы объемы водозабора опять начали увеличиваться до 5,3-5,9 млрд. $м^3$. Следует отметить, что последующие годы, начиная с 2009 года, характеризуются стабильными объемами водозаборов из реки Амударьи по Аму-Бухарскому каналу, колеблющихся в пределах 4,6÷4,9 млрд. $м^3$ (рис.2.3).

Как видно из рисунка 2.3, с 1980 года наблюдается общая стабилизация объемов водозаборов по Аму-Бухарскому каналу. Учитывая это обстоятельство, были определены многоводные, в смысле объема водозабора (1985 г.), маловодные (1993 г.) и среднее (2002 г.) по водности годы. Рассмотрен вопрос внутригодового распределения объемов водозаборов по Аму-Бухарскому каналу по месяцам за эти характерные годы (рис. 2.6).

Общий объем водозабора в 2002 году составил 4,851 млрд. $м^3$. Как свидетельствует рис. 2.6, из этого годового объема 52% соответствует июнь-сентябрь месяцам вегетационного периода.

Объем водозабора за январь-март месяцы составляет 21%, а оставшаяся часть водозабора (27%) осуществлена в октябрь-декабрь месяцы. Как известно, водозабор вневегетационный период осуществляется с целью промывки земель Бухарской части Зеравшанского оазиса. Аналогичная картина наблюдается также в маловодные и многоводные годы. В связи с этим, ограничимся вышеприведенным анализом средней по водности года.

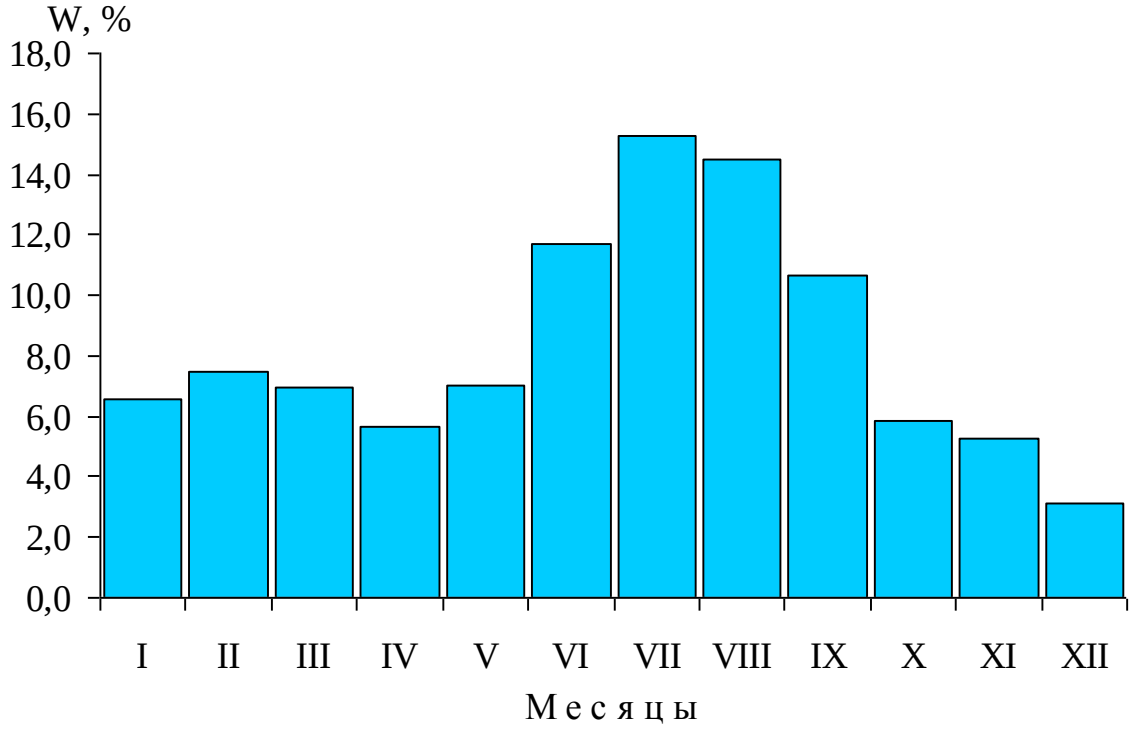


Рис. 2.6. Внутригодовое распределение объемов водозаборов по Аму-Бухарскому каналу по месяцам, 2002 год

В следующем этапе работы изучена зависимость объема водозабора по Аму-Бухарскому каналу от водности года реки Зеравшан. С этой целью произведена статистическая оценка зависимости среднегодовых расходов Аму-Бухарского канала и реки Зеравшан, учтенные у моста Дупули за 1980-2002 годы (рис. 2.7).

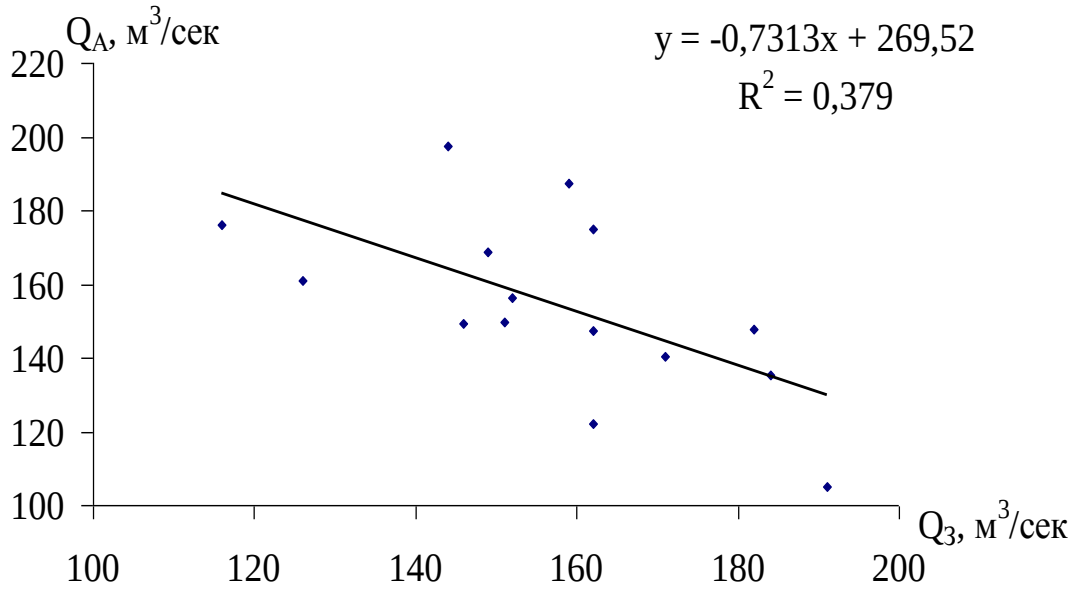


Рис. 2.7. Зависимость среднегодовых расходов Аму-Бухарского
канала (Q_A) и реки Зеравшан ($Q_З$)

Как видно из графика, представленной на рисунке 2.7, теснота зависимости между переменными характеризуется парным коэффициентом корреляции, равным r=0,616. Этот график зависимости также свидетельствует о существовании тенденции увеличения объемов водозаборов по Аму-Бухарскому каналу в маловодные годы на реке Зеравшан.

Аналогично к вышесказанному, также изучена зависимость между среднегодовыми расходами Аму-Бухарского канала и реки Амударья, учтенными у гидрологического поста Керки за тот же расчетный период, т.е. 1980-2002 годы (рис. 2.8).

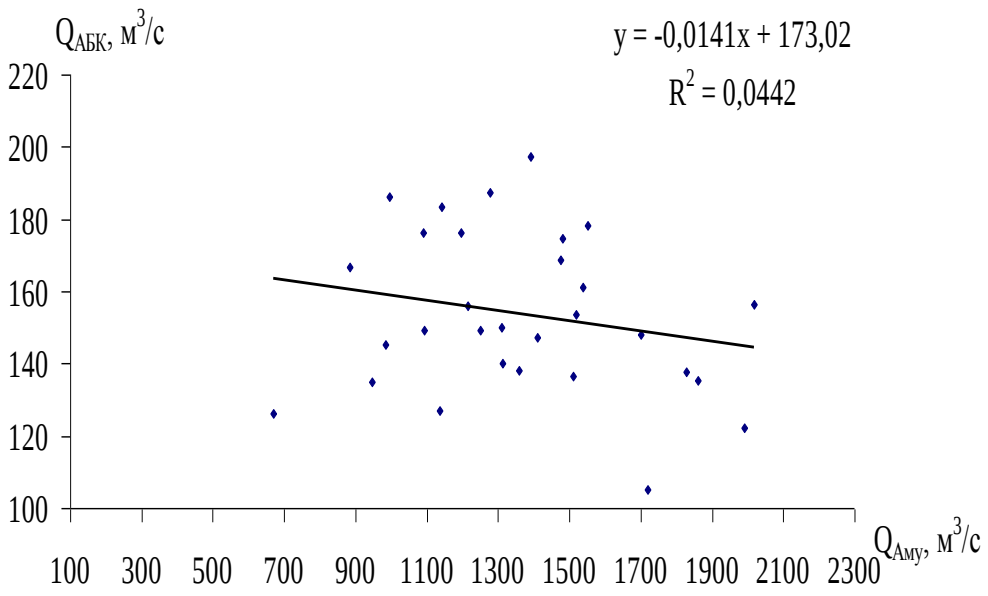


Рис. 2.8. Зависимость среднегодовых расходов воды Аму-Бухарского канала ($Q_{АБК}$) и реки Амударья ($Q_{Аму}$)

Как видно из рисунка 2.6, график зависимости между средними годовыми расходами воды Аму-Бухарского канала ($Q_{АБК}$) и реки Амударья, учтенными у гидрологического поста Керки ($Q_{Аму}$) характеризуется разбросам точек, а значение парного коэффициента корреляции равно r=0,21. Это свидетельствует о том, что объем водозабора по Аму-Бухарскому каналу не зависит от степени водности года на реке Амударья.

Выводы по второй главе:

1. Бассейн реки Зеравшан, с учетом условии формирования ее водных ресурсов, разделен на две части: водные ресурсы, формирующихся в горной части бассейна, расположенной, в основном, на территории Республики Таджикистан; водные ресурсы, формирующихся в ее среднем течении, т.е. на территории Республики Узбекистан;

2. Суммарный среднемноголетний годовой расход воды с горной части бассейна Зеравшана равен 163 м^3/с, соответственно этому расходу воды, средний многолетний объем стока составляет $5{,}140 \cdot 10^9$ м^3. Из этого количества стока 95,1 % соответствует к реки Зеравшан, а оставшаяся часть, т.е. 4,9 % принадлежать Магиандарьи;

3. Водотоки среднего течения Зеравшана, с целью

определения их среднемноголетних характеристик, разделены на гидрометрически изученные речки и гидрометрически неизученные саи. Среднемноголетний годовой объем стока малых рек и водотоков, формирующихся в средней части бассейна Зеравшана, равен $254 \cdot 10^6$ м^3;

4. Средний многолетний годовой расход воды, формирующейся с водосборной площади всего Зеравшанского бассейна равен 171 м^3/с, а годовой объем стока составляет 5395,0 10^6 м^3. Из этого объема ежегодно возобновляемых водных ресурсов 95,3% относится горной части бассейна, а 4,7 % - малым водотокам среднего течения бассейна;

5. В настоящее время основными потребителями воды реки Зеравшан являются Самаркандская, Наваийская, Джизакская и Кашкадарьинская области. Произведена оценка распределения стока реки Зеравшан между областями – водопотребителями. По объему водозабора из реки Зеравшан лидирующую позицию занимает Самаркандская область, доля которой составляет 65,4 %. Далее идут Наваийская (20,2%), Кашкадарьинская (8,6 %) и Джизакская (5,9 %) области. На территорию Бухарской области поступают лишь возвратные воды с верхней части оазиса;

6. С конца 50-х годов минувшего столетия осуществлены проекты использования воды реки Амударья в Зеравшанском оазисе. Начаты строительства первой очереди, т.е. Аму-Каракульского машинного канала и второй очереди, т.е. Аму-Бухарского канала;

7. Изучен гидрологический режим Аму-Бухарского канала. Вес период эксплуатации канала разделен на две части: период возрастания объема водозабора (1962-1985 годы) и период его стабилизации (1986-2015 годы). В период возрастания объем водозабора по Аму-Бухарскому каналу увеличился с 208,2 млн. м^3 в 1962 году до 6,22 млрд. м^3 в 1985 году, а период стабилизации величины объема водозабора колеблются в пределах от 3319,5 в 1993 году до 5870,7 в 2000 году.

ГЛАВА III. ФОРМИРОВАНИЕ ВОЗВРАТНОГО КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОГО СТОКА И МЕТОДЫ ИХ ОЧИСТКИ

Данная глава работы посвящена изучению закономерностей формирования возвратного стока с орошаемых полей и, в частности, коллекторно-дренажного стока и его динамики. Особое внимание уделено рассмотрению вопросов минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод. Исходя из целей и задачи работы, более подробно освещены проблемы и методы очистки коллекторно-дренажных вод и возможности их вторичного использования.

3.1. О возвратных водах с орошаемых полей

Первые научные сведения о возвратных водах с орошаемых полей среднеазиатского региона относятся к концу 20-х и началу 30-х годов минувшего столетия. В те годы, вернее в 1925 году, А.В.Чаплигиным опубликована монография под называнием «Урегулирование водного хозяйства Ферганской долины» [146, 147, 149]. Спустя некоторые время, т.е. в 1933 и 1935 годы, этот вопрос рассматривался М.А.Шмидтом, на примере бассейна реки Тупалангдарья [147]. М.А.Шмидтом также изучены вопросы взаимоотношения оросительных и возвратных вод некоторых орошаемых оазисов Узбекистана и тем самым впервые использован термин «возвратные воды». В последующем опубликована статья И.М.Луценко, где рассматривается методика вычисления добавочных вод в орошаемых районах Средней Азии [147]. После этих публикаций, в 1936 году, появилась совместная работа А.В.Бостанджогло, В.Л.Шульца, А.П.Стружинского и Е.М.Тимофеева. Она была посвящена методике количественной оценке выклинивающихся вод юго-западного Узбекистана при выполнении воднобалансовых исследований [147, 149].

Обнаруженные перечисленными исследователями при выполнении бассейновых и русловых воднобалансовых исследований “дополнительные”, “добавочные” и “выклинивающиеся” в зоне потребления воды ими были названы

«возвратными». Тем самым они подчеркивали их вторичное происхождение [143, 147].

Современные исследователи этой проблемы единодушны в том, что возвратные воды – это вторичные водные ресурсы, формирующиеся в зоне потребления стока. Однако, трактовка этого понятия, а следовательно и подходы к методам количественной оценки возвратных вод, у разных авторов несколько различаются. Ниже вкратце рассмотрим о некоторых трактовках возвратных вод различными исследователями.

Учёные и специалисты Государственного Гидрологического института (ГГИ, Россия), такие как О.Г.Вонсовская, В.В.Сумарокова, С.И.Харченко, Г.П.Левченко и другие [72-75, 146, 109, 193], под собственно возвратными водами понимают ирригационную составляющую динамических запасов грунтовых вод и поверхностный сток оросительных вод с орошаемых полей. Этому мнению присоединяется Т.Н.Аткарская, изучая возвратные воды орошаемых земель Ферганской долины, она также дает аналогичное определение возвратным водам. Вместе с тем, отождествляя в Ферганской долине возвратный сток с коллекторно-дренажным, она не отрицает участия в процессе формирования возвратных вод факторов, не связанных с водозабором на орошение. Здесь она предусматривает атмосферные осадки, грунтовые воды и другие [146].

В своих исследованиях В.П.Светицкий рассматривает лишь ирригационную составляющую возвратных вод [146, 148]. Однако, в отличие от предыдущих авторов, он не включает в состав возвратных вод поверхностный сброс с орошаемых полей, чем не согласны многие специалисты и, в том числе, Ф.Э.Рубинова (рис.3.1).

Вместе с тем, некоторые исследователи, в том числе, среднеазиатские учёные, как В.А.Духовный, Т.Х.Исмайылов, С.Ш.Мирзаев, Ф.Э.Рубинова и другие считают, что источником формирования возвратных вод могут служить как сбросные, так и фильтрационные воды, связанные с орошением. Они сюда включают также фильтрационные воды, формирующиеся естественным путем и разгружающиеся в гидрографическую сеть [73, 111].

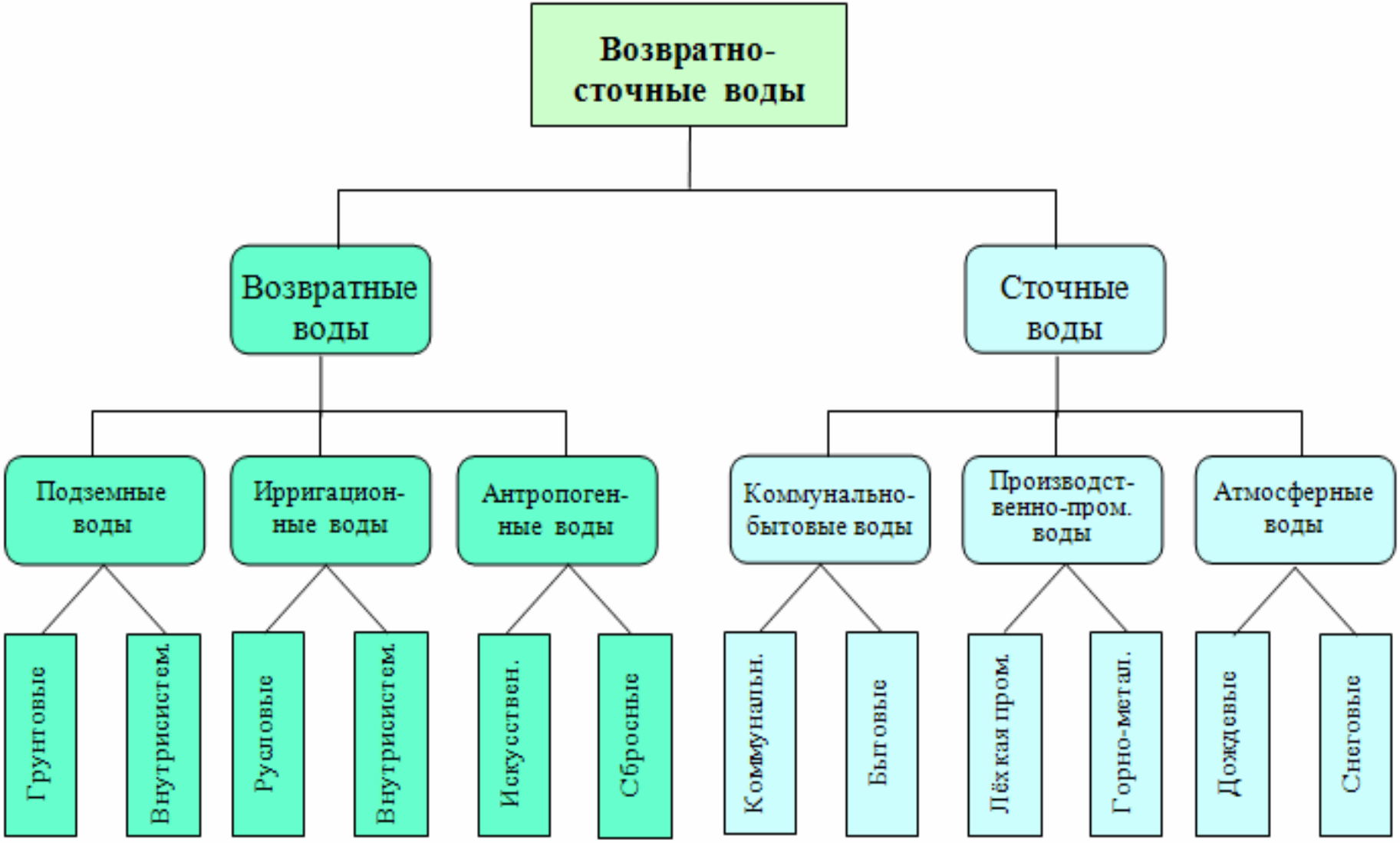


Рис.3.1. Структура и составляющие возвратно-сточных вод

Точки зрения исследователей по поводу конечного водоприемника возвратных вод также различны. По определению С.И.Харченко и его учеников, сток воды называется возвратным, если он поступает в источник орошения или промежуточный водоем. В дальнейшем эти воды может использоваться повторно различными водопотребителями и водопользователями.

По поводу данного вопроса точки зрения среднеазиатских ученых, таких как В.А.Духовный, М.И.Геткер, С.Ш.Мирзаев, Ф.Э.Рубинова и многих других [74, 112, 146] резко отличаются от выше упомянутых авторов. По их мнению, в условиях Средней Азии и, в том числе Узбекистана, сток является возвратным, независимо от того, попадает ли он в источник орошения, в замкнутые естественные понижения и водоем или используется на орошение внутри региона. Как известно, в условиях Узбекистана коллекторно-дренажный сток интенсивно используется, особенно в маловодные годы и маловодные сезоны вегетационного периода. В связи с этим, в настоящее время в условиях Узбекистана и, в том числе Заравшанского оазиса, всего лишь ничтожная часть возвратных вод с орошаемых полей могут попадать в источники орошения.

Как утверждает Ф.Э.Рубинова, большинство исследователей уравнивают понятия «возвратный» и «коллекторно-дренажный» сток, считая, что второй является внутрисистемной разновидностью первого. Кроме этого также есть попытки разделить понятия стока с орошаемых полей и возвратного стока. Например, С.И. Харченко и Г.П. Левченко [193] предлагает назвать первый стоком оросительных или ирригационных вод. Между тем, различия стока, сформированного в пределах орошаемого поля (массива) и стока водоприемнике носят не качественный, а количественный характер и связаны, в конечном итоге, с уровнем развития водного хозяйства. Вместе с тем, ими принято, что возвратный сток составляет лишь часть коллекторно-дренажного, сформированного под влиянием ирригационных факторов и поступающего в русло реки, что противоречит условиям Узбекистана.

Аналогично этим исследованиям, Н.В.Голяновская, Л.П.Мигунова и Г.Е.Юдина (ГГИ, Россия), изучая возвратные воды низовий Амударьи, их разделяют на следующие две части: а) коллекторно-дренажный сток в Сарыкамышскую впадину; б)

возвратный сток в Амударью. Однако, следует отметить, что генезис этих вод одинаков, т.е. они формируются с орошаемых территорий низовья Амударьи.

В отличие выше названных авторов, среднеазиатские учёные, в том числе, В.А.Духовный и его коллеги делит возвратные воды по условиям дренирования: а) на естественные возвратные воды, образуемые притоком в гидрографическую сеть; б) на искусственные (антропогенные) возвратные воды, возникающие при дренировании водосбора коллекторами и дренами. Вместе с тем, в практике водохозяйственных расчетов укоренились понятия «русловые» и «внутрисистемные» возвратные воды. Первые выклиниваются в русла рек, а вторые – в искусственную коллекторно-дренажную сеть.

Как показали исследования С.Ш.Мирзаева, В.А.Духовного и других [72-75, 111, 112], соотношение русловых и внутрисистемных вод зависит от гидрогеологического строения бассейна и мелиоративных условий местности. Как известно, они изменяются под влиянием динамики уровня грунтовых вод на дренируемой рекой территории бассейна, а их формирование, определяется природными и антропогенными факторами. Русла рек и коллекторы могут дренировать как естественную, так и антропогенную составляющие возвратных вод. Поэтому, как считает Ф.Э.Рубинова, замена термина «русловые» возвратные воды на «естественные», а «внутрисистемные» на «антропогенные» нецелесообразна. С точки зрения генезиса и хозяйственного использования, русловые и внутрисистемные воды не различаются, а условия их стока определяются степенью естественной и искусственной дренированностью [146, 149].

Однако, по мнению Ф.Э.Рубиновой, в условиях Узбекистана, с точки зрения оценки водных ресурсов для нижележащих территорий, возвратные воды следует рассматривать в более широком смысле – как сток, сформированный в зоне потребления под влиянием всего комплекса природных и хозяйственных факторов. Разумеется, не весь этот сток может концентрироваться в естественной или искусственной гидрографической сети. Часть его, при мозаичном характере орошения и недостаточно развитой коллекторно-дренажной сети, может теряться на испарение с внутрисистемных перелогов и местных замкнутых понижений.

Подытоживая выше изложенные, т.е. разночтения в понимании термина «возвратные воды» можно существенно уменьшить, если исходит из задачи их исследования. Для оценки эффективности использования водных ресурсов в оросительной системе, вероятно, правильнее исследовать термин «возвратные воды» в ирригационном понимании.

Таким образом, под собственно возвратными коллекторно-дренажными водами, следуя опыт предшествующих исследователей [74, 146], нами понимается ирригационная составляющая динамических запасов стока грунтовых вод и поверхностный сток оросительных вод с орошаемых полей.

3.2. Формирование коллекторно-дренажного стока и его динамика

Исследованиями Т.Н.Аткарской, А.В.Бостанджогло, В.Л.Шульца, А.П.Стружинского, Е.М.Тимофеева, О.Г.Вонсовской, В.В.Сумароковой, С.И.Харченко, Г.П.Левченко, Т.М.Гельбуха, М.И.Геткера, Л.М.Куропатка, Ф.Э.Рубиновой, Н.В.Голяновской, Л.П.Мигуновой, Г.Е.Юдиной, В.А.Духовного, М.А.Якубова и многих других установлено, что в аридной зоне основным источником формирования возвратных вод является орошаемое земледелие.

Результаты регрессионного анализа, выполненного Ф.Э.Рубиной (1979) для бассейна Сырдарьи, показал, что возвратный сток на границах ирригационных районов хорошо коррелируется с водозабором текущего и предшествующего года и практически не зависит от природных факторов. Влияние естественного увлажнения орошаемой территории и тепловых ресурсов, определяющих величину испарения, не соизмеримо мало по сравнению с мощными антропогенными факторами.

Исследования М.И.Геткер, Л.М.Куропатка, Ф.Э.Рубинова (1975), Ф.Э.Рубиновой (1979, 1985), Ф.Э.Рубиновой и Ю.Н.Иванова (2005) и других также показали, что в орошаемых полях Узбекистана, вернее, в условиях Ферганской долины, увеличение забора воды из источника орошения и сброса в него возвратных вод коллекторно-дренажного стока, приводит к увеличению доли последних в стоке реки [146, 149, 222]. Исследования С.И. Харченко, Г.П.Левченко, О.Г.Вонсовской,

В.В.Сумароковой, В.А. Духовного и других показали, что динамика возвратных вод связана с водными мелиорациями. Рассмотрим этот вопрос на примере Зеравшанского оазиса.

Улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель на равнинной части Узбекистана и, в том числе Зеравшанского оазиса, невозможно представить без коллекторно-дренажной сети. В связи с этим, ещё в 30-е годы прошлого века в Самаркандской области были построены коллектора Катта Карасув, Карасув и другие.

Аналогичные работы в изучаемом районе, т.е. строительства новых и реконструкция действующих коллекторно-дренажной сети получили широкое развитие с 50-х годов XX века. В эти годы сданы в эксплуатацию коллектора Сияб и Бедана в Самаркандской области, Шадибек, Дулдул и Катта Завур – в Навоийской области, Денгизкулский, Северный, Центрально Бухарский (ЦБК), Агитма, Парсанкульский и другие – в Бухарской области оазиса (таблица-3.1).

Интенсивное освоение и ввода новых орошаемых земель в Бухарской области привело к постоянному увеличению протяженности коллекторно-дренажной сети. Как отмечает Х.А. Кадыров [89], в 1960 году протяженность коллекторно-дренажной сети (КДС) составляла 1273 км. Протяженность межхозяйственной коллекторно-дренажной сети Бухарской области за периот с 1965 года по 2000 год увеличивалось с 1355 до 2685,6 км, а внутрихозяйственная сеть взросла с 865 до 4402,3 км, что дала возможность улучшения мелиоративного состояния земель.

Таблица-3.1

Сведения о крупных магистральных коллекторах Зеравшанского оазиса

Наименование коллекторов	Год ввода в эксплуатацию	Протяженность, L, км	Пропускная способность, Q, $м^3/с$	Обслуживаемые районы
Самаркадская область				
Сияб	1961	35,15	10	Самарканд, город
Бедана	1953	37,2	5	Булунгур
Катта Карасув	1930	26,5	7	Булунгур,

				Жамбай
Карасув	1933	43,1	20	Пайарик
Наваийская область				
Шадибек	1953	61,1	5	Навбахар, Канимех
Дулдул	1953	48,8	18,5	Навбахар, Кизилтепа
Катта Завур	1967	39,4	7	Кизилтепа
Бухарская область				
Денгизкул-ский	1956	126,4	70	Каган, Бухара, Алат, Жандар, Каракуль,
Северный	1948	139,9	56,5	Гиждуван, Пешку, Шафиркан, Рамитан, Вабкент
Центрально Бухарский	1955	95,1	80	Вабкент, Бухара, Рамитан, Жандар
Агитма	1969	68,7	100	Шафиркан, Гиждуван
Парсанкуль	1974	62	15	Алат, Каракуль, Вабкент, Бухара, Рамитан, Жандар
Главный водосборный тракт (ГВСТ)	1991	155	74	Алат, Каракуль, Жандар, Каган, Каравулбазар
Главный Каракульский	1967	15,52	5	Алат, Каракуль

Центрально Алатский	1956	16	5	Алат, Каракуль
Южно Алатский	1958	15,52	2,2	Алат, Каракуль
Западно Каракульский	1960	13,9	1,5	Алат, Каракуль
Бибиширин	1948	139,9	46	Гиждуван, Рамитан
Западно Рамитанский	1966	60,1	8	Рамитан, Жандар

Примечание: таблица составлена по данным Минсельводхоза РУз.

В 2000 году общая протяженность КДС по области достигла 7189,5 км. При этом, следует отметить, что если до 1970 года вся внутрихозяйственная сеть была представлена только открытыми собирателями и дренами, то к 2000 году построено и эксплуатируется закрытый тип горизонтального дренажа с протяженностью 741,9 км. К этому периоду, как утверждает Т.У. Кудратов [106], из всей орошаемой площади (271 тыс. га – нетто и 425 тыс. га – брутто) Бухарской области к 2000 году дренажем обеспечены 214 тыс. га или 79% земель по площади нетто (таблица 3.2).

Таблица 3.2

Динамика протяженности КДС в Бухарской области, в км

Годы	Межхозяйственная			Внутрихозяйственная		
	Всего	в том числе		Всего	в том числе	
		открытая	закрытая		открытая	закрытая
1965	1355	1355	-	865	865	-
1970	1579	1579	-	1585	1585	-
1975	1894	1894	-	2117	2117	-
2000	2787,2	2787,2	-	4402,3	3762	640,3
2015	2921,5	2921,5	-	4948,0	4173,2	774,8

Примечание:1) при составлении таблицы использованы данные «Ирригации Узбекистана» [87], Б.Н.Кадырова [90, 91],Т.У. Кудратова [106] и других.

При этом межхозяйственная коллекторно-дренажная сеть полностью, а внутрихозяйственная 85,4% представлена открытыми коллекторами и дренами. Как сведительствуют данные таблицы 3.1, закрытый горизонтальный дренаж составляет всего 14,6% от общей протяженности внутрихозяйственной сети. Наибольшее развитие закрытый горизонтальный дренаж имеет в Алатском, Жандарском, Бухарском, Каганском районах. В настоящее время вся существующая открытая межхозяйственная коллекторно-дренажная сеть требуют очистку, а больше половины закрытой дрены также требуют соответствующего капитального ремонта и промывку.

В отдельных районах удельная протяженность внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети очень низкая. По данным Т.У. Кудратова в Вабкентском районе она составляет 10-15,1 м/га, в Гиждуванском – 11,4-19,5 м/га, в Шафриканском – 18,1-22,3 м/га. В целом, по Бухарской области она составляет 26,3 м/га на орошаемую площадь и 33 м/га на дренируемой площади. Для сравнения отметим, что в 1960 году удельная протяженность коллекторно-дренажной сети составляла по области 8,3 м/га, в 1970 год – 13,0 м/га [106].

Выше изложенным сведениям можно добавить, что в Бухарской области также построены и эксплуатируются системы вертикального дренажа. Здесь, согласно данным И.Х.Абдуллаева и М.А.Якубова [7], а также Т.У.Кудратова [106], вертикальным дренажом обеспечены площади более 60 тыс. га земель. Общее количество их к 2000 году составил 566 м. Следует отметить, что коэффициент полезной работы систем (КПРС) этих скважин очень низка и в настоящее время составляет всего лишь 0,06-0,15 против 0,7-0,8 проектной величины. По данным Бухарского областного управления сельского и водного хозяства, объёмы, откачиваемых вод из этих вертикальных дренажей, колеблются в пределах 37÷72 млн. $м^3$/год, а их минерализация в пределах 2,5÷3,83 г/л. При этом, из-за низкого КПРС системы вертикального дренажа, они не обеспечивают дренированность, необходимой для улучшения мелиоративного состояния земель.

Ниже рассмотрим эти вопросы согласно этапам увеличения гидрологического потенциала Зеравшанского оазиса, на примере

его нижней части – Бухарской области. Учитывая полученные выше результаты, в работе проанализированы материалы Бухарской Гидрогеологической мелиоративной экспедиции, а также данные, приведённые в опубликованных работах предшествующих исследователей о количественных показателях стока коллекторно-дренажных вод Зеравшанского оазиса за период строительства и первые годы эксплуатации Аму-Бухарского канала.

Формирование коллекторно-дренажного стока в период дефицита водных ресурсов, т.е. в период строительства Аму-Бухарского канала (1956-1962 годы) имеет свои особенности. Для этого периода данные по стоку коллекторно-дренажных вод представлены в работах Х.А. Кадырова, С.М. Мамарасулова, Р.А. Алимова, Н.И. Зудиной и других [21, 88, 89, 149]. Приведенные в этих работах данные о коллекторно-дренажном стоке изучаемого района близки к истинным значениям и, поэтому оно дают возможность охарактеризовать сложившуюся тогда ситуацию. При анализе этой ситуации очень важным фактором является выявление условий водоотведения: наличие водоприемников, объемов КДВ отводимых в естественные или искусственные понижения или обратно сбрасываемых в реку, а также повторно используемых на орошение и другие нужды [73, 74].

По данным Х.А.Кадырова, ежегодный объем коллекторно-дренажных вод, формируюшихся с орошаемых площадей Бухарской области за период 1956-1960 годы изменяется в пределах 116÷234 млн. м^3 (таблица 3.3).

Таблица 3.3

Сток коллекторно-дренажных вод по районам Бухарской области, млн. м^3/год

№ пп	Наименование районов	Годы				
		1956	1957	1958	1959	1960
1	Гиждуванский	7,35	0,99	0,32	1,52	1,7
2	Шафирканский	1,58	1,97	5,23	12,47	12,27
3	Вабкентский	18,46	6,14	16,43	19,02	32,10
4	Раметанский	108,97	54,19	74,10	74,86	72,33
5	Свердловский	17,77	9,74	17,78	32,67	36,91
6	Бухарский	40,61	20,11	24,85	42,62	40,06
7	Каганский	39,01	22,98	23,05	40,13	43,33

	Итого	233,64	116,12	161,76	223,29	195,48
Из них сброс:	в реки	55,98	21,16	34,6	49,63	80,1
	за пределы	177,66	94,96	127,16	173,66	169,63

Примечание: таблица составлена по данным Бухарского облводхоза и Х.А.Кадырова [89].

Как отмечает Х.А.Кадыров, сброс коллекторно-дренажного стока осуществлялся следующим образом: порядка 21-80 млн. м^3/год сбрасывали в реки Зеравшан, Вабкентдарья и другие источники. Остальную часть коллекторно-дренажного стока в объеме 95-178 млн. м^3 отводили за пределы оазиса, т.е. в местные понижения рельефа и озера. Следует отметить, что в этот период непосредственное использование коллекторно-дренажных вод для целей орошения не практиковалось, так как их минерализация колебалась в пределах от 1,3 до 10,76 г/л [89].

До завершения строительства Аму-Бухарского канала, то есть в 1961-1964 годы, в Бухарской области сохранялся дефицит водных ресурсов. Поэтому здесь объемы коллекторно-дренажных вод сохранялись примерно на уровне 1956-1960 годы и составляли 189-231 млн. м^3/год. Из этого объема воды 29-40 млн. м^3 отводилось в реки и каналы, а 149-202 млн. м^3 - в понижения рельефа и озера, таких как Денгизкуль, Аякагитма и другие. В это время повторное использование коллекторно-дренажных вод в местах их формирования не практиковалось.

Формирование и динамика объемов коллекторно-дренажных вод в Бухарской области в период улучшения водообеспеченности за счет Амударьинской воды, начиная с 1965 года, резко отличаются от периода дефицита водных ресурсов. С момента подключения Аму-Бухарского канала, т.е. с 1965 года, началось резкое увеличение их объемов, то есть коллекторно-дренажных вод (рис 3.2).

Как отмечено в предыдущем разделе диссертации, в этот период, объём водозабора на орошение посевов Бухарской области увеличился в 2,2 раза. В результате этого наблюдается повышение водообеспеченности орошаемых земель. За счет потери воды на оросительных системах межхозяйственного и внутрихозяйственного уровня, а также в орошаемых землях начинается повсеместный подъем уровня грунтовых вод (УГВ).

По данным Т.У.Кудратова уровень грунтовых вод в среднем поднялся с отметки 2,9 м до 2,3 м. В качетсве мер, принятых для поддержания УГВ в допустимых пределах, создавалась разветвленная коллекторно-дренажная сеть на орошаемых землях. Это, в свою очередь, привело к возрастанию объемов возвратных коллекторно-дренажных вод. Так, в период с 1966 по 1985 годы объемы коллекторно-дренажных вод в Бухарской области увеличились с 467 до 1610 млн. м^3 в год (рис 3.2).

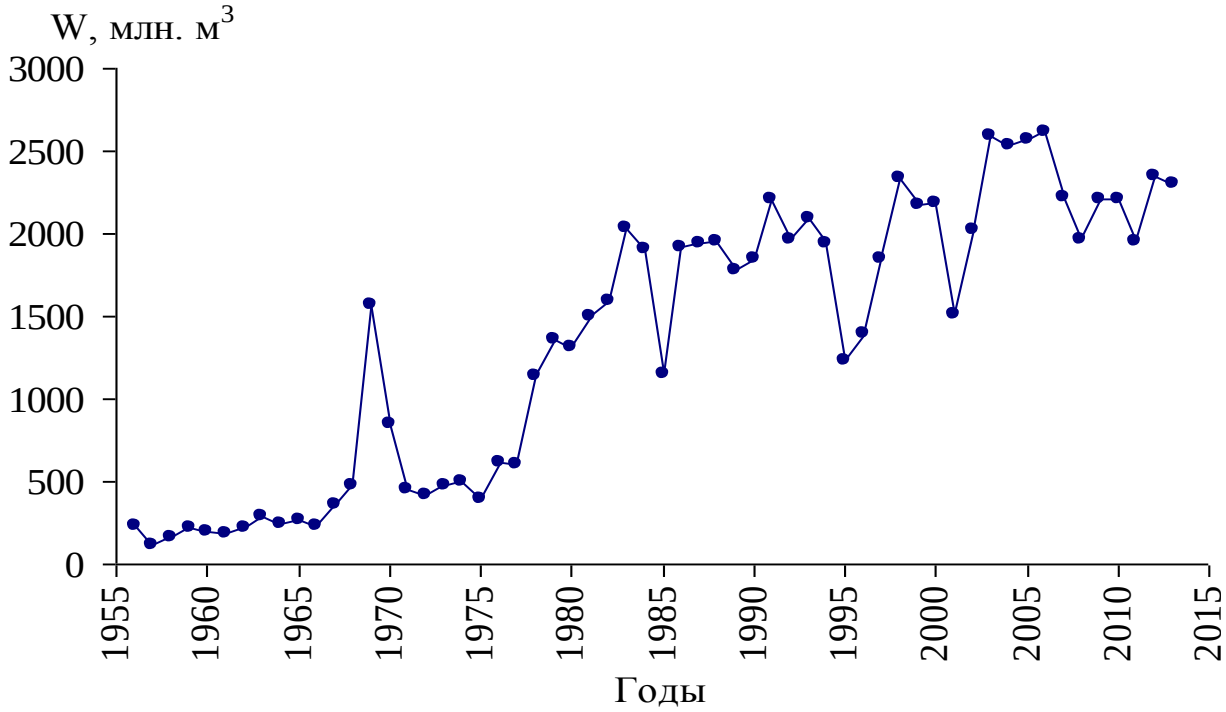


Рис.3.2. Динамика коллекторно-дренажного стока с орошаемых площадей Бухарской области

Как известно, показатель доли коллекторно-дренажных вод от суммарного водозабора позволяет оценить эффективность использования забранной из источника воды. В условиях дефицита водных ресурсов (1960-1965 годы) объемы коллекторно-дренажных вод с орошаемых полей Бухарской области не превышали 8,9 % от суммарного водозабора. Далее, с 1966 года по 1985 год выросла с 15,6 до 35%.

За последние, то есть 1986-2015 годы доля коллекторно-дренажных вод от суммарного водозабора изменялся в пределах от 26,1% (1995 г.) до 63,1% (1993 г.), а по пятилетним расчетным периодам от 36,5% (1996-2000 гг.) до 55,3% (2011-2015 гг.).

Таблица 3.4

Динамика стока коллекторно-дренажных вод, отводимых в ирригационно-сбросовые озера и понижения с 1965 по 1981 гг., млн. $м^3$

Годы	Озеро Шуркуль	Впадина Каракыр	Озеро Денгизкуль	Озеро Маданкуль	Озеро Парсанкуль	Всего
1965/66	3,94	99,86	75,85	30,44	22,24	232,33
1966/67	2,84	145,71	128,68	0	86,42	363,65
1967/68	5,05	184,51	139,88	0	146,66	476,1
1968/69	-	392,67	193,81	0	979,32	1565,8
1969/70	9,62	196,8	155,65	22,87	469,63	854,57
1970/71	5,68	91,62	117,01	13,09	228,66	456,06
1971/72	9,62	59,30	133,73	27,28	188,45	418,38
1972/73	14,98	89,89	159,28	22,87	184,19	471,21
1973/74	12,62	72,86	161,01	10,09	246,17	502,75
1974/75	4,26	52,51	133,10	20,97	184,67	395,51
1975/76	7,41	136,25	224,56	24,60	228,82	621,64
1976/77	10,25	97,62	215,89	12,93	263,04	599,73
1977/78	14,67	288,91	348,52	57,88	425,79	1135,77
1978/79	18,92	387,94	376,90	64,81	512,53	1361,1
1979/80	20,97	408,44	357,19	66,39	460,48	1313,47
1980/81	19,55	444,71	421,06	66,55	542,49	1494,36

Примечание: таблица составлена по данным Ф.Э.Рубиновой, С.И.Дорониной и О.З.Хасанова [150].

Параллельно этому процессу, то есть росту объема водозабора из реки Амударья по Аму-Бухарскому и Аму-Каракульскому каналам, также возросли объемы коллекторно-дренажных вод, отводимых в естественные понижения и озера, расположенные как на территории Бухарской области, так и за ее пределами, как озеро Шуркуль, впадина Каракыр, озеро Денгизкуль и другие (таблица 3.4).Как видно из таблицы 3.4, основными водоприемниками возвратных и сбросных вод служат озера: Парсанкуль, Шуркуль, Денгизкуль, Маданкуль, впадина Каракыр и другие. По данным Ф.Э.Рубиновой и ее соавторов, с 1960-х годов значительная часть этих коллекторно-дренажных вод расходуется на испарение, объем которых колеблются в пределах 418÷1340 млн. м^3 в год. Этот период отличается тем, что часть коллекторно-дренажных вод стала повторно использоваться для целей орошения в объеме порядка 130-340 млн. м^3, что составило 3,4-7,8 % от общего объема коллекторно-дренажных вод с орошаемых полей Бухарской части Зеравшанского оазиса.

Другой особенностью данного периода является то, что, начиная с 1976 года, часть стока Бухарской области из озера Парсанкуль (Соленое) стала поступать в русло р.Амударьи в районе поселка Наргиз. С этой целью был построен Главный Бухарский коллектор (ГБК или Парсанкульский сброс), который выводят воду из озера Парсанкуль (озеро Соленое).

Изучена многолетняя динамика наполнения озера Соленого (оз. Парсанкульского) и отвода воды из него по Парсанкульскому коллектору в русло р.Амударьи. Данные таблицы 3.3 показывают, что начиная с 1966 года объемы коллекторно-дренажных вод, отводимых в оз. Соленое стали возрастать с 22,24 млн. м^3 и к 1981 г. составили 542,5 млн. м^3/год. А в многоводном 1969 году отведено 979,32 млн. м^3 воды.

Сброс коллекторно-дренажных вод в русло Амударьи тоже начал возрастать с 200 млн. м^3/год (в 1977 году) до 520-530 млн. м^3/год в 1981 году. Следует отметить, что режим оттока (сброса в реку Амударья) по коллектору Парсанкуль полностью зависел от притока в озеро Парсанкуль. Эта зависимость, установленная Ф.Э.Рубиновой и ее коллегами по данным замеров 1981-1984 годы имела прямолинейный характер [150]. Расчеты,

выполненные Т.У.Кудратовым на основе замеров за последующие годы, показали, что указанная зависимость сохранила свой вид [106].

Известно, что формирование коллекторно-дренажных вод в 1985-1995 годы характеризуется с введением лимитированного водообеспечения всех отраслей народного хозяйства. В результате этого, величина суммарного водозабора в области сократилась с 6222,7 млн. м^3 (1985 г) до 3319,5 млн. м^3 (1993 г) в год. Кроме этого, в связи с некоторыми обективными причинами, в этот период постепенно стало снижаться техническое состояние оросительных каналов и коллекторно-дренажной сети. Как утверждают Т.У.Кудратов, это привело к сниженю коэффициента использования воды (КИВ) с 0,4 до 0,35.

Однако, несмотря на такое сокращение объемов водозабора из рек, наблюдается тенденция увеличения относительных объемов возвратных коллекторно-дренажных вод из за холостых сбросов из оросительной сети (таблица 3.5). Как видно из этой таблицы, объемы коллекторно-дренажного стока с орошаемой территории Бухарской области возросли с 33,0% (1981-1985 годы) до 46,5% (1991-1995 годы). Их доля относительно водозабора в некоторые годы увеличилась и достигла до 63,1% (1993 г.).

Таблица 3.5

Динамика коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Бухарской области, 1991-2001 годы

Расчетные годы	Орошаемая площадь, тыс. га	Водозабор, млн. м^3	Объем КДВ, млн. м^3	КДВ от водоза-бора, %
1981-1985	242,7	5627,0	2522,4	44,8
1986-1990	258,1	4512,8	1886,4	41,8
1991-1995	269,6	4175,8	1888,8	46,5
1996-2000	274,0	5457,3	1987,6	36,5
2001-2005	274,1	4621,8	2272,0	50,2
2006-2010	274,9	4629,8	2406,4	52,1
2011-2015	274,0	4240,8	2331,5	55,3

Аналогичная тенденция продолжается и в последующие 2001-2005 годы (50,2%), 2006-2010 годы (52,1%) и 2011-2015

годы (55,3%). В этот период объемы коллекторно-дренажного стока в большенстве случаях превысили 2,0 км^3, кроме моловодных 2001, 2008 годы. Их относительные значения от водозабора колеблются в пределах 50,2÷55,3% (таблица 3.5).

Таблица 3.6

Коллекторно-дренажный сток по Зеравшанскому оазису и его распределение водопримникам, 2002-2004 годы

Области	Годы	Сток КДВ, млн. м^3	Распределение КДВ по водоприемникам, млн. м^3		
			на орошение	в реки	за пределы области
Самаркандская	2002	1234,19	172,39	1061,8	0
	2003	1455,21	245,09	1210,12	0
	2004	1377,49	194,63	1182,86	0
	Ср.	1355,63	204,04	1151,59	0
От общего объема по оазису, %		30,02	75,87	74,67	0
Наваийская	2002	642,5	0	382,1	260,4
	2003	749,9	41	341	367,9
	2004	801,8	72,4	398,7	330,7
	Ср.	731,4	37,8	373,93	319,67
От общего объема по оазису, %		16,20	14,06	24,25	11,82
Бухарская	2002	2105,24	81,29	0	2023,95
	2003	2614,84	0	26,61	2588,26
	2004	2563,21	0	23,29	2539,92
	Ср.	2427,76	27,10	16,63	2384,04
От общего объема по оазису, %		53,78	10,08	1,08	88,18
Всего по Зеравшанскому оазису	2002	3981,93	253,68	1443,9	2284,35
	2003	4819,95	286,09	1577,73	2956,16
	2004	4742,50	267,03	1604,85	2870,62
	Ср.	4514,79	268,93	1542,16	2703,71

Примечание: таблица составлена по данным Госкомприроды [124] и Минсельводхоза Республики Узбекистан.

Необходимо отметить, что выше приведённые цифры свидетельствует о нерациональном использовании вод, забираемых из реки Амударьи с применением машинного водоподъема, который требует огромные материально-денежные ресурсы.

По данным Т.У.Кудратова [106], из общего объема коллекторно-дренажного стока, порядка 600-980 млн. м^3/год отводится в понижения рельефа и озера, частично теряется на испарение, а частично отводится в реку Амударья. Объем повторно используемых коллекторно-дренажных вод по области в эти годы сохранились на уровне предыдущего периода и составляли 130-280 млн. м^3/год или 6,8-15,5% относительно их общего объема (таблица 3.6).

Для сравнения объема коллекторно-дренажного стока с орошаемой территории Бухарской области с другими областями Зеравшанского оазиса также пользовались материалами официальных источников. Так, по данным Госкомприроды Республики Узбекистан (ныне Госкомэкологии и охраны окружающей среды) суммарный сток коллекторно-дренажных вод по областям Зеравшанского оазиса (Бухарская, Навоийская, Самаркандская) за последние 2002-2004 годы колеблется в пределах 3,98÷4,92 км^3, что в среднем составляет 45-50% от общего водозабора.

На основании данных Госкомприроды Республики Узбекистан, изучены соотношения объемов коллекторно-дренажных вод и их распределения по водоприемникам, согласно областям Зеравшанского оазиса за 2002-2004 годы (таблица 3.6).

За рассматриваемый период среднегодовой объём стока коллекторно-дренажных вод по Самаркандской области составил 1355,63 млн. м^3. Эта цифра составляет относительно от общего объема по оазису около 30%. Из этого объема воды всего лишь 15,1% (204,04 млн. м^3) использованы повторно для целей орошения, а остальная часть (1151,59 млн. м^3 или 84,9%) сброшены в русло реки Зеравшан.

Как видно из таблицы 3.6, объем коллекторно-дренажных вод с орошаемых полей Самаркандской области составляет 30%, а Навоийской области – 16% от общего объема по всему

Зеравшанскому оазису. Следует особенно отметить, что больше половины (53,1%) от общего объема коллекторно-дренажных вод соответствует Бухарской части оазиса. Поэтому в диссертации уделено более пристальное внимание на изучение коллекторно-дренажного стока с орошаемых земель Бухарской области.

В последующем, т.е. в 2007-2011 годы, сток с орошаемых полей Зеравшанского оазиса, т.е. объем годового стока коллекторно-дренажной сети колеблется в пределах 3035,2÷4239 млн. м^3 (таблица 3.7).

Основная часть объема этих вод формируется с орошаемых посевных площадей Бухарской области. За расчетный период, т.е. 2007-2011 годы, объем коллекторно-дренажного стока по Самаркандской области изменялся в пределах 15,6÷17,1%, а в Навоийской области – 13,1÷18,2% относительно всего объема по Зеравшанскому оазису. За этот расчетный период значения коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Бухарской области колеблются в пределах 64,8÷71,3% .

Таблица 3.7

Динамика объема годового коллекторно-дренажного стока по областям Зеравшанского оазиса в 2007-2011 годы

Область	Протяженность коллекторов, км		Объем коллекторно-дренажного стока, млн. м^3					
	2008	2011	2007	2008	2009	2010	2011	Сред.
Самаркандская	219,2	219,2	535,0	516,2	572,1	660,0	547,1	566,1
			16,2	17,0	17,1	15,6	16,8	16,5
Наваий-ская	217,0	217,0	559,2	553,5	574,0	555,0	574,7	563,3
			16,9	18,2	17,1	13,1	17,7	16,6
Бухарская	622,6	718,4	2218,3	1965,5	2209,9	3024,0	2132,0	2310
			66,9	64,8	65,8	71,3	65,5	66,9
Всего	1058,8	1154,6	3312,5	3035,2	3356,0	4239,0	3253,8	3439,3

Премечание: таблица составлена по данным Государственного Комитета Охраны природы Республики Узбекистан [124].

В целом, за расчетныё период, в среднем, около 67% коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Зеравшанского оазиса принадлежать Бухарской области. Оставшаяся часть, т.е. всего лишь 33% относится Самаркандским и Навоийским областям (рис. 3.3).

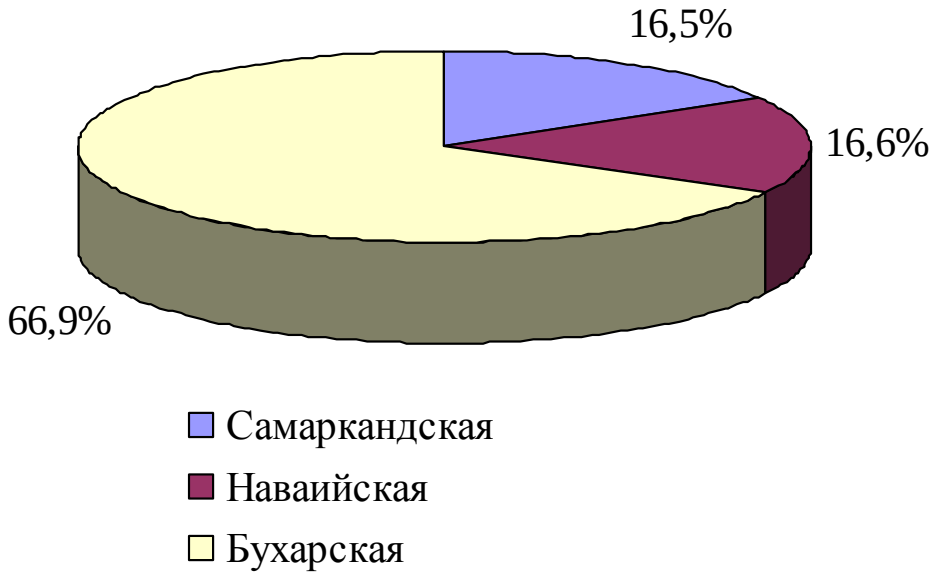


Рис.3.3. Относительное распределение коллекторно-дренажного стока по областям Зеравшанского оазиса, 2007-2011 гг.

Таким образом, в настоящее время основная часть коллекторно-дренажных вод Зеравшанского оазиса формируется с орошаемых посевных площадей Бухарской области. За последние 2007-2011 годы объем коллекторно-дренажного стока по Самаркандской области изменялся в пределах 15,6÷17,1%, а в Навоийской области – 13,1÷18,2% относительно всего объема по Зеравшанскому оазису. За этот период значения коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Бухарской области колеблются в пределах 64,8÷71,3%. В целом, за расчетныё период, в среднем, около 67% коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Зеравшанского оазиса принадлежать Бухарской области. Оставшаяся часть, т.е. 33% относится Самаркандским и Навоийским областям

Большая часть коллекторно-дренажного стока безвозвратно теряется в естественных понижениях, образуя озера ирригационно-коллекторного происхождения, а также в пустынных территориях региона. Вопросы распределения

коллекторно-дренажного стока по водоприемникам будет рассмотрены в конце данной главе. Следует отметить, что определенная часть возвратных коллекторно-дренажных вод поступает в русло реки Амударья и приводить к повышению минерализации ее воды. В связи с этим, особый интерес представляет изучение минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод.

3.3. Зависимость возвратного коллекторно-дренажного стока от объёма водозабора и орошаемой площади

Возвратный сток с орошаемой территории, концентрирующийся в коллекторно-дренажной сети, состоит из подземной и поверхностной составляющих [56, 147, 148, 149, 195]. Первая, т.е. подземная составляющая возвратного стока формируется из естественного подземного притока на орошаемую территорию и фильтрационных потерь с орошаемых полей, в ирригационной системы и атмосферных осадков. Вторая, т.е. поверхностная составляющая возвратных вод может формироваться из сбросов с орошаемых полей и из оросителей, а также из стока талых снеговых и дождевых вод.

Как отмечает Ф.Э. Рубинова, фильтрационные потери с орошаемых полей, в ирригационной сети и сбросы с орошаемых полей и из оросителей связаны с ирригацией и, поэтому, они имеют явно антропогенный характер, а остальные зависят от природных условий. Однако, последние также корректируются хозяйственной деятельностью человека [147, 149].

Следует отметить, что вклады упомянутых выше факторов в процесс формирования возвратного стока с орошаемых территорий существенно отличаются и их значения зависят от природно-водохозяйственной обстановки. Однако, в любом случае, объём возвратных коллекторно-дренажных вод с орошаемых массивов зависит от поверхностного стока, т.е. от объема водозабора для целей орошения. Такой вывод подтверждается результатами регрессионного анализа, выполненного Ф.Э. Рубиновой, на примере Ферганского, Чирчик-Ахангаран-Келесского и Голодностепского ирригационных районов. В исследованиях многофакторных зависимостей ею

учтена, для Ферганского ирригационного района 15, Чирчик-Ахангаран-Келесского 12 и Голодностепского 8 предикторов.

Основными из них являются временной индекс, водозабор за текущий и предшествующий годы, коэффициент изъятия стока, поверхностный приток, атмосферные осадки, солнечная радиация, уровень грунтовых вод и другие. В Ферганском и Голодностепском ирригационных районах возвратный сток коррелируется с водозабором текущего ($0{,}91 \geq r \geq 0{,}81$) и предшествующего годов ($r = 0{,}74 \div 0{,}93$).

При установлении многофакторной связи возвратного коллекторно-дренажного стока с орошаемой территории Бухарской области ($W_{КДС}$), с учетом результатов предшествующих исследователей [147, 195], в качестве основных аргументов нами учтены объем водозабора по Аму-Бухарскому каналу ($W_{АБ}$) и площади орошаемых земель (F_{03}). Расчеты выполнены на базе применения объективного метода выравнивания и нормализации корреляционных связей, предложенного Г.А. Алексеевым [18].

Подробное описание данного метода и его применение в гидрологических расчетах вполне достаточно приведены в работах Г.А. Алексеева [18], В.И. Бабкина [23] и других. Поэтому, в данной работе этот вопрос нами рассматривается коротко, в свете установления многофакторной зависимости коллекторно-дренажного стока Бухарской области от объема водозабора и площади орошаемых посевов.

Нормализация начинается с ранжирования значений исходных переменных в возрастающем порядке. Ранговые номера членов ряда дают возможность рассчитать вероятность не превышения по выражению:

$$P_m = \frac{m - 0{,}25}{N + 0{,}25}\ , \qquad (3.1)$$

где, m – ранговые номера исходных переменных в возрастающем порядке, N – число членов гидрологического ряда.

Нормализованные значения переменных, в нашем случае коллекторно –дренажного стока [$U_0(W_{КДС})$], водозабора по Аму-Бухарскому каналу [$U_1(W_{АБ})$] и площади орошаемых земель [$U_2(F_{03})$] определялись по нормированной интегральной функции

распределения:

$$P_j(X_{ji}) = P_m = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Um} e^{-\frac{U^2}{2}} \cdot dU = \Phi(U_m), \qquad (3.2)$$

как обратные функции:

$$U_m = F[P_m] = F[P_j(X_{ji})] = U_j(X_{ji}), \qquad (3.3)$$

где j – номер исходных переменных, в нашем случае: j = 0,1,2; i = 1,2,…,N.

Теснота связей между попарно взятыми исходными переменными характеризуются парными коэффициентами корреляции. Чтобы рассчитать их значения определяются суммы попарных произведений соответственных нормализованных значений переменных:

$U_0(W_{КДС})\cdot U_1(W_{АБ})$; $U_0(W_{КДС})\cdot U_2(F_{О3})$; $U_1(W_{АБ})\cdot U_2(F_{О3})$; (3.4)

По суммам этих произведений вычисляли значения эмпирических коэффициентов ковариации:

$$\mu_{jj}(N) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} U_{ji}(W_{КДС}) \cdot U_{ji}(W_{АБ}). \qquad (3.5)$$

Значения коэффициентов ковариации дают возможность рассчитать парные коэффициенты корреляции:

$$r_{jj} = \frac{\mu_{ji}(N)}{\sigma_u^2(N)}, \qquad (3.6)$$

где σ_u^2 - эмпирическая дисперсия, значение которой определяется по следующей формуле:

$$\sigma_u^2(N) = \frac{1}{N-1} \sum_{i-1}^{1} U_{ji}(\mathrm{W}). \qquad (3.7)$$

Коэффициенты регрессии (α_{01}, α_{02}) входят в искомое уравнение нормализованной регрессии. С целью определения α_{01} и α_{02} составлена система из двух линейных уравнений:

$$\begin{cases} \alpha_{01} + r_{12} \cdot \alpha_{02} = r_{01} \\ r_{12} \cdot \alpha_{01} + \alpha_{02} = r_{02} \end{cases} \qquad (3.8)$$

Путем решения данной системы получены выражения для расчета коэффициентов регрессии:

$$\alpha_{01} = \frac{r_{01} - r_{02} \cdot r_{12}}{1 - r_{12}^{\ 2}} \quad ,$$

$$\alpha_{02} = \frac{r_{02} - r_{01} \cdot r_{12}}{1 - r_{12}^{\ 2}} \quad . \qquad (3.9)$$

Вычисленные значения коэффициентов регрессии (α_{01}, α_{02}) позволяют получить уравнения нормализованной регрессии.

Теснота связи между коллекторно-дренажным стоком и определяющими его переменными или точность уравнения нормализованной регрессии характеризуются значениями полых коэффициентов множественной корреляции (r_0), рассчитываемых по формуле:

$$r_0 = \sqrt{\left| r_{01} \cdot \alpha_{01} \right| + \left| r_{02} \cdot \alpha_{02} \right|} \ . \qquad (3.10)$$

Средние квадратические ошибки полых коэффициентов корреляции вычислялись по выражению.

$$\sigma_{r_0} = \frac{1 - r_0^2}{\sqrt{N - \ell}}, \qquad (3.11)$$

где ℓ - число аргументов, в нашем случае ℓ =2.

Описанным выше методом расчеты по установлению зависимости коллекторно-дренажного стока с рошаемых полей Бухарской области от определяющих факторов выполнялись в трех вариантах: 1) для периода постепенного улучшения водообеспеченности (1962-1985 гг.); 2) для периода лимитированного водообеспечения (1986-2015 гг.); 3) за весь период, т.е. с объединением двух предыдущих расчетных периодов (1962-2015 гг.).

Как видно, при выделении расчетных вариантов нами учитывались условия водообеспеченности орошаемых земель и изменения водохозяйственной обстановки.

Анализ рассчитанных значений парных коэффицентов корреляции и коэффицентов регресии можно произвести для каждого варианта или для всех вариантов в целом (таблица 3.1).

Таблица 3.1

Вычисленные значения парных коэффициентов корреляции и коэффициентов регрессии

Варианты расчета	Парные коэффициенты корреляции			Коэффициенти регрессии	
	r_{01}	r_{02}	r_{12}	α_{01}	α_{02}
1-вариант	0,835	0,581	0,548	0,739	0,176
2-вариант	0,444	0,248	-0,091	0,469	0,290
3-вариант	0,745	0,895	0,633	0,297	0,706

Как видно из таблицы 3.1, второй вариант расчета характеризуется наименьшими значениями как парных коэффициентов корреляции, так и коэффициентов регрессии. Парный коэффициент корреляции между объемом водозабора по Аму-Бухорскому каналу ($W_{АБ}$) и площадью орошаемых земель (F_{03}) имеет отрицательное значение (r_{12}=-0,091), что объясняется уменьшением площади посевов в годы независимости за счёт устранения хлопковой монокультуры. Это может быть также связано как с грубыми ошибками оценки коллекторно-дренажных вод, так и экстремальными, то есть моловодными и многоводными условиями их формирования.

Для всех вариантов были получены уравнения нормализованной регрессии, имеющие следующий общий вид:

$$U_0(W_{КДС}) = \alpha_{01} \cdot \mathrm{U}_1(W_{АБ}) + \alpha_{02} \cdot \mathrm{U}_2(\mathrm{F}_{03}) \qquad (3.12)$$

Из этого выражения видно, что полученные для каждого варианта расчета уравнения регрессии отличаются только значениями коэффициентов регрессии (таблица 3.2).

Полученные для различных расчетных вариантов и приведенные в таблице 3.2. уравнения нормализованной регрессии, характеризуются довольно высокими значениями полных коэффициентов множественной корреляции (r_0). Их значения колеблются в пределах от 0,529±0,141 до 0,923±0,021. При этом расхождения в оценках коэффициентов корреляции (даже во 2-варианте расчета) оказались в пределах ошибок их расчета.

Таблица 3.2.

Уравнения нормализованной регрессии и полные коэффициенты их корреляции

Варианты расчета	Уравнения нормализованной регрессии	$r_0 \pm \sigma_{r0}$
1-вариант	$U_0(W_{КДС})=0,739 \cdot U_1(W_{АБ})+0,176 \cdot U_2(F_{03})$	0,846±0,061
2-вариант	$U_0(W_{КДС})=0,469 \cdot U_1(W_{АБ})+0,290 \cdot U_2(F_{03})$	0,529±0,141
3-вариант	$U_0(W_{КДС})=0,297 \cdot U_1(W_{АБ})+0,706 \cdot U_2(F_{03})$	0,923±0,021

Примичание: r_0 – полный коэффициент множественной корреляции, σ_{r0} – ошибка полного коэффициента корреляции.

Такой результат показывает, что полученные нами уравнения нормализованной регрессии имеют тот же порядок, как и вышеупомянутые уравнения регрессии, полученные Ф.Э. Рубиновой для различных ирригационных районов бассейна Сырдарьи. На этом основании полученные нами уравнения нормализованной регрессии рекомендуются для расчета и прогноза стока возвратных коллекторно-дренажных вод. При этом принимается, что в ближайшей перспективе условия их формирования существенно не изменятся.

Необходимо отметить, что предложенные нами уравнения дают лишь наиболее вероятную величину коллекторно-дренажных вод при заданном водозаборе и площади орошаемых посевов. Следует также отметить, что в экстремально многоводные годы возвратный коллекторно-дренажный сток может быть повышенным из-за участия части атмосферных осадков в процессе их формирования. Наоборот, при сочетании двух и более маловодных лет объем коллекторно-дренажного стока может оказаться ниже расчетного. Способы использования предлагаемых нами уравнения нормализованной регрессии для расчета и прогноза стока коллекторно-дренажных вод рассмотрены в последующей 5 главе диссертации.

3.4. Минерализация и химический состав коллекторно-дренажных вод

Гидролого-гидрохимические вопросы минерализации и химического состава коллекторно-дренажных вод рассмотрены в работах Р.А.Алимова, Ф.Э.Рубиновой, А.А.Рафикова, Э.И.Чембарисова, А.И.Сергеева, Р.М.Раззакова, М.А.Якубова и других [17, 28, 227, 229]. В упомянутых выше исследованиях возвратные коллекторно-дренажные воды Зеравшанского оазиса рассмотрены в общих чертах, на фоне различных крупных орошаемых массивов бассейна Аральского моря.

Необходимо отметить, что все исследования, связанные с изучением минерализации и химического состава, возвратных коллекторно-дренажных вод сводятся к задаче разработки методов расчетов, позволяющих их как количественной, так и качественной оценки. При рассмотрении этих вопросов особый интерес представляет, прежде всего, изучение минерализации и химического состава воды источника водозабора, потом коллекторно-дренажного стока и, далее, оценка отводимой массы солей из орошаемой территории коллекторно-дренажной сетью по различным водоприемникам. Здесь, как известно, в качестве водоприемников могут служить реки, понижения рельефа, ирригационно-сбросовые озера и другие. Аналогичные исследования, выполненные по выше изложенной логической последовательности, необходимы для выполнения количественной оценки процессов водо- и солеобмена между орошаемой территорией и рекой и для разработки методов прогнозов по регулированию этих процессов в оптимальных пределах.

Как подтверждают ученые гидрохимики О.А.Алекин, А.М.Никаноров, Ф.Э.Рубинова, Э.И.Чембарисов и другие [17, 151, 205, 206], в естественных условиях химический состав речных вод определяется литологическим составом пород, слагающих речной бассейн, атмосферными осадками, выпадающими на их поверхность, условиям питания и режимом жидкого стока рек.

По данным Ф.Э.Рубиновой и Ю.Н.Иванова, разнообразие факторов, влияющих на формирование минерализации и

химического состава воды рек бассейна Аральского моря, определяет широкой диапазон значений минерализации. В среднем за год их значения колеблются в пределах от 90 до 2400 мг/дм^3 [151]. Ими произведено гидрохимическое районирование горной части бассейна Аральского моря на основе разделения территории по признакам сходства речных вод по минерализации и ионному составу.

По гидрохимическому районированию Ф.Э.Рубиновой и Ю.Н.Иванова, бассейн реки Зеравшан входит в седьмой гидрохимической район [151]. В данном районе средняя годовая минерализация речных вод, при диапазоне средних взвешенных высот водосборов от 1,1 до 4 км, колеблются в пределах 123÷485 мг/дм^3. Высокая удельная увлажненность территории данного района и литологический состав пород обусловливают преобладания слабоминерализованных вод (рис.3.4).

Данные рис.3.4, свидетельствуют о том, что минерализация водозабора для целей орошения в Самаркандской области, в основном не превышает 500 мг/дм^3. Что касается Навоийской области, здесь минерализация орошаемых вод намного больше, чем относительно Самаркандской области, что является результатам повышения минерализации вод Зеравшана по ее длине.

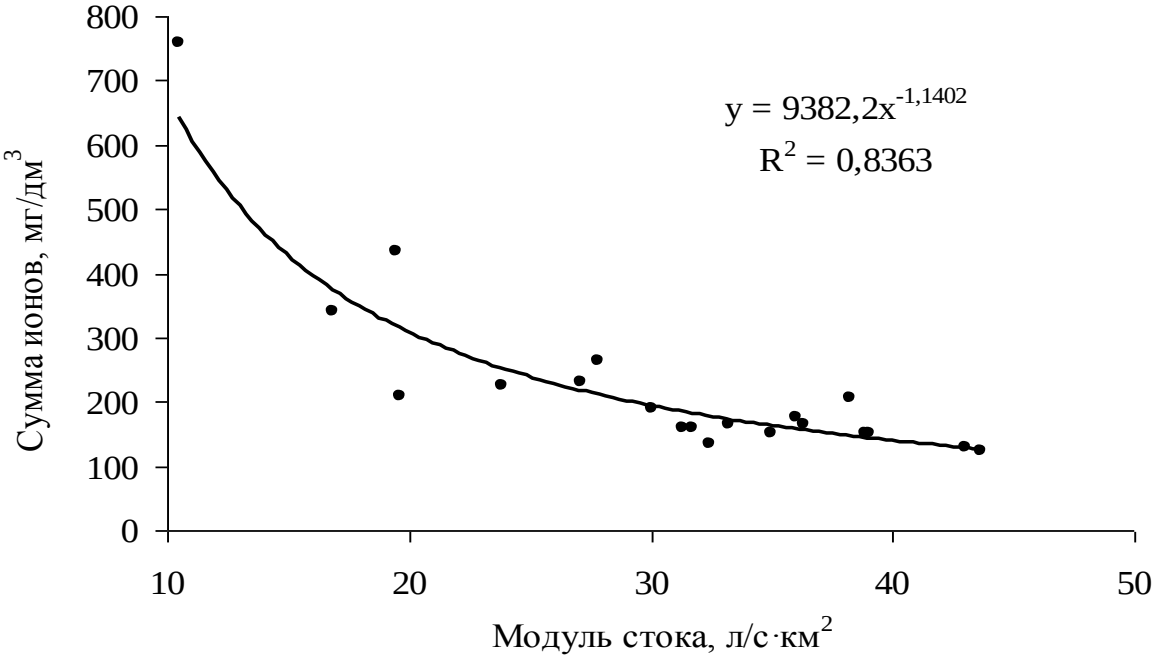


Рис.3.4. Зависимость средней минерализации (ΣU) от модуля стока (M) рек бассейна Зеравшана

Выше упомянутыми авторами также изучен ионный состав речных вод Зеравшана, т.е. источники орошения. Ими, дополнительно к принятому районированию территории региона по минерализации, при анализе ионного состава речных вод выделен ряд подрайонов (таблица 3.8).

Таблица 3.8

Ионный состав речных вод Зеравшана

Районы	Ионный состав при минерализации, мг/дм^3					
	Ионы	100	200	300	400	500
7(1)	Ca^{2+}	34	30	27	25	23
	Mg^{2+}	6	13	15	15	15
	$Na^{+}K^{+}$	10	7	8	10	12
	HCO_3^{-}	36	36	35	35	35
	SO_4^{2-}	10	11	12	12	12
	Cl^{-}	4	3	3	3	3
7(2)	Ca^{2+}	34	30	27	23	
	Mg^{2+}	6	13	15	15	
	$Na^{+}K^{+}$	10	7	8	12	
	HCO_3^{-}	26	31	345	35	
	SO_4^{2-}	23	18	15	12	
	Cl^{-}	1	1	1	3	

Примечание: таблица составлена по данным Ф.Э.Рубиновой и Ю.Н.Иванова [151].

Как видно из таблицы 3.8, в обоих подрайонах бассейна Зеравшана превалируют гидрокарбонатные ионы, за ними следуют ионы кальция (Ca^{2+}).

Выше изложенные положения, а также данные рис.3.4, свидетельствуют о том, что минерализация вод, забираемых для целей орошения в Самаркандской области, в основном не превышает 500 мг/дм^3. Что касается Навоийской области, здесь минерализация орошаемых вод на много больше, чем относительно Самаркандской области. Это является результатам повышения минерализации вод Зеравшана по ее длине. Минерализация и ионный состав воды Аму-Бухарского канала зависит от гидрохимического режима реки Амударья.

Ниже более подробно остановимся на счет минерализации и химического состава вод, забираемых из реки Амударья по Аму-Бухарскому каналу. Минерализация вод реки Амударья, забираемых по Аму-Бухарскому каналу на орошаемые зоны Бухарской области за рассматриваемый период имеет возрастающий характер (таблица 3.9).

Таблица 3.9

Динамика водозобора, его минерализация и поступления солей на орошаемую площадь

Расчетный период	Орошаемая площадь, тыс. га	Объем водозабора, 10^9 м^3	Минерализация, г/л	Поступление солей, 10^6 т.
1962-1965	193,4	0,444	0,55	0,244
1966-1970	217,6	1,523	0,58	0,883
1971-1975	255,4	2,574	0,67	1,724
1976-1980	254,8	3,896	0,79	3,078
1981-1985	242,7	5,627	1,08	6,077
1986-1990	258,1	4,513	1,11	5,009
1991-1995	269,6	4,176	0,96	4,009
1996-2000	274,0	5,457	1,16	6,330
2001-2005	274,1	4,622	1,13	5,223
2006-2010	274,9	4,630	1,07	4,954
2011-2015	274,0	4,241	1,12	4,749

Как видно из этой таблицы, первые годы эксплуатации Аму-Бухарского канала, т.е. в начале 60-х годов минерализация его воды не превышала 0,60 г/л, а в конце рассматриваемого расчетного периода ее значение возрастало более два раза, и составила 1,12 г/л.

Исходя из цели работы, изучена динамика минерализации коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Бухарской области. Результаты этих исследований дали возможность количественно оценить вынос солей из этой территории согласно расчетным периодам (таблица 3.10)

Таблица 3.10

Минерализация коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей и вынос солей по расчетным периодам

Расчетный период	Орошаемая площадь, тыс. га	Объем КДС, 10^9 м^3	Минерали-зация, г/л	Вынос солей, 10^6 т.
1962-1965	193,4	0,253	5,30	1,341
1966-1970	217,6	0,698	3,75	2,617
1971-1975	255,4	0,449	4,05	1,818
1976-1980	254,8	1,006	4,44	4,467
1981-1985	242,7	1,835	4,35	7,982
1986-1990	258,1	1,886	4,80	9,053
1991-1995	269,6	1,889	3,39	6,404
1996-2000	274,0	1,988	3,72	7,395
2001-2005	274,1	2,272	3,56	8,088
2006-2010	274,9	2,406	3,45	8,301
2011-2015	274,0	2,331	3,51	8,182

Следует отметить, что противоположно минерализации речных вод, значения минерализации коллекторно-дренажного стока уменьшаются согласно расчетным периодам. Так, первые годы эксплуатации Аму-Бухарского канала минерализация КДС составила 5,3 г/л, далее уменьшаясь по расчетным годам, в 1991-1995 годы она была равна 3,39 г/л. Повышение минерализации КДС в последующие годы до 3,72 г/л является результатам маловодья в 1999 и 2000 годы на реке Амударьи.

Как известно, в Бухарской области имеется достаточно сформированный опыт повторного использования некоторой относительно мало минерализованной части коллекторно-дренажных вод для целей орошения отдельных видов сельскохозяйственных культур. В связи с этим, ниже рассмотрим вопросы их динамики (таблица 3.11).

Как видно из таблицы, средняя минерализация КДВ, используемых повторно для целей орошения некоторых видов сельскохозяйственных культур, таких как люцерна, кукуруза и другие, равно 2,71 г/л. В последующие годы (1981-1990 гг.), из-за маловодья, вынуждены были использовать повторно КДВ с минерализаций 4,3-4,5 г/л.

Таблица 3.11

Объем и минерализация повторно используемых коллекторно-дренажных вод (КДВ) в Бухарской области

Расчетный период	Объем КДВ, 10^9 м^3	Минерали-зация, г/л	Масса солей, 10^6 т.
1960-1965	0,03	2,71	0,08
1976-1980	0,34	2,85	0,97
1981-1985	0,27	4,3	1,16
1986-1990	0,28	4,5	1,26
1991-1995	0,13	3,3	0,43
1996-2000	0,19	3,5	0,67

Таблица составлена по данным Т.У.Кудратова [106].

Естественно, использование воды с повышенной минерализацией для целей орошения любой культуры, уменьшает их урожайность. С другой стороны, за этот период, т.е. 1981-1990 годы, масса солей поступивших с этими водами на орошаемую территорию составила 2,42 млн. тонна, что ускорить процессы вторичного засоления земель (таблицы 3.11 и 3.12).

Данные таблицы 3.12 показывают, что коллекторно-дренажные воды с орошаемых полей Бухарской области распределяется, в основном, по следующим трем водоприемникам: на повторное использование для орошения, сброс в русло реки Амударья, сброс в понижения рельефа. В дальнейших исследованиях необходимо обратить особое внимание на их соотношения и перспективы их вторичного использования после очистки с применением различных методов.

На основе имеющихся материалов по величине орошаемой площади, объемов водозаборов, коллекторно-дренажного стока, а также минерализации их вод, сделана попытка составления водно-солевого баланса орошаемой территории Бухарской области (таблица 3.13).

Таблица 3.12

Водно-солевой баланс коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Бухарской области

Показатель		Ед. изм.	В среднем за периоды					
			1960-1965	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000
Площадь орошения		тыс. га	193	267,8	235,5	253,3	269,6	274,9
Объем КДС		км^3	0,21	1,39	1,61	1,81	1,89	1,99
Минерализация		г/л	5,3	4,44	4,35	4,80	3,39	3,72
Масса выноса солей		млн. т	1,11	6,17	7,0	8,69	6,41	7,4
В том числе	повторно используемый	км^3	0,03	0,34	0,27	0,28	0,13	0,19
	масса солей	млн. т	0,08	0,97	1,16	1,26	0,43	0,67
	в р. Амударья	км^3	-	0,35	0,70	0,60	0,73	0,98
	масса солей	млн. т	-	1,55	3,05	2,88	2,47	3,65
	в понижения	км^3	0,18	0,70	0,64	0,93	1,03	0,82
	минерализация	г/л	5,72	5,2	4,36	4,89	3,41	3,77
	масса солей	млн. т	1,03	3,64	2,79	4,55	3,51	3,08

Таблица составлена по данным Т.У.Кудратова [106] и других источников.

Как видно из приведенных данных в таблице 3.13, с 1960 по 2000 годы в бассейне Амударьи и, в частности, по Бухарской области постоянно нарастает минерализация водозабора из источника от 0,55 до 1,105 г/л. В результате этого, масса поступления солей на орошаемую территорию Бухарской области также возрастает с 1,30 до 4,91 млн. тонн. С увеличением объема коллекторно-дренажного стока с 210 до 1990 млн. м^3/год, масса выноса солей из орошаемой территории также увеличивается с 1,11 до 8,7 млн. тонн в 1986-1990 годы.

Таблица 3.13

Водно-солевой баланс орошаемой территории Бухарской области

Показатель	В среднем за периоды					
	1960-1965	1976-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000
Орошаемая площадь, тыс. га	193	267,8	235,5	253,3	269,6	274,9
Объем водозабора на орошение, км^3	2,36	4,74	4,87	4,33	4,17	4,23
Минерализация, г/л	0,55	0,79	1,08	1,11	0,96	1,16
Поступление солей, млн. тонна	1,30	3,74	5,26	4,81	4,00	4,91
Коллекторно-дренажный сток, км^3	0,21	1,39	1,61	1,81	1,89	1,99
Минерализация КДС, г/л	5,3	4,44	4,35	4,80	3,39	3,72
Масса выноса солей, млн. тонна	1,11	6,17	7,0	8,69	6,41	7,4
Безвозвратные потери ВР, км^3	2,15	3,41	3,26	2,52	2,28	2,24

Таблица составлена по данным Т.У.Кудратова [106] и других источников.

С момента отвода КДВ по Парсанкульскому сбросу в русло реки Амударья постепенно начал нарастать объем сброса солевой массы в размере от 1,55 до 3,65 млн. тонн к 2000 году.

Таким образом, Бухарская область в среднем течении реки Амударьи является одной из критических зон, поставляющих огромные солевые массы (ежегодно, в среднем, 3,0÷3,5 млн. тонн) в реку Амударья. С другой стороны, орошаемая территория Бухарской области также отличается наиболее высоким значением (в пределах 4,5÷5,0 млн. тонн ежегодно), относительно других областей Зеравшанского оазиса, по объему поступления солей с речными водами.

В настоящее время полноценная оценка качества коллекторно-дренажных вод Зеравшанского оазиса представляет трудоемкую задачу. Так как, наблюдения за качеством воды имеют периодический характер, и плюс к этому, основное

внимание уделяется к определению степени их минерализации. В связи с этим, в перспективе необходима организация изучения химического состава, а также оценка загрязнения вод КДС по всем параметрам и составляющим.

Дополнительно выше изложенным результатам, изучена степень минерализации вод коллекторно-дренажной сети Зеравшанского оазиса с целью оценки возможности их вторичного использования (таблица 3.14).

Таблица 3.14

Изменения объемов и минерализации вод КДС по областям Зеравшанского оазиса (2008-2011 годы)

Области	Ед. изм.	Г о д ы				
		2007	2008	2009	2010	2011
Самаркандская	10^6 м^3	535,0	516,2	572,1	660,0	547,1
	г/л	-	0,61-1,88	0,58-1,65	0,65-1,24	0,60-1,38
Навоийская	10^6 м^3	559,2	553,5	574,0	555,0	574,7
	г/л	-	1,45-2,84	1,60-3,60	1,53-3,11	1,60-3,80
Бухарская	10^6 м^3	2218,3	1965,5	2209,9	3024,0	2132,0
	г/л	-	2,40-5,60	2,70-5,10	1,96-5,98	2,21-6,01

Примечание: таблица составлена по данным Госкомприроды РУз

Как видно из таблицы 3.14, наименьшими значениями минерализации отличаются коллекторно-дренажные воды Самаркандской области. За изучаемый период, т.е. 2008-2011 годы, их минерализация колеблются в пределах 0,58÷1,88 г/л. Эти цифры указывают на огромную возможность их повторного использования для целей орошения.

Таким образом, за последние 2007-2011 годы, в среднем, ежегодно в Самаркандской области формируются в объеме 566,1 млн. м^3 и в Навоийской области 563,3 млн. м^3 мало минерализованные воды. Их ежегодная сумма, в среднем, составляет 1129,4 млн. м^3. Они, хот вторичные, но могут быть использованы как дополнительные водные ресурсы для

сельскохозяйст-венного производства и для нужд других отраслей экономики.

3.5. Проблемы и методы очистки коллекторно-дренажных вод

Реформы, осуществляемые в последние годы в Узбекистане на государственном уровне, в различных отраслях экономики, также включают вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. В этом направлении, в условиях нашей страны, актуальными являются вопросы охраны водных ресурсов, их очистки и вторичного использования в соответствующих отраслях водопотребления и водопользования.

Как известно, Бухарская область выделяется, не только среди областей Зеравшанского оазиса, но и среди многих регионов Узбекистана, с ограниченностью местных водных ресурсов. Несмотря на это, недостаточно изучены и проанализированы имеющейся водные ресурсы как в количественном, так и в качественном отношении. В результате этого происходит процессы неэффективной потери огромного количества водных ресурсов и их интенсивное загрязнение, а последнее, т.е. загрязненные воды орошаемых земель, оказывают отрицательное влияние, как водную среду в частности, так и на окружающую среду в целом.

Многолетние исследования автора, направленные на очистку коллекторно-дренажных вод на основе применения современных биологических методов начали давать свои положительные результаты. Эти работы проведены как в натурных, так и в лабораторных условиях. Лабораторные опыты были проведены в лаборатории «Проблемы биотехнологии» Бухарского государственного университета. Здесь, в лабораторных условиях, определены физические свойства и химический состав вод коллекторно-дренажной сети Бухарской области. Более подробные сведения о биологических методах очистки возвратно-сточных вод будут приведены в четвертой главе данной диссертационной работы.

В настоящей работе в качестве ключевого объекта был выбран коллектор Эски Амир Темур, протекающий через

территории Вобкентского района Бухарской области (таблица 3.15).

Таблица 3.15

Изменение физических свойств и химического состава вод коллектора Эски Амир Темур (март, 2010 г.)

№	Физические и химические показатели воды	До производства опытов	После опытов
1	Температура воды, ^{0}С	28	28
2	Водородный показатель, pH	7,0	8,0
3	Запах, в баллах	5,0	без запаха
4	Свет воды	коричневый, темно коричневый	без света
5	Растворенный кислород, O_2, мг/л	нет	13,8
6	Окисление органических веществ в воде, мг/л	399,4	32,9
7	Биохимическое потребление кислорода (БПК$_5$), мгО/л	720,3	21,3
8	Аммиак, мг/л	7,3	0,7
9	Нитриты, мг/л	0,2	Нет
10	Нитраты, мг/л	3,5	Нет
11	Фосфаты, мг/л	12,9	0,6
12	Взвеси в воде, мг/л	30,0	10,5
13	Нерастворимые вещества, мг/л	1312	1207

Здесь, т.е. в коллекторе Эски Амир Темур в натурных условиях, а также в лабораторных условиях, выращены высшие растения, такие, как пистия, эйхорния, ряска и другие. Произведены специализированные наблюдения над их

развитием, согласно установленным нормативам, описанным в исследованиях предшествующих исследователей [32, 43, 68, 108, 113]. Результаты лабораторных опытов представлены в таблице 3.15.

Как видно из таблицы, в результате очищения коллекторной воды с помощью высших растений, в конце опытов соли азота почти отсутствует в их составе. Воды коллектора становится прозрачным и без запаха. Эти показатели лабораторных опытов дают возможность предлагать очищенные воды коллектора Эски Амир Темур для вторичного использования как дополнительные водные ресурсы.

Таким образом, проведенные опыты по очистке коллекторно-дренажных вод биологическими методами, т.е. выращиванием в них высших растений (пистия, эйхорния, ряска) показали положительные результаты и перспективность данного направления. С другой стороны данный подход к очистке коллекторно-дренажных вод свидетельствует об огромных возможностях биологического метода и вторичного использования очищенных вод в различных отраслях сельскохозяйственного производства.

Выводы по третьей главе:

1. Возвратными коллекторно-дренажными водами, следуя опыт предшествующих исследователей, нами понимается ирригационная составляющая динамических запасов стока грунтовых вод и поверхностный сток оросительных вод с орошаемых полей;

2. Улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель на равнинной части Узбекистана и, в том числе Зеравшанского оазиса, невозможно представить без коллекторно-дренажной сети. Динамика изменения объема формируемых КДВ с орошаемых массивов зависит, в основном, от следующих взаимосвязанных факторов - водности года, расходов воды на орошения и промывку земель, уровня залегания грунтовых вод, сбросов с орошаемых полей и эффективности работы дренажной сети;

3. В настоящее время основная часть КДВ Зеравшанского оазиса формируется с орошаемых посевных площадей Бухарской области. За последние 2007-2011 годы объем КДС по

Самаркандской области изменялся в пределах 15,6÷17,1%, а в Навоийской области – 13,1÷18,2% относительно всего объема по Зеравшанскому оазису. В целом, за этот период, в среднем, около 67% коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Зеравшанского оазиса принадлежать Бухарской области;

4. Бухарская область, расположенная в правобережья среднего течения реки Амударья, является одной из критических зон, поставляющих огромные солевые массы (ежегодно, в среднем, 3,0÷3,5 млн. тонн) в русло реки Амударья. С другой стороны, орошаемая территория Бухарской области также отличается наиболее высоким значением (в пределах 4,5÷5,0 млн. тонн ежегодно), относительно других областей Зеравшанского оазиса, по объему поступления солей с речными водами;

5. Проведенные опыты по очистке коллекторно-дренажных вод на ключевом коллекторе Эски Амир Темур с применением биологических методов, т.е. с выращиванием в них высших растений, как пистия, эйхорния, ряска показали положительные результаты. Очищенные биологическим методом коллекторные воды могут быть использованы вторично в различных отраслях сельскохозяйственного производства. Это свидетельствуют о перспективности данного научного направления, называемого биологические методы очистки возвратных вод.

ГЛАВА IV. СТОЧНЫЕ ВОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Основными видами хозяйственной деятельности, оказывающими наибольшее влияние на качественные и количественные изменения водных ресурсов, являются водопотребление на промышленные и коммунально-бытовые нужды, сбросы отработанных вод на природные водные объекты. Особенностью водопотребления в промышленности и коммунально-бытовых сферах является то, что ее подавляющая часть после использования в процессе производства возвращается в водные объекты в виде загрязненных и высоко минерализованных сточных вод. Их количественные значения определяются степенью урбанизации территории. Воздействие на водные ресурсы урбанизированной территории обусловлено, прежде всего, увеличением потребления воды населением и промышленностью.

В связи с выше изложенными положениями, данная глава работы посвящена изучению закономерностей формирования сточных вод Зеравшанского оазиса, описанию их гидрохимических характеристик, а также методам и основным направлениям очистки промышленных и коммунально-бытовых сточных вод.

4.1. Формирование сточных вод оазиса и их динамика

Основными источниками формирования сточных вод Зеравшанского оазиса являются различные предприятия промышленного производства (текстильная, горно-металлургическая, химическая, пищевая промышленность и другие), производства электрической и тепловой энергии, а также предприятия коммунально-бытовой сферы (рис. 3.1). Объем сточных вод, формирующихся на территории Зеравшанского оазиса, зависит от мощности промышленных предприятий, тепловых электростанций и от урбанизации, т.е. инфраструктуры сельских и городских поселений.

По данным Госкомприроды Республики Узбекистан, за последние 2007-2011 годы, объем использования воды в

промышленности, в энергетике и коммунально-бытовых сферах, в среднем, не превышает 10% от используемых общих водных ресурсов в различных отраслях экономики страны (таблица 4.1).

Таблица 4.1

Использование воды по отраслям экономики Республики Узбекистан

Годы	Ед. измер.	ПВП	Э	КБВП	РХ	ОР	ПР	Всего
2007	10^6 м^3	797,9	250,9	2304,5	483,9	47528,7	528,1	51894
	%	1,54	0,48	4,44	0,93	91,59	1,02	100,00
2008	10^6 м^3	803,6	273,2	2324,6	462,5	38589,1	435,1	42888,1
	%	1,87	0,64	5,42	1,08	89,98	1,01	100
2009	10^6 м^3	834,5	255,1	2356,9	764,6	44718,5	560,7	49490,3
	%	1,69	0,52	4,76	1,54	90,36	1,13	100
2010	10^6 м^3	838,9	246	2386,0	694,9	51645	547,1	56357,9
	%	1,49	0,44	4,23	1,23	91,64	0,97	100
2011	10^6 м^3	837,8	256,1	2387,9	568,7	43389,4	575,6	48015,5
	%	1,74	0,53	4,97	1,18	90,37	1,20	100,00
Сред.	10^6 м^3	822,5	256,3	2352,0	594,9	45174,1	529,3	49729,2
	%	1,65	0,52	4,73	1,20	90,84	1,06	100,00

Примечание: а) таблица составлена по данным Госкомприроды РУз; б) ПВП - промышленное водопотребление, Э - энергетика, КБВП - коммунально-бытовое, РХ – рыбохозяйственное, ОР - орошение, ПР – прочие.

Как видно из таблицы 4.1, за рассматриваемый период величина общего водозабора по Республики колебалась в пределах 42,9÷56,4 млрд. м^3. Из этого объема воды, в среднем, всего лишь 6,9% использованы для нужд промышленного производства, производства электрической и тепловой энергии, а также коммунально-бытовой сферы. В объемном выражении ежегодный водозабор для этих нужд составляет, в среднем, 3,4 млрд. м^3.

Интересно было оценить соотношения используемых вод для нужд орошения, промышленности и коммунально-бытовой сферы по областям Зеравшанского оазиса. По объему водозабора отличается Бухарская область, в среднем за расчетный период

4024,7 млн. м^3, за тем идет Самаркандская (3351,8 млн. м^3) и Навоийская (2571,2 млн. м^3) области (таблица 4.2).

Таблица 4.2

Соотношения используемых вод для нужд орошения, промышленности и коммунально-бытовой сферы по областям, млн. м^3

Годы		ПВП	Э	КБВП	РХ	ОР	ПР	Всего
Самаркандская область								
2007		80,2	0	52,8	13,0	3435,6	4,0	3585,6
2008		81,2	0	51,8	13,0	2705,2	4,0	2855,2
2009		80,2	0	52,8	13,0	3435,6	4,0	3585,6
2010		81,2	0	51,8	13,0	3516,5	4,0	3666,5
2011		81,2	0	51,8	13,0	2915,9	4,0	3065,9
Ср.	10^6 м^3	80,8	0	52,2	13	3201,76	4	3351,8
	%	2,41	0	1,56	0,39	95,52	0,12	100,00
Навоийская область								
2007		164,0	861,1	20,0	12,0	1588,7	0	2645,8
2008		164,0	861,1	20,0	12,0	1392,5	0	2449,6
2009		164,0	861,1	20,0	12,0	1413,8	0	2470,9
2010		164,0	861,1	20,0	11,5	1707,7	0	2764,3
2011		163,5	861,1	20,0	11,5	1469,4	0	2525,5
Ср.	10^6 м^3	163,9	861,1	20	11,8	1514,42	0	2571,2
	%	6,37	33,49	0,78	0,46	58,90	0,00	100,00
Бухарская область								
2007		0	0	145,0	15,0	3842,9	0	4002,9
2008		0	0	145,0	15,0	3638,7	0	3798,7
2009		0	0	145,0	15,0	3578,4	0	3738,4
2010		0	0	144,5	15,5	4248,6	0	4408,6
2011		0	0	144,5	15,5	4014,7	0	4174,7
Ср.	10^6 м^3	0	0	144,8	15,2	3864,66	0	4024,7
	%	0	0	3,60	0,38	96,02	0	100

Примечание: таблица составлена по данным Госкомприроды РУз.

Как видно из таблицы 4.2, водозабор для целей орошения, в разрезе областей колеблются в пределах от 58,9 до 96%.

Проанализированы соотношения используемых вод для

нужд промышленности, энергетики и коммунально-бытовой сферы по областям Зеравшанского оазиса. Суммарный водозабор для этих нужд по всему Зеравшанскому оазису за 2007-2011 годы, в среднем, составляет 1322,8 млн. м^3. Из этого объема водозабора 79% относится Навоийской области, а доля Самаркандской и Бухарской областей, в совокупности равна 21% (таблица 4.3). Повышенное водопотребление в Навоийской области происходит за счет высокого промышленного водопотребления и энергетики (рис. 4.1).

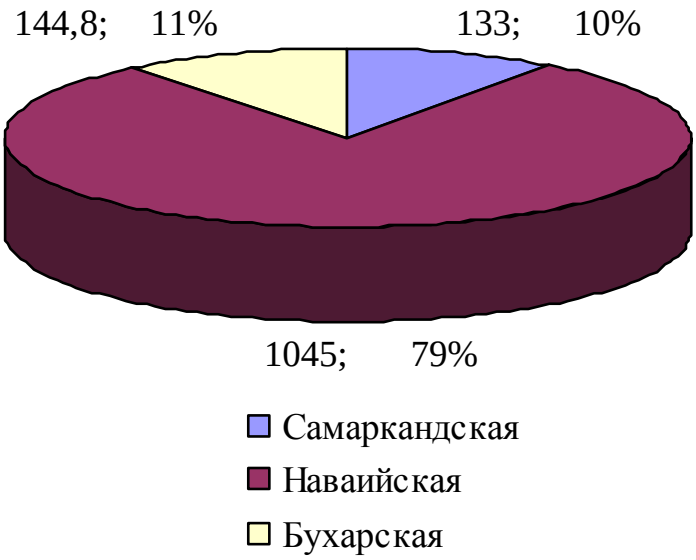


Рис. 4.1. Использование воды для нужд промышленности, энергетики и коммунально-бытовой сферы по областям

Таблица 4.3

Соотношения используемых вод для нужд промышленности и коммунально-бытовой сферы по областям в среднем за 2007-2011 годы, млн. м^3

Область		ПВП	Э	КБВП	Всего	
					10^6 м^3	%
Самаркандская		80,8	0	52,2	133,0	10,1
Навоийская		163,9	861,1	20	1045,0	79,0
Бухарская		0	0	144,8	144,8	10,9
Итого	10^6 м^3	244,7	861,1	217	1322,8	100
	%	18,3	65,5	16,2	100	

Примечание: ПВП - промышленное водопотребление, Э - энергетика, КБВП - коммунально-бытовое водопотребление.

Как видно из таблицы 4.3. использование воды для целей энергетики присуща только Навоийской области, а в Самаркандской и Бухарской областях, как известно, это вид водопотребления равна нулю, из за отсутствия производства электроэнергии.

Следует также отметить, что из общего водозабора для нужд промышленности, энергетики и коммунально-бытовой сферы около 66% воды используется для целей энергетики (рис. 4.2).

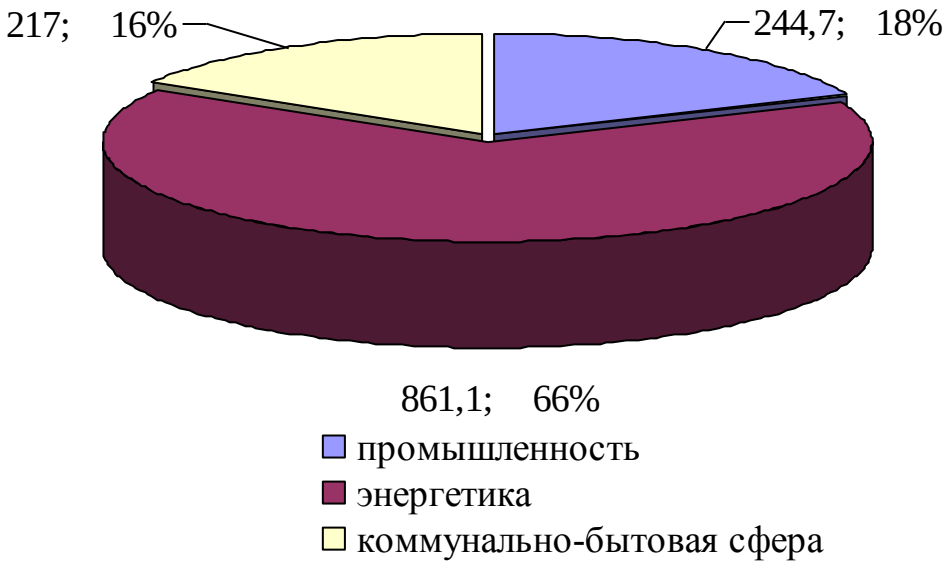


Рис.4.2. Распределение воды по видам водопотребления по Зеравшанскому оазису

Как поверхностные, так и подземные воды загрязняются промышленными и коммунально-бытовыми стоками в результате недостаточной эффективности работы очистных сооружений. По данным Госкомприроды Республики Узбекистан, в окружающую природную среду республики сбрасывают сточные воды порядка 502 объекта – водопользователей с общим объемом водоотведения более 6 млрд. м^3. Эта цифра не включает коллекторно-дренажные воды. Аналогичная картина наблюдается также в Зеравшанском оазисе (таблица 4.4).

Как представлены в таблице 4.4, объем сброса загрязненных сточных вод составил от 7,41 млн. м^3 в 2010 и 2011 годы до 8,13 млн. м^3 в 2008 году. Объем нормативно-очищенных сточных вод колебался в пределах от 689,53 млн. м^3 в 2010 и 2011 годы до

761,5 млн. м^3 в 2008 году. Однако, не смотря на малое количества объемов сбросов загрязненных сточных вод, качество воды в природном водном объекте под их влиянием меняется очень существенно. Даже сброс очищенных сточных вод приводит к загрязнению воды естественных водотоков и водоемов [149].

Таблица 4.4

Сброс загрязненных и нормативно очищенных вод за 2008-2011 годы (млн. м^3)

Область	Объем сброса нормативно-очищенных вод				Объем сброса загрязненных сточных вод				
	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011	Ср.
Самарканд-ская	63,8	20,62	21,33	21,33	3,56	2,8	2,67	2,67	2,925
Навоийская	663,8	644,82	634,30	634,3	4,43	4,89	4,60	4,60	4,63
Бухарская	33,9	33,9	33,9	33,9	0,136	0,138	0,135	0,135	0,136
Всего	761,5	699,34	689,53	689,53	8,126	7,828	7,405	7,405	7,691
Средний	253,83	233,11	229,84	229,84	2,71	2,61	2,47	2,47	2,56

Как известно, безвозвратное водопотребление в различных отраслях промышленного производства и коммунально-бытовой сферы составляет незначительную часть водозабора.

Например, по данным Госкомприроды РУз объем использованный безвозвратный воды в Наваийский области за 2007-2011 годы в среднем составляет 126 млн. м^3 или 10% от суммарного водозабора для нужд промышленности, энергетике и коммунально-бытовой сфере. Если сопоставить объем безвозвратной воды с общим объемом водозабора в Навоийскую область, он составляет всего лишь 4,9%. Следует отметить, что этот объем использован только для нужд энергетики [149].

Как утверждают специалисты Госкомприроды Республика Узбекистан, основываясь на результаты мониторинга, работа большинства очистных сооружений не отвечают современным требованиям. По их данным, эффективность очистки сточных вод на очистных сооружениях в некоторых областях, в том числе в областях Зеравшанского оазиса, не превышает 50% по контролируемым ингредиентам. Это указывают на

необходимость усовершенствования и разработки новых методов очистки сточных вод промышленных предприятий, различного назначения, коммунально-бытовой сферы крупных городских населённых пунктов, как Самарканд, Каттакурган, Бухара, Навои и другие.

4.2. Основные направления и существующие методы очистки промышленных и коммунально-бытовых сточных вод

В настоящее время наиболее сложной задачей является проблема химического и биологического загрязнения в водопользовании и управлении качеством воды. Как утверждают А.Абдикадиров, С.Б.Буриев, Г.В.Васильев, А.И.Мережко, А.М.Музаффаров, П.В.Остапеня, Т.Т.Таубаев, Х.Н.Хайдарова, Н.А.Воронов и А.И.Быкова, Р.Ш.Шаякубов, Е.К.Хайитов, Ж.К.Кутлиев, А.Э.Эргашев, Г.И.Жуманиязова, М.Р. Мустафаева, H.Nakamura и другие ученые и специалисты, удаление из сточных вод растворенных химических веществ и биологических загрязнителей является в экономическом и техническом отношении довольно трудоемким и сложным процессом.

Как известно, общепринятым способом предотвращения загрязнения водных объектов, является очистка промышленных и коммунально-бытовых сточных вод перед сбросом их в водотоки и водоемы. В настоящее время для очистки промышленных и коммунально-бытовых сточных вод в основном используются физико-механические, физико-химические и биологические методы. Учеными и специалистами (Ю.Ю.Лурье, Ю.В.Новикова, Р.Ш.Шаякубов, С.Б.Буриев, А.Э.Эргашев и др.) установлена, что наиболее эффективным являются биологические методы очистки как коллекторно-дренажных, так и промышленно-сточных вод.

Предшествующими исследователями установлено, что количество и состав загрязняющих химических веществ и биологических загрязнителей в промышленных сточных водах зависят от вида производства, исходного сырья, различных добавочных продуктов, участвующих в технологических процессах.

Кроме этого, состав сточных вод конкретного производства зависит от принятий на данном производстве технологии, от вида и совершенства производственной аппаратуры и другие. Состав сточных вод промышленности многообразен и даже для одного и того же вида производства колеблется в весьма широких пределах [44, 107, 109, 166, 175].

Результаты исследования А.Абдикадирова, С.Б.Буриева, Г.В.Васильева, А.И.Мережко, А.М.Музаффарова и других показали, что наиболее интенсивно загрязняют поверхностные воды такие отрасли промышленности, как металлургическая, химическая, нефтегазодобывающая и нефтеперерабатывающая и другие. Основными загрязняющими веществами в сточных водах этих отраслей промышленности являются нефть, нефтепродукты, фенолы, цветные и тяжелые металлы, сложные химические соединения и другие.

Сточные воды в металлургической промышленности образуются на всех стадиях производства, начиная от добычи, обогащения до выплавки металла. Следует отметить, что рудники, обогатительные фабрики, металлургические заводы часто располагаются отдельно и, в связи с этим, имеют собственные характерные сточные воды.

Шахтные воды по происхождению, как будто, являются природными. Однако, они часто загрязнены различными примесями, т.е. мелкими частицами горных пород, глиной, песком и другими. В их составе содержатся минеральные соли, такие как хлориды, сульфаты, силикаты, а также ионы тяжелых металлов (медь, никель, цинк, свинец, железо, молибден, вольфрам и другие). Известно, что содержание в шахтных водах тяжелых металлов очень сильно зависит от pH воды. При pH шахтных вод более 6,8 ионы тяжелых металлов в растворе практически отсутствуют.

В результате работы химических предприятий в водоемы попадает большое количество разнообразных по составу и свойствам органических соединений, в том числе ранее не существовавших в природе. Часть этих веществ исключительно активна в биологическом отношении, они трудно поддаются биологической очистке, действию физических реагентов, т. е. они трудно удалыми из стоков. Среди этих веществ особое место

занимают синтетические моющие средства-детергенты, производство которых интенсивно развивается во всех странах.

Сточные воды различных отраслей химической промышленности по составу различаются очень сильно. Состав сточных вод зависит от вида производства, системы водоотведения, способа очистки и другие. Сточные воды крупных химических комплексов, за счет разбавления и усреднения потоков от отдельных производств, становятся приемлемыми для биологической очистки.

Сточные воды в нефтяной промышленности образуются в процессе бурения и эксплуатации нефтяных скважин. Они загрязнены нерастворимыми минеральными примесями, включая глину и другие. Получаемые в процессе эксплуатации сточные воды загрязнены нефтью и минеральными примесями. Сточные воды образуются также при периодической чистке и помывке нефтяных резервуаров. Основную массу сточных вод составляют пластовые и промывные воды. Содержание нефти и механических примесей в сточных водах нефтепромыслов зависит от местных условий, меняется по временам года и в течении суток. Минерализация пластовых вод от различных нефтяных месторождений колеблется от I до 240 г/л, содержание натриевых солей нафтеновых кислот составляет от 600 до 2000 мг/л. В пластовых водах присутствует бром до 5(Н) мг/л, йод до 50 мг/л, бор, железо, барий до 400 мг/л, стронций до 400 мг/л, сероводород 200-300 мг/л. Пластовые воды, сопровождающие сернистые и парафинистые нефти, содержат до 300 мг/л сернистых соединений и до 2-3 г/л парафина.

Производственные сточные воды на нефтеперерабатывающих заводах образуются практически на всех технологических процессах. В настоящее время на нефтеперерабатывающих заводах топливного профиля на очистку отводится 0,2-0,3 $м^3$ сточных вод на 1 т перерабатываемой нефти, на заводах маслинного профиля –0,4-0,6 $м^3$ на тонну. На современных нефтеперерабатывающих заводах сброс и отведение сточных вод проводят по двум основным системам канализации.

Первая система канализации включает сточные воды после охлаждения аппаратуры, сальников насосов, промывки лотков, смыва полов производственных помещений, после конденсаторов

смешения, скрубберов, дождевые стоки и другие. В сточных водах первой системы канализации в среднем имеется 3 г/дм^3 нефтепродуктов и 100-300 мг/дм^3 взвешенных веществ.

Вторая система канализации состоит из раздельных сетей для сбора и отвода сточных вод, содержащих нефть, минеральные соли, сернистые соединения, кислотные сточные воды. В систему второй канализации поступают также стоки нефтехимических производств, таких как синтетический этилирования спирта, сульфазола, этилирования бензина. В сточных водах второй системы содержится в среднем около 5 г/л нефтепродуктов и 0,3-0,5 г/л взвешенных частиц.

В повседневной практике, когда речь идет о сточных водах водоподготовительных установок, как правило, подразумеваются именно кислые воды. Особое внимание на них обращается потому, что они вызывают коррозию оборудования, разрушают асбоцементные трубы ливневой канализации и другие. На сточные щелочные воды почти не обращают внимания, хотя для обитателей водоемов они более опасны.

В настоящее время широко проводится нейтрализация кислых вод в баках шламом или известковым молоком, в результате чего воды выходят перенейтрализованные. Выдержать стехиометрические соотношения, применяя такие реагенты как известковое молоко и шлам, практически невозможно они, как правило, даются в большом избытке, и сточные воды

Особым видом промышленного загрязнения водных объектов является тепловое загрязнение, обусловленное выпуском теплых вод от различных энергетических установок, что характерно Навоийской области оазиса. Огромное количество тепла, поступающего с нагретыми сбросными водами в водные объекты, оказывает существенное влияние на их термический и биологический режим. Наблюдения предшествующих исследователей, а также автора, проводившиеся в зоне воздействия теплых вод, показали, что в этой зоне нарушаются условия нереста рыб, может гибнуть зоопланктон, повышается зараженность рыб паразитами и другие.

Коммунально-бытовые сточные воды в целом по Республике составляют примерно 20-30% от всего объема стоков, поступающих в поверхностные водоемы. Остальная часть, т.е.

70-80% приходится на долю промышленных сточных вод. Что касается Зеравшанскому оазису, их количественные характеристики приведены нами в параграфе 4.1 данной главы. Необходимо отметить, что если объемы промышленных стоков и количество загрязняющих веществ в них могут быть уменьшены (за счет внедрения оборотного водоснабжения, изменения технологии производства и д.), то для коммунально-бытовых стоков характерно постоянное нарастание их объемов. Это обусловлено, естественно, ростом численности населения, увеличения водопотребления, улучшением санитарно-гигиенических условий жизни в современных городах и сельских населенных пунктах.

Количество загрязняющих веществ, т.е. объем загрязнений, приходящихся на 1 жителя, в коммунально-бытовых стоках относительно стабильно. Это позволяет рассчитывать объемы сбрасываемых загрязнений в зависимости от числа жителей, объема водопотребления, социально-экономического уклада и других показателей. Средние нормы загрязнения в расчете на I жителя приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5

Допустимое загрязнение бытовых сточных вод на 1 жителя

Ингредиенты и показатели	Загрязненность, г/сутки
Взвешенные вещества	65
Азот аммонийных (N)	8
Фосфаты (P_2 Ог)	3,3
В том числе от моющих веществ	1,6
Хлориды	9
БПК 5 в осветленной жидкости	35
БПК полный в осветленной жидкости	40
Окисляемость (по Кубелю) (Ог)	5-7

В настоящее время даже на очень крупных водотоках ниже больших городов наблюдается интенсивное загрязнение, что объясняется особыми свойствами бытовых стоков наличием в них большого количества бактерий, главным образом кишечных

заболеваний. Бытовые стоки привликает к себе особое внимание в силу бактериальных свойств - они могут явиться причиной возникновения инфекционных заболеваний.

На территориях больших городов и населенных пунктов загрязнение водотоков и водоемов может происходить не только за счет сброса коммунально-бытовых и промышленных вод, но и в результате стока дождевых и моечных вод с их территории. Эти воды обычно содержат большое количество минеральных и органических веществ. Загрязненность вод взвешенными веществами может колебаться в больших пределах (500-5000 мг/дм^3), а значение БПК$_5$ изменяться в 10 раз.

Поступление таких вод ухудшает органолептические свойства природной воды, ее кислородный режим и способствует заилению водотоков и водоемов вследствие большого количества взвесей и крупных частиц, содержащихся в них. При этом, чем лучше производится очистка промышленных и коммунально-бытовых сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, тем меньше влияние их на природную водную среду.

Таким образом, на урбанизированных территориях, совместное влияние промышленных и коммунально-бытовых сточных вод приводит к следующим основным изменениям состава природных вод: увеличивается концентрация растворенных органических и биогенных веществ; резко снижается содержание растворенного кислорода; характерным загрязняющим веществом становятся синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), интенсивно используемые как в промышленности, так и в быту; усиливается бактериальное загрязнение и другие.

Такое положение с промышленными и коммунально-бытовыми сточными водами указывают на чрезвычайную необходимость усовершенствования существующих и разработки новых методов их очистки. В настоящей работе нами выдвигается биологический метод очистки сточных вод, на что будем обращать ниже основное внимание.

4.3. Биологический метод очистки сточных вод

Как известно, основателями разработки методов биологической очистки промышленных, городских коммунально-бытовых, животноводческих сточных вод являются А.Абдикадиров, С.Б.Буриев, А.И.Мережко, А.М.Музаффаров, Т.Т.Таубаев, Р.Ш.Шаякубов, Ж.К.Кутлиев, А.Э.Эргашев, Г.И.Жуманиязова, H.Nakamura и другие. Ими разработаны биологические методы очистки сточных вод с применением различных видов высших и низших водных растений.

В отличие от предшествующих исследователей, в настоящей диссертационной работе нами применен биологический способ очистки сточных вод различных промышленных предприятий и коммунально-бытовой сферы, на основе выращивания в этих водах высшего водного растения пистия (Pistia straliotes L).

Методы очистки сточных вод различного происхождения, с помощью выращивания высшего водного растения пистии (Pistia straliotes L), подробно описаны в наших предыдущих исследованиях [32-38, 41, 60, 229]. Учитывая это обстоятельство ниже вкратце остановимся о методах определения различных количественных показателей физического свойства и химического состава сточных вод. Во всех ниже описываемых методах очистки сточных вод различного происхождения биологическим методом велись наблюдения над изменениями их физических свойств и химического состава.

Методы и приборы для определения количественных показателей физического свойства и химического состава сточных вод. Сразу отметим, что изменения физических свойств и химического состава сточных вод до выращивания и после их очищения определены методами и способами, предложенными в работах Ю.Ю.Лурье (1975, 1984), Н.С. Строгоновой (1980), Р.Ш.Шаякубова (1991), С.Буриева (1993), Е.К.Хайитова (2001) и другими.

Температура воды, как в лабораторных условиях, так и в лотках (полупроизводственные условия) и биологических прудах, т.е. в производственных условиях, измерялись обычным водным ртутным термометром.

Щелочность и кислотность сточных вод, т.е. концентрация ионов водорода в их составе определялись с помощью pH - метра.

Запах сточных вод различного происхождения определяли, понюхав, ее и оценили в общепринятых баллах.

Величина растворенного в воде кислорода (O_2) определена способом Винклера. При этом сточные воды в объеме 100 мл разбавлены растворами 1 мл марганца хлорида и 1 мл калиего йода. Титрование образцов сточных вод произведено с помощью разбавления 0,1 мл гипосульфита.

Биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$) изучено также на основе разбавления. В данном случае сточные воды разбавлены в 100 и более кратном размере. Далее они проходили инкубационный период в термостате, с продолжительностью 5-10 дней, при температуре в термостате 18-20 ^{0}С. Это позволило определить величины биохимического потребления кислорода ($БПК_5$) в сточных водах. Величины нитритов определены с помощью реактива Грисса, а нитратов - с помощью реактива Солицилата.

Основные эксперименты и опыты по очистке сточных вод различного происхождения с помощью выращивания высшего водного растения пистия телорезовидная (Pistia stratiotes L.) были проведены в научно-исследовательской лаборатории (НИЛ) "Проблемы биотехнологии" факультета естественных дисциплин Бухарского государственного университета. В связи с этим, ниже вкратце приведем основные сведения о данной лаборатории.

Краткая характеристика НИЛ "Проблемы биотехнологии". Лаборатория создана в 1996 году на базе факультета естественных дисциплин Бухарского государственного университета (БухГУ). Она расположена на 4-этаже второго корпуса БухГУ. Общая площадь двух комнат, выделенной лаборатории, составляет 32,4 м^2 (рис. 4.3)м^2.

Основной целью лаборатории является культивирование низших (микроскопических) и высших водных растений в условиях Бухарской областей и разработка научно обоснованных рекомендаций и предложений по их применению в различных отраслях экономики.

Рис. 4.3. Разведение высших водных растений
в НИЛ "Проблемы биотехнологии"

Лаборатория работает в тесном контакте с Гидрохимической лабораторией Научно-производственного центра «Геология гидроминеральных ресурсов» Государственного предприятия Госкомгеологии Республики Узбекистан. Данная лаборатория имеет «Свидетельства стандартизации лаборатории №21» от 10 апреля 2015 года Агентство Республики Узбекистан по стандартизации, метрологии и сертификации (O'ZSTANDART). Срок действия «Свидетельства» до 10 апреля 2020 года.

В лаборатории созданы все условия для культивирования низших (микроводорослей) и высших водных растений. Установленные в лаборатории приборы и аппаратура дают возможность определения физических свойств и химического состава сточных вод различного генезиса.

В целом, НИЛ "Проблемы биотехнологии", оснащенная соответствующими приборами и аппаратурой, позволяет полноценного проведения соответствующих опытов и

экспериментов по выращиванию водных растений и очистке сточных вод промышленного, коммунально-бытового происхождения (таблица 4.6).

Таблица 4.6

Наименование приборов и аппаратуры НИЛ "Проблемы биотехнологии" и их краткая характеристика

№ п/п	Наименование прибора и аппаратуры	Краткая характеристика по применению
1	Микроскоп МБИ-3	Применяется для определения состояния и качество водорослей и микроорганизмов в составе сточных вод
2	Аналитические весы	Применяется для определения микроколичество веществ
3	Технические весы	Применяется для определения биомассы макрофитов
4	Сушильный шкаф	Применяется для сушения и стерилизации химических посуд и петри чашки
5	Термостат	Применяется для инкубации водорослей и микроорганизмов
6	pH - метр	Определяется кислотность и щелочность сточных вод, при этом используется потенциометр (ЛПУ-01) и индикаторная бумага "Рифан".
7	Муфельная печь	Применяется для прокаливания и сжигания сухих остатков
8	Водяная баня	Применяется для высушивания водорослей
9	Центрифуга	Применяется для осаждения водорослей и взвешенных веществ
10	Дистиллятор	Применяется для получения дистиллированной воды
11	Термометр, ртутный	Применяется для измерения температуры воды с точностью 0,1 ^{0}C
12	Аквариум	Применяется для выращивания микроводорослей и макрофитов

13	Диск белый (секки)	Применяется для оценки прозрачности и цвета воды по стандартной шкале цветов. Диск диаметром 30 см, окрашен цинковыми белилами.

В лаборатории определение растворенного в воде кислорода осуществлялось по методу Винклера, т.е. кислород определяется с помощью инкубационных склянок с притертыми стеклянными пробками. Аналогично этому процессу, биохимическое потребление кислорода (БПК$_5$) также определяется с помощью инкубационных склянок, объемом 100-200 мл, с притертыми стеклянными пробками. Окисляемость определяется по Кубелю, путем титрования образцов сточных вод раствором $KMnO_4$.

Содержание аммиака в сточных водах определяется колориметриическим методом с помощью реактива Несслера, а нитриты – с помощью реактива Грисса, нитраты – с помощью сульфофенольного раствора, сульфаты – весовым методом, хориды – азотнокислым серебром, т.е. методом Мора, фосфаты и фенол – колориметрическим методом, нефтепродукты – экстрагированным диэтиловым эфиром, прокаленные остатки – путем взвешивания и т.д.

Краткое описание физико-химических и биологических процессов, протекающих в период проведения опытов. Подробное описание физико-химических и биологических процессов, протекающих в период проведения опытов по очистке сточных вод различных предприятий, дано в работах выше перечисленных исследователей, а также в нашей монографии [60, 229]. С учетом этого, ниже остановимся вкратце над этим вопросам.

При проведении опытов, имеющихся в сточных водах органические вещества, размельчается под влиянием микроорганизмов и они, в результате процесса минерализации, превращаются на минеральные вещества. Следует отметить, что в первом этапе очистки сточных вод принимают участия микроорганизмы, размельчающие ферменты целлюлозы (srirocha kihods). Участия микроорганизмов в процессе очистки сточных вод происходят в анаэробных и аэробных условиях [169, 169,

231].

В анаэробных условиях, т.е. в условиях без кислорода, процесс размельчения органических веществ происходит медленно. Чтобы ускорить процессы минерализации, сточные воды перемешиваются с помощью воздуха, т.е. создается аэробные условия. При этом, т.е. в аэробных условиях, активизируется развитие микроорганизмов и они также активно участвуют в процессах размельчения органических веществ [231].

При отсутствии микроорганизмов, размельчающих органические вещества, они приумножаются в специальных лабораториях и добавляются на очищаемые сточные воды. Органические вещества в составе сточных водах также размельчаются с помощью «активного ила» и в результате этого в водных объектах – прудах происходят процессы эвтрофикации, т.е. органические вещества превращаются на минеральные вещества [231, 233].

При применении биологического способа органические вещества, находящихся в составе сточных вод, под влиянием микроорганизмов превращаются минеральные вещества, при этом происходит выделение углекислого газа. В свою очередь, минеральные вещества и выделенный углекислый газ употребляется водными растениями. В результате этого процесса происходит очищение сточных вод от различных загрязнений. В связи с этим, целесообразно использование этого способа для очистки коммунально-бытовых и других видов сточных вод города Бухары.

Ниже, в отдельности, рассмотрим методики применения биологического способа очистки сточных вод прядильных и ткацких фабрик, шелкомотальных предприятий, птицеводческих фабрик и городского стока коммунально-бытового, промышленного и других происхождений на примере города Бухары.

4.3.1. Биологический метод очистки сточных вод прядильных и ткацких фабрик

Как известно, на прядильных и ткацких фабриках производственные сточные воды образуются при промывке фильтров систем увлажнения воздуха. Кроме того, значительное

количество стоков, сильно загрязненных минеральными и органическими примесями, образуется в шлихтовальных отделах ткацких фабрик. В целом, количество формирующихся сточных вод зависит от мощности фабрики и вида выпускаемой продукции.

На отбельных фабриках и в соответствующих отделах хлопчатобумажных комбинатов образуются грязные (60-80%) и малозагрязненные (20-40%) сточные воды. Органические загрязнения в пересчете на 1 т выпускаемой ткани составляют 35-60 кг $БПК_5$, из которых на грязные воды приходится 90-92%. В сток отходит около 2% волокна от массы суровой ткани.

При решении рассматриваемого вопроса объектом исследования служили сточные воды ткацких фабрик городов Вабкента и Алата Бухарской области, а также Pistia stratiotes L - пистия телорезовидная, полученная из института ботаники Академии Наук Республики Узбекистан. В лабораторных условиях она выращивалась на минерально-питательных средах ткацкой фабрики в проблемной лаборатории биотехнологии на кафедре ботаники Бухарского Государственного университета.

В производственных промышленных условиях эксперименты проводились в биологических прудах указанных фабрик. Необходимо отметить, что в период культивирования пистии в этих условиях суточная температура воды колебалось в пределах от 25 до 35 ^{0}С. При этом освещенность колебалась 20-70 тыс. люкс.

Гидрохимический состав сточных вод (растворенный кислород, перманганатная окисляемость, аммиак, нитриты, нитраты и другие показатели) до и после выращивания пистии определялись по методикам Ю.Ю.Лурье (1975,1980), Н.С.Строганова (1980), Ю.В.Новиковой и других (1990), описанным в "Руководстве по химическому анализу поверхностных вод суши" [109, 164].

К числу экологических индексов, характеризующих качество воды, в первую очередь относятся следующие, достаточно чутко реагирующие на фоновое загрязнение, показатели: перманганатная окисляемость (ПО), характеризующая количество растворенных легкоокисляющихся органических веществ, $БПК_5$ - биохимическое потребление

кислорода, позволяющее оценивать общее количество органических соединений, поддающихся биохимическому окислению в течение 5 суток; растворенный кислород O_2, обусловливающий процессы самоочищения вод. Соотношение этих величин $БПК_5$ служит основным характерным показателем при оценке качества воды.

Очистные сооружения Вабкентской ткацкой фабрики (аэротенк и биологические пруды) расположены на правом берегу коллектора Эски Амир Темур. Сточные воды Вабкентской ткацкой фабрики поступают в аэротенк, затем, в биологические пруды и в последующем - коллектор. Биологические пруды, проточного типа, состоят из двух секций, каждая секция включает 3 пруда (рис. 4.4).

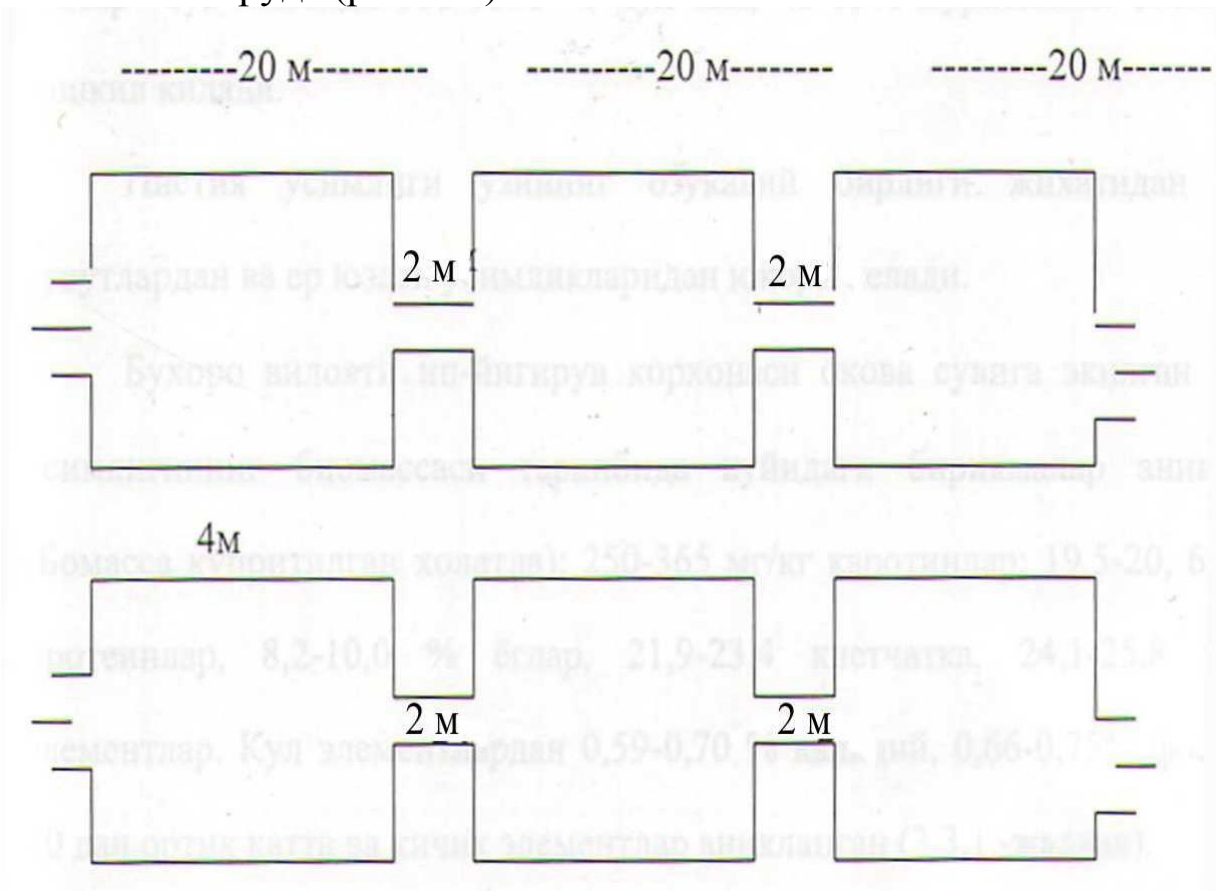


Рис.4.4. Схема биологических прудов очистки сточных вод Вабкентской прядельно-ткацкой фабрики

В первой серии экспериментов, проведенных нами в 1993-1998 годы, были изучены физические свойства и химический состав сточных вод общего коллектора и биологических прудов этой фабрики (таблица 4.7).

Таблица 4.7

Характеристика сточных вод общего подводящего коллектора и биологических прудов Вабкентской ткацкой фабрики (приведены средние значения из 5 повторностей)

Показатели	Общий коллектор	1-биопруд	2-биопруд	3-биопруд
pH	7,0	7,0	7,0	7,0
Цвет	желтоватый	желтоватый	прозрачный	прозрачный
Запах, баллы	5,0	3,0	2,0	1,0
Раств. 0_2 мг/л	Нет	1,7	2,9	3,6
БП1<5, мг0_2/л	155,4	125,1	108,4	78,2
Окисляемость, мг O_2/ л	115,1	101,0	92,6	70,1
Аммиак, мг/л	10,2	6,1	4,4	4,0
Нитриты, мг/л	0,08,	0,08	0,07	0,04
Нитраты, мг/л	6,1	4,0	3,0	3,5

С целью изучения динамики роста, развития и продуктивности пистии и ее роли в биологической очистке сточных вод от органо- минеральных загрязнений нами были проведены лабораторные эксперименты. При этом сточную воду брали из общего коллектора до поступления в аэротенк (вариант 1) и разбавляли водопроводной водой в соотношениях: 3:1 (вариант 2) и 1:1 (вариант 3). После определения гидрохимического состава исходных и разбавленных сточных вод выращивали пистию при первоначальной плотности биомассы 150 г/м^2 на водной поверхности. По истечении 7 суток культивирования продуктивность пистии составляла в 1 варианте - 460, во 2-м - 420 и в 3- ем - 395 г/м^2 сырой биомассы. При этом, осредненный ежедневный прирост биомассы составлял в вариантах 1-3, соответственно, 44,3; 38,6 и 35,0 г/м^2.

Таким образом, результаты экспериментов показывают, что сточные воды, рассматриваемой в данной работе прядельно-ткацкой фабрики, стимулировала рост пистии телорезовидной (Pistia straliotes L.). Отсюда следует, что высшее растение пистия можно выращивать на сточных водах ткацких фабрик даже без разбавления минеральных веществ.

4.3.2. Биологическая очистка сточных вод шёлкомотальных предприятий

В данном разделе диссертации рассмотрены вопросы биологической очистки сточных вод шёлкомотальных предприятий с помощью высшего водного растения - пистия телорезовидной (Pistia stratiotes L). Опыты по очистке сточных вод произведены в Бухарской шёлкомотальной фабрике, расположенной в городе Бухаре.

Как известно, основными задачами шёлковых предприятий являются переработка шёлка, производства прядельно-ткацких продукций. В результате таких производственных технологических процессов на шёлкомотальных предприятиях образуется огромное количество сточных вод, которые отрицательно влияют на состояние природной среды. В связи с этим, изучение особенностей и очистка сточных вод шёлкомотальных предприятий является весьма актуальной задачей.

В Узбекистане проблемой очистки сточных вод различных производственных предприятий с применением биологических методов занимались А.М.Музаффаров и его коллеги (1983), С.Буриев (1997), Н.Рашидов (1998), Е.К.Хайитов (2001-2015) и другие. При этом, они, в своих опытах, пользовались пистией для очистки сточных вод различных отраслей сельского хозяйства, в том числе, рыбоводства, животноводства, птицеводства и другие. Одним словом, они создали биотехнологию очистки сточных вод сельскохозяйственных предприятий.

Ценность этих исследований заключается в том, что они в процессе проведения своих опытов изучали систематику, биологию, анатомию, экологию высшего растения пистия и способы ее выращивания. Перечисленными выше

исследователями также рассмотрены вопросы использования влажной массы пистии в целях кормовых продукций в отраслях рыбоводства, животноводства, птицеводства и другие.

Научно-исследовательские работы, а также опыты по очистке сточных вод, перечисленными исследователями проведены способом озонирования или разбавления воды [96, 231]. Однако, следует отметить, что до сегодняшнего дня не изучены и, в связи с этим, недостаточно освещены вопросы очистки сточных вод шёлковых предприятий.

В связи с этим, основной задачей данного раздела диссертационной работы является выращивание высшего водного растения пистии в сточных водах Бухарской шелкомотальной фабрики. В конечном итоге, проведенные нами опыты, нацелены на разработку биотехнологии очистки сточных вод шелкомотальных фабрик от органо-минеральных веществ на примере выше упомянутой фабрики.

С этой целью нами были намечены следующие задачи:

- изучение физических свойств и химического состава сточных вод Бухарской шелкомотальной фабрики;
- определение экологических факторов, влияющих на выращивание высшего растения пистия на сточных водах фабрики;
- выращивание пистии в лабораторных условиях и производства наблюдений над изменениями физических свойств и химического состава сточных вод фабрики;
- проведение опытов по выращиванию пистии в сточных водах фабрики в лотковых сооружениях, т.е. в максимально приближенных к производственным условиям и организация наблюдений над изменениями их физических свойств и химического состава;
- повторение опытов в производственных условиях, т.е. на биологических прудах очистного сооружения Бухарской шелкомотальной фабрики;
- оценка степени очищения сточных вод фабрики от органо-минеральных веществ.

Сточные воды Бухарской шелкомотальной фабрики имеют свои особенностей. Эта особенность заключается в загрязнении их, в основном, органическими веществами. При проведении

опытов особое внимание уделено именно этой стороне вопроса.

С целью разработки технологии очистки сточных вод Бухарской шелкомотальной фабрики биологическим способам, мы пользовались высшим водным растением пистия (Pistia stratiotes L). Научно-изыскательские работы по этому вопросу проведены в мае-сентябре месяцах 2015 года.

Опыты произведены как в лабораторных, так и в условиях полу-производства, а также в производственных условиях. В первом этапе опытов, 4 мая 2015 года, в лабораторных условиях определены физические свойства и химический состав образцов сточных вод Бухарской шелкомотальной фабрики. После чего 150 грамм живая биомасса высшего водного растения пистии (Pistia stratiotes L) посажена в аквариумы с площадью 1 $м^2$. В период развития и приумножения посаженного в сточные воды высшего водного растения пистии (Pistia stratiotes L), в лабораторных условиях, температура воды колебалась 23-25 ^{0}С, а светимость, в пределах 10-15 тыс. люкс.

Произведены систематические наблюдения роста и развития высшего водного растения пистии (Pistia stratiotes L) за счет питания минеральными веществами в воде. Ниже проанализируем изменения физических свойств и химического состава воды в данном процессе в лабораторных условиях (таблица 4.8).

Таблица 4.8

Изменения химического состава и физических свойств образцов сточных вод Бухарской шелкомотальной фабрики в лабораторных условиях, май 2015 год

Показатели	Состав и свойства воды - образца	Состав и свойства воды 7 дней после выращивания пистии
pH	6,2	7,4
Запах, баллы	4,0	нет
Цвет	Черноватый	бесцветный
Растваренный O_2, мг/л	1,6	6,5
БПК$_5$, мг O_2/л	58,4	19,7

Окисляемость, мг O_2/ л	49,5	19,6
Аммиак, мг/л	5,0	нет
Нитриты, мг/л	0,07	нет
Нитраты, мг/л	4,0	нет

Опыты второго этапа произведены в 2015 году в условиях полу-производства в специальных сооружениях лотков. В данном случае на 0,5 м^2 площади водной поверхности лотка посажены 300 грамм сырой биомассы пистии и осуществлены наблюдения над изменениями химического состава и физических свойств сточных вод (таблица 4.9).

Таблица 4.9

Изменения химического состава и физических свойств сточных вод Бухарской шелкомотальной фабрики в условиях полу-производства (май, 2015 год)

Показатели	Состав и свойства воды - образца	Состав и свойства воды 7 дней после выращивания пистии
pH	6,5	7,0
Запах, баллы	4,0	нет
Цвет	Черноватый	бесцветный
Растваренный O_2 , мг/л	1,0	7,3
БПК$_5$, мг O_2/л	68,3	17.8
Окисляемость, мг O_2/ л	54,3	21,6
Аммиак, мг/л	5,0	нет
Нитриты, мг/л	0,05	нет
Нитраты, мг/л	5,0	нет

Третий этап опытов проведен в 2015 году, в биологических прудах, т.е. в производственных условиях. В данном случае опытов на 1 м^2 водной поверхности посажены 450 грамм сырой массы водного растения пистии и велись наблюдения над результатами опытов (таблица 4.10).

Как свидетельствуют данные выше приведенных таблиц,

химический состав и физические свойства сточных вод Бухарской шелкомотальной фабрики всего лишь 7 дней после выращивания пистии изменялись в положительную сторону, т.е. выявлено почти полное очищение их от загрязняющих веществ. Высказанные изменения отражаются в следующим: улучшение физических свойств и химического состава сточных вод, они стали без запаха, величина растваренного кислорода увеличилась, наоборот уменьшились показатели биохимического потребления кислорода, а также степень окисляемости. Что касается азотным соединениям, в том числе, аммиаки, нитриты и нитраты полностью освоены водным растением пистия. Степень очищения сточных вод от минеральных веществ составил 90-95 %, в результаты чего цвет воды стало прозрачным. Также выявлено, что химический состав пистии, выращенного в сточных водах, не отличается от выращенных в условиях минеральных удобрений.

Таблица 4.10

Изменения химического состава и физических свойств сточных вод Бухарской шелкомотальной фабрики в производственных условиях (май, 2015 год)

Показатели	Состав и свойства воды - образца	Состав и свойства воды 7 дней после выращивания пистии
pH	6,5	7,3
Запах, баллы	4,0	нет
Цвет	Черноватый	бесцветный
Растваренный O_2, мг/л	1,3	9,4
БПК$_5$, мг O_2/л	66,7	15,5
Окисляемость, мг O_2/ л	59,4	19,7
Аммиак, мг/л	4,5	нет
Нитриты, мг/л	0,07	нет
Нитраты, мг/л	6,0	нет

В заключении следует отметить следующие результаты:

опыты по очистке сточных вод Бухарской шелкомотальной фабрики с помощью высшего растения пистии произведены в лабораторных условиях, в условиях полу-производства, а также в производственных условиях; произведен анализ процессов очищения сточных вод под влиянием пистии от минеральных веществ; выявлено почти полное очищение сточных вод Бухарской шелкомотальной фабрики от загрязняющих веществ, т.е. химический состав и физические свойства изменялись в положительную сторону всего лишь 7 дней после выращивания пистии.

4.3.3. Очистка сточных вод птицеводческих фабрик

В современном мире охрана природных ресурсов, в том числе водных ресурсов, является одним из основных проблем, стоящих перед человечеством. В связи с этим, 2003 год был объявлен со стороны ООН годом «Пресной воды».

Известно, что вода и водные объекты загрязняются в результате сброса сточных вод промышленных, коммунально-бытовых предприятий, городских и сельскохозяйственных сточных вод без очистки или без полного их очищения. С другой стороны, в результате урбанизации, развитие городов, увеличение число промышленных предприятий, а также расширение площади орошаемых земель приводят к увеличению водопотребления. В свою очередь это приводит к повышению величины загрязненных сточных вод, формирующихся в процессе деятельности различных отраслей экономики.

По данным Комитета охраны природы Бухарской области, объем ежегодного сброса загрязненных сточных вод на водные объекты по области составляет 30 млн. $м^3$. В составе загрязненных сточных вод, кроме ядовитых органических и минеральных веществ, также встречаются многочисленные бактерии, распространяющие различных видов болезни. В связи с этим, сегодня, разработка новых методов очистки и использования сточных вод предприятий Бухарской области в различных отраслях экономики имеет важное значения. Как упомянуто выше, в настоящее время, существуют несколько методов и подходов к очистке сточных вод. Таковыми являются

методы механической, физической, химической, биологической очистки сточных вод и другие.

Среди этих методов, при очистке сточных вод, также особое значение имеет использование микроорганизмов, микроскопических водных растений, а также высших водных растений, т.е. биологический способ очистки сточных вод. В настоящее время учеными и специалистами разработаны различные технологии очистки сточных вод с помощью высших водных растений [43, 44, 50, 52, 70, 130, 231]. В связи этим, целесообразно было использовать результаты этих исследований при разработке технологии очистки сточных вод производственных предприятий Бухарской области с целью их вторичного использования в различных отраслях экономики.

Следует отметить, что высшие водные растения широко распространены в природе и существуют их несколько видов. В основном они растут и активно развиваются в водных объектах и их береговых зонах, а также в увлажненных местах.

Высшие водные растения, развивающихся на водных объектах, делятся на следующие три группы: развивающийся под водой, развивающийся в полузатопленном виде и развивающийся на поверхности водного объекта. К третьей группе высших водных растений относятся азолла, ряска, пистия, эйхорния и другие.

Они часто встречаются также на природных водных объектах. Высшие водные растения, развивающихся на поверхности водных объектов (прудов, водоёмов и т.д.), активно растут и, в результате, формируют биомассу в большом объеме. Поэтому они широко используются при очистке сточных вод различных предприятий.

Из числа высших водных растений, таких как пистия и эйхорния обычно растут в субтропиках. Они привезены специалистами в Узбекистан и адаптированы к местным условиям. Условия развития и активного роста пистии и эйхорнии в сточных водах, а также степень их очистки сточных вод от различных загрязняющих веществ изучены многочисленными исследователями. Например, биология, физиология, рост, развитие, умножение, а также значение высшего водного растения пистии (Pistia stratiotes L) при очистке

сточных вод животноводческих комплексов изучен профессором Р.Шаякубовым [212, 213, 231].

Опыты, а также эксперименты, произведенные нами в процессе исследования, показали, что рост и развития водных растений, развивающихся на поверхности водных объектов, зависят не только от видов удобряющей среды и их состава, но и от первичной густоты насаждения растений. Для очистки сточных вод Бухарской птицеводческой фабрики, растение пистия (Pistia stratiotes L) посажено в аэротенк и биологический пруд очистного сооружения предприятия. Густота насаждений составляет в количестве 1,0-1,2 кг сырой массы пистии на каждый 1 $м^2$ водной поверхности (рис. 4.5).

Рис. 4.5. Очистное сооружение Бухарской птицеводческой фабрики

Перед началом опытов произведены наблюдения над физическим свойствам и химическим составом сточных вод в биологическом пруде птицеводческой фабрики (таблица 4.11).

Как свидетельствуют данные таблицы 4.11, в сточных водах птицеводческой фабрики полностью отсутствует растворенный кислород. При этом биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$) составляет 168,4 $мгO_2$/л, а степень окисляемости -185,7 $мгO_2$/л. Также определены, что в сточных водах птицеводческой фабрики величины аммиаков составляют 4,5 мг/л, нитриты - 0,02 мг/л, нитраты -2,5 мг/л, а количества сапрофитных бактерий равна 535000 клетки мл.

Таблица 4.11

Физические свойства и химический состав сточных вод Бухарской птицеводческой фабрики, перед началом опытов

Показатели	Физические свойства и химический состав сточных вод	Весь сырой массы
Температура, t ^{0}C	16,5	1,0-1,2 кг сырой массы пистии на 1 м^2 водной поверхности
pH	6,0	
Запах, балл	5,0	
Взвешенные вещества, мг/л	155,6	
Растворенный кислород, мг/л	Нет	
БПК$_5$, мгО$_2$/л	168,4	
Окисляемость, мгО$_2$/л	185,7	
Аммиак, мг/л	4,5	
Нитриты, мг/л	0,02	
Нитраты, мг/л	2,5	
Хлориды, мг/л	134,0	
Сульфаты, мг/л	119,0	
Сапрофитные бактерии, клетки мл	535000	

Очередные наблюдения произведены 7 дней после насаждения пистии на сточные воды. Результаты наблюдения над изменениями основных показателей физических свойств и химического состава сточных вод свидетельствует о положительной ситуации (таблица 4.12).

Следует отметить, что наблюдалось активный рост и развития пистии (Pistia stratiotes L), насаженную на сточные воды.

Как известно, объем насаждения пистии на 1 м^2 водной поверхности был равен 1 кг сырой массы, спустя 10-15 дней он вырос до 2,5-3,0 кг, а через месяц объем биомассы на 1 м^2 водной поверхности составлял в среднем 7,5-8,0 кг (рис. 4.6).

Таблица 4.12

Физические свойства и химический состав сточных вод Бухарской птицеводческой фабрики, в конце опытов

Показатели	Физические свойства и химический состав сточных вод	Весь сырой массы
Температура, t ^{0}C	21	7,5-8,0 кг сырой массы пистии на 1 м^2 водной поверхности
pH	7,5	
Запах, балл	Нет	
Взвешенные вещества, мг/л	12,4	
Растворенный кислород, мг/л	9,7	
БПК$_5$, мгO$_2$/л	19,8	
Окисляемость, мгO$_2$/л	27,9	
Аммиак, мг/л	Нет	
Нитриты, мг/л	Нет	
Нитраты, мг/л	Нет	
Хлориды, мг/л	77,8	
Сульфаты, мг/л	2,5	
Сапрофитные бактерии, клетки мл	150	

Рис. 4.6. Развитие пистия (Pistia stratiotes L.) в очистном сооружении

На активный рост пистии в сточных водах не чувствовалось отрицательное влияние химических веществ и бактерий, находящихся в их составе. Одновременно с активным ростом пистии в сточных водах, постепенно и полностью исчезало их запах, величина растворенного кислорода уменьшилась до 9,7-10,мг/л. Растворенные в воде аммиаки, нитриты, нитраты и другие минеральные вещества освоены водным растением пистия. Следует также отметить, что число сапрофитных бактерий в сточных водах уменьшилось до 150 клеток на 1 мл.

4.3.4. Биотехнология очистки коммунально-бытовых сточных вод

В настоящее время одним из наиболее значимых и жизненно важной проблемой является охрана вод и водных объектов от различных видов загрязнений. Основными источниками загрязнения являются коммунально-бытовые сточные воды крупных городов и других видов населенных пунктов. В результате интенсивного развития городов Узбекистана, особенно в годы независимости, из года - в год увеличивается объем коммунально-бытовых и других видов городских сточных вод. Они загрязнены различными органическими и химическими элементами, минеральными веществами.

Проблемы очистки коммунально-бытовых сточных вод, а также промышленных предприятий рассмотрены в исследованиях некоторых ученых и специалистов. Ими предложены способы очистки сточных вод с помощью специальных индустриальных сооружений – аэротентов, азонирования, разбавления и другие (Постников, 1954; Васильев, 1969; Яковлев и др. 1963; Воронов, Быкова, 1965; Спивакова и др. 1969).

Как отмечено выше, при очистке сточных вод применяются механические, физические, химические и биологические способы. Среди этих способов отличается биологический способ очистки сточных вод. При применении этого способа органические вещества, находящихся в составе сточных вод, под влиянием микроорганизмов превращаются на минеральные вещества, происходит выделение углекислого газа. В свою очередь минеральные вещества и выделенный углекислый газ употребляется водными растениями. В результате этого процесса происходит очищение сточных вод от различных загрязнений. В

связи с этим, целесообразно использование этого способа для очистки коммунально-бытовых и других видов сточных вод города Бухары.

В города Бухаре развиты такие виды промышленных предприятий, как прядельно-ткацкой, шёлкомотальной, каракулеводческой и другие. Продукты этих промышленных предприятий приносят большой экономический прибыл в казну нашей страны. Однако, сточные воды этих предприятий, а также коммунально-бытовой сферы города Бухары отрицательно влияют на окружающую среду и разрушению экологического равновесия в регионе.

Для очистки коммунально-бытовых и промышленных сточных вод города Бухары, биологическим способом, нами использовано высшее растение пистия (Pistia stratiotes L). Впервые роль высшего растения пистии при очистке сточных вод изучена Р.Ш.Шоякубовым и его учениками (Шоякубов, 1982; Хайдарова, 1991; Джуманиёзова, 1995; Хасанов, 1995 и др.). Известным ученым Р.Ш.Шаякубовым и его коллегами впервые разработана биотехнология очистки сточных вод животноводческих и птицеводческих фабрик, а также заводов конопля.

Следует отметить, что вопросы применения биологических способов для очистки сточных вод города Бухаре изучены недостаточно. Исходя из этого, результаты выше упомянутых исследований являлись научно-методологической основой при изучении и решении вопросов очистки городских сточных вод биологическим способом.

В связи с этим, для решения выше указанной проблемы основной целью было выращивание высшего водного растения пистии в сточных водах города Бухары, и разработать биотехнологии очистки городских сточных вод от различных органо-минеральных загрязняющих веществ. Основная цель, поставленная в данном разделе диссертационной работы, указывала на необходимость решения следующих задач: изучение физических свойств и химического состава сточных вод города Бухары; выращивание высшего водного растения пистии в сточных водах города Бухары и изучение вопросов их роста, развития и продуктивность в лабораторных условиях, а также в

биологических прудах; оценить степень очищения сточных вод от органо-минеральных веществ; разработать научно обоснованные рекомендации и предложения по очистке сточных вод с помощью пистии в биологических прудах.

Выше изложенные задачи осуществлены последовательно как в лабораторных условиях, так и в биологических прудах. Результаты наблюдения показали, что в лабораторных условиях продуктивность высшего водного растения пистии ежедневно увеличилась на 44,3 грамм на 1 м^2, а в биологических прудах этот показатель составляет 540 грамм на 1 м^2.

В таблице 4.13 представлены результаты опытов и экспериментов, проведенных нами в ходе исследования, в биологических прудах, а также в производственных условиях.

Таблица 4.13

Изменения физических свойств и химического состава сточных вод города Бухары

Показатели	Свойства и состав воды, перед началом опыта	Состав и свойства воды 7 дней после
pH	7,0	7,5
Запах, балл	3,0	нет
Цвет	Желтоваты	бесцветный
Растворенный кислород, 1мг/л	1,2	6,5
БПК$_5$, мг O_2/л	59,3	19,3
Окисления, мг O_2/л	48,8	20,8
Аммиаки, мг/л	6,0	нет
Нитриты, мг/л	5,0	нет
Нитраты, мг/л	0,08	нет

Как показывают данные таблицы 4.13, происходит полное очищение сточных вод города Бухары, спустя 6-7 дней после выращивания водного растения пистии. Этому свидетельствуют физико-химические свойства очищенных сточных вод: отсутствия запаха, повешение величины растворенного в воде кислорода, уменьшение значений биохимического потребления кислорода и степени окисляемости. Полностью усвоены

соединения азота пистией. Результаты также показали, что степень очищения сточных вод от органо-минеральных веществ составил 90-95 %, улучшались экологические качества воды, вода стало прозрачным. Следует также отметить, что химический состав, выращенного в сточных водах, пистии не отличается от пистии, выращенного в обычных условиях.

В заключение следует отметить, что очищение коммунально-бытовых и других видов сточных вод города Бухары с применением биологических методов, т.е. с помощью высшего растения пистии (Pistia stratiotes L) имеет огромную перспективу. Анализ физических свойств и химического состава очищенных сточных вод показали об потенциальной возможности их применения для целей орошения отдельных видов сельскохозяйственных культур. В свою очередь, выращенная в биологических прудах биомасса могут быть использованы в качестве кормовых продукт в животноводстве.

Выводы по четвертой главе:

1. Объем сброса загрязненных сточных вод по Зеравшанскому оазису составил от 7,41 млн. м^3 в 2010 и 2011 годы до 8,13 млн. м^3 в 2008 году. Объем нормативно-очищенных сточных вод колебался в пределах 689,53-761,5 млн. м^3. Однако, не смотря на малое количества объемов сбросов загрязненных сточных вод, качество воды в природном водном объекте под их влиянием меняется очень существенно. Даже сброс очищенных сточных вод промышленных предприятий и коммунально-бытовой сферы приводит к загрязнению воды естественных водотоков и водоемов;

2. Совместное влияние промышленных, коммунально-бытовых вод приводит к следующим изменениям состава природных вод: на урбанизированной территории увеличивается концентрация растворенных органических и биогенных веществ; резко снижается содержание растворенною кислорода; характерным загрязняющим веществом становятся синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), интенсивно используемые как в промышленности, так и в быту; усиливается бактериальное загрязнение и другие;

3. Нынешнее положение в Зеравшанском оазисе с промышленными и коммунально-бытовыми сточными водами

указывают на чрезвычайную необходимость усовершенствования существующих и разработки новых методов их очистки. В настоящей работе нами выдвигается биологический метод очистки сточных вод;

4. В отличие от предшествующих исследователей, в настоящей диссертационной работе нами применен биологический способ очистки коммунально-бытовых сточных вод, а также сточных вод различных промышленных предприятий текстильного производства, на основе выращивания высшего водного растения пистия (Pistia straliotes L.);

5. Разработана биотехнология очистки коммунально-бытовых сточных вод и сточных вод различных промышленных предприятий. Данная технология апробирована на сточных водах прядильных и ткацких фабрик, шелкомотальных предприятий, птицеводческих фабрик и городской коммунально-бытовой сферы, что показали положительные результаты.

ГЛАВА V. ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА, ПРОГНОЗА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ И ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗВРАТНО - СТОЧНЫХ ВОД

Данная, заключительная глава работы, посвящена изучению проблемы расчета, прогноза и перспективы развития методов и вторичного использования возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса. В связи с этим, изучение этих задач начинаем с рассмотрения вопросов расчета и прогноза, далее рассмотрим критерии и масштабы вторичного использования коллекторно-дренажных вод, а также возможности вторичного использования сточных вод для различных целей. В конце главы будут освещены вопросы и перспективы развития методов очистки и вторичного использования возвратно-сточных вод в Зеравшанском оазисе для целей организации комплекса водоохранных мероприятий.

5.1. Методика расчета и прогноза стока возвратных коллекторно-дренажных вод

Как правильно отмечает Ф.Э.Рубинова, современная гидрометрия позволяет непосредственно измерить лишь внутрисистемную составляющую возвратных вод, концентрирующихся в коллекторах. В связи с этим, суммарный возвратный сток, т.е. русловая и внутрисистемная его составляющие оцениваются проиближенно как остаточный член уравнения водного баланса орашаемой территории. Здесь необходимо отметить преимущества первого метода перед вторым.

В условиях Средней Азии известны попытки М.И.Геткера и его соавторов, Г.Х.Исмайылова и его коллег, Ф.Э.Рубиновой и других по оценке величин возвратных вод при помощи упрощенного уравнения водного баланса орашаемой территории:

$$У_{воз}=У_{вз} – Р, \qquad (5.1)$$

где $У_{воз}$ – потенциальный возвратный сток, $У_{вз}$ – суммарный водозабор на орошаемую площадь, Р – суммарные затрты стока на испарение с орашаемых полей и перелогов, аккумуляцию влаги в почвогрунтах и промышленно-коммунальное

водопотребление.

Как видно из приведенного выше уравнения (5.1), отсутствие оценок о количественных значениях составляющих суммарной затраты стока исключает возможность применения метода водного баланса для орошаемой территории Зеравшансого оазиса, в частности, Бухарской области. В связи с этим, нами, для оценки величины коллекторно-дренажного стока с орошаемых земель изучаемого района, использовано приведённое ниже уравнение нормализованной регресии, полученное в 3-главе данной работы:

$$U_0(W_{КДС}) = 0{,}297U_1(W_{АБ})+0{,}706U_2(F_{03}). \qquad (5.2)$$

Как видно, данное уравнение нормализованной регресии характеризует связь между коллекторно-дренажным стоком ($W_{КДС}$) и определяющими его факторами (объем водозабора по Аму Бухарскому каналу - $W_{АБ}$ и площади оращаемых земель - F_{03}).

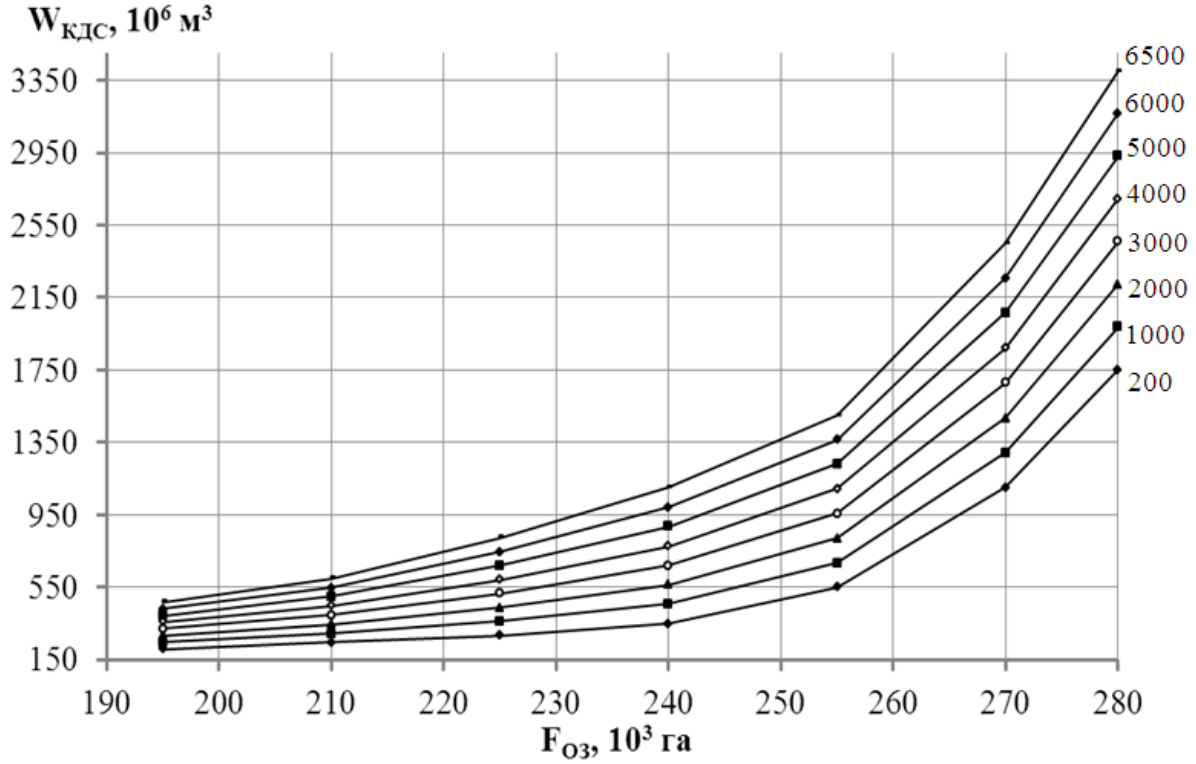


Рис. 5.1. Номограмма для расчета и прогноза коллекторно-дренажного стока

Необходимо отметить, что выбранное нами рабочее уравнение (5.2) включает только значимые предикторы, т.е. в

нашем случае как объем водозабора, так и площади орошаемых земель.

Для удобства выполнения расчетов и прогнозов коллекторно-дренажного стока нами предложена графическая интерпретация уравнения нормализованной регрессии (5.2.). Она, т.е. графическая интерпретация осуществляется с использованием зависимости между исходными и нормализованными переменными, в виде номограммы, которая представлена на рисунке 5.1. Эту номограмму можно использовать как в расчетных, так и в прогностических целях коллекторно-дренажного стока.

Оценка надежности построенной номограммы для расчетных целей произведена путем сопоставления фактически наблюденных ($W^{ф}_{КДС}$) и рассчитанных ($W^{р}_{КДС}$) по номограмме величин коллекторно-дренажного стока. Результаты расчетов покозали их хорошую сходимость. Коэффициент корреляции между ними, т.е. рассчитанными по номограмме ($W^{н}_{КДС}$ и фактически наблюденными ($W^{ф}_{КДС}$) величинами коллекторно-дренажного стока равен 0,775±0,037 (рис. 5.2).

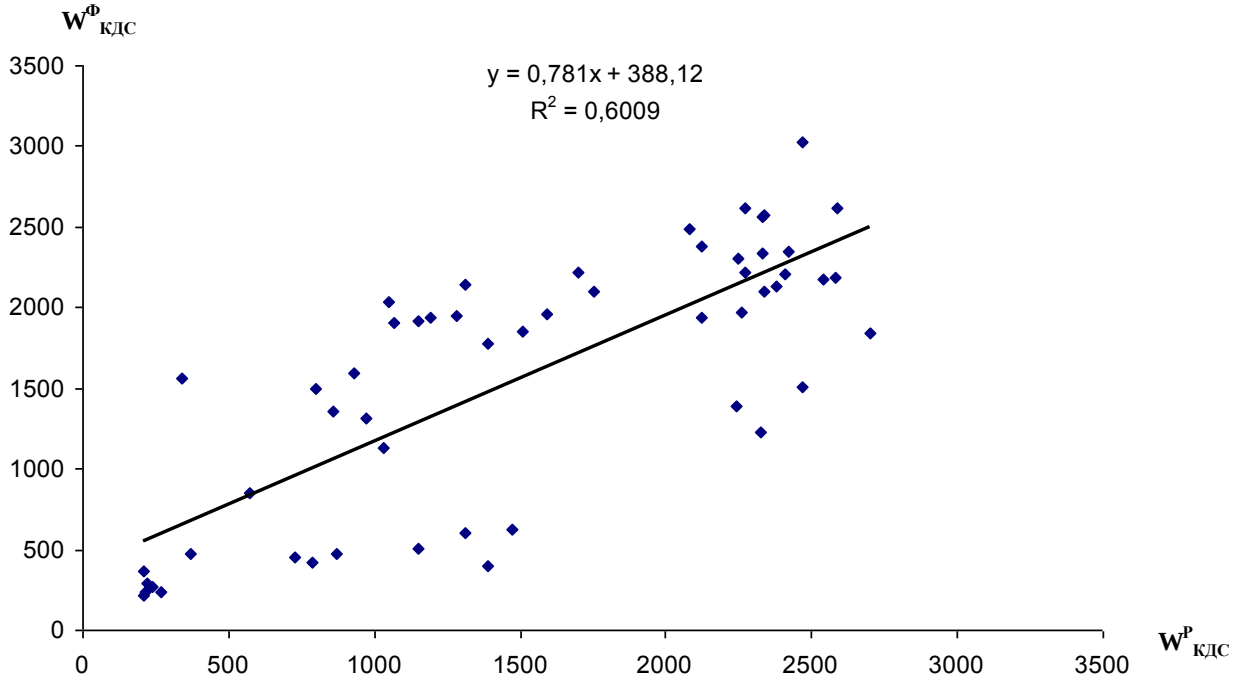


Рис. 5.2. График связи рассчитанных по номограмме ($W^{н}_{КДС}$ и фактически наблюденных ($W^{ф}_{КДС}$) величин коллекторно-дренажного стока

Анализ результатов сопоставления показал, что из рассмотренных 54 случаев в 31 случаях обсолютная ошибка меньше 30%, в 12 случаях – до 50%, а в остальных 11 случаях она составляет сколо 50% и более процентов. В среднем погрешность рассчитанных по номограмме величин коллекторно-дренажного стока составляет 38%.

Как видно из рисунка 5.2, наибольшие отклонения от средней линии имеют многоводные (1969 г.) и маловодные (1974 г.) и последующие им 1975, 1976, 1977 годы. В связи с этим, во втором варианте, из расчета исключен 1969 многоводный год, когда атмосферные осадки во всем среднеазиатском регионе выпали в 1,5÷2,0 раза больше нормы. В результате этого резко увеличилась доля атмосферных осадков в формировании коллекторно-дренажного стока с орашаемых полей, что привело к большим погрешностям. Исключение в расчетах многоводного 1969 года обеспечило повышение значения коэффициента корреляции (0,791±0,035), характеризующего связь между фактически наблюденными и рассчитанными значениями коллекторно-дренажного стока (таблица 5.3).

Таблица 5.3

Статистические характеристики различных вариантов расчета связи между фактически наблюденными и рассчитанными значениями коллекторно-дренажного стока

Варианты расчета	Число лет	Уравнения регрессии	Коэффициент корреляции и его ошибка, $r \pm \delta_r$
1-вариант	54	$W^{ф}_{КДС}=0{,}781\cdot W^{Р}_{КДС}+388{,}12$	0,775±0,037
2-вариант	53	$W^{ф}_{КДС}=0{,}814\cdot W^{Р}_{КДС}+319{,}56$	0,791±0,035
3-вариант	51	$W^{ф}_{КДС}=0{,}808\cdot W^{Р}_{КДС}+368{,}31$	0,813±0,032

В третьем варианте расчета, дополнительно к многоводному

1969 году, из расчета исключены маловодные 1975 и 1976 годы, когда наблюдались наибольшие погрешности между фактически наблюденными и рассчитанными по номограмме величинами коллекторно-дренажного стока. В данном варианте расчета коэффициент корреляции и его ошибка равны 0,813±0,032, т.е. теснота связи увеличилась по сравнению с предыдущими двумя вариантами (таблица 5.3).

В перспективе, с целью повышения точности расчетов, на графике связи $W^{ф}_{КДС}$ =f($W^{Р}_{КДС}$), представленном на рисунке 5.2, можно провести две линии, т.е. график можно разделить на две части. Первая часть, т.е. точки, расположенные ниже прямой линии, характеризуют маловодные годы, а вторая часть, т.е. точки, расположенные выше прямой – многоводные годы.

Учитывая изложенные выше результаты сопоставления, построенная номограмма рекомендуется для оценки величины коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей Бухарской области. Преимущество этой номограммы заключается в том, что расчеты коллекторно-дренажного стока по ней можно осуществлять на основе минимума информации. Это даёт возможность применить данную методику для оценки коллекторно-дренажного стока с орошаемых земель неизученных районов других аридных территорий.

Как отмечено выше, номограмму, представленную на рисунке 5.1, также можно использовать (для прогноза) коллекторно-дренажного стока с орошаемых полей. Оценка её надежности для прогностических целей выполнена на основе «Наставления по службе прогнозов», утвержденного Узгидрометом при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Согласно данного «Наставления», абсолютная погрешность методики прогноза вычисляется по следующей формуле:

$$\delta = W^{П}_{КДС} - W^{Ф}_{КДС}, \qquad (5.3)$$

где $W^{П}_{КДС}$ - прогнозируемая величина коллекторно-дренажного стока, $W^{Ф}_{КДС}$-фактически наблюденная величина.

Среднее квадратическое отклонение ошибки прогноза (S) вычисляется по выражению:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(W_{КДСi}^{П} - W_{КДСi}^{Ф})^2}{n-\ell}} \quad , \qquad (5.4)$$

где n - число членов ряда или число проверочных прогнозов, ℓ - число предикторов (аргументов).

Среднее квадратическое отклонение прогнозируемой величины от нормы (σ) вычисляется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(W_{КДСi}^{ф} - \overline{W}_{КДСi}^{ф})^2}{n-\ell}} \ , \qquad (5.5)$$

где $\overline{W}_{КДС}^{ф}$ - средняя арифметическая величина ряда, которая вычисляется по формуле:

$$\overline{W}_{КДСi}^{Ф} = \frac{\sum_{i=n}^{n} W_{КДС}^{Ф}}{n} \qquad (5.6)$$

За допустимую погрешность разработанной методики прогноза ($\delta_{доп}$) принимается вероятное отклонение предсказываемой величины от нормы и она вычислялась по формуле:

$$\delta_{доп} = \pm\, 0{,}674 \cdot \sigma \qquad (5.7)$$

Эффективность разрабоанной методики прогноза характеризуется отношением S/σ. Рекомендуемая методика прогноза считается эффективной, то есть можно применить ее в практике, если выполняется условие S/σ≤0,80.

Качество разработанной методики прогноза устанавливается также по величине отношения S/σ: а) если S/σ ≤ 0,50 – качество методики прогноза оценивается на "хорошо"; б) при условии 0,51 ≤ S/σ ≤ 0,80 - методика прогноза считается удовлетворительной.

Обеспеченность методики прогноза вычислялась по формуле:

$$P = \frac{m}{n} \cdot 100\ \% \ , \qquad (5.8)$$

где n - число проверочных прогнозов, m - число оправдавшихся прогнозов.

Прогноз считается оправдавшимся, если абсолютная ошибка меньше или равна допустимой, то есть $\delta \le \delta_{доп}$.

Оценка разработанной методики прогноза годового объема коллекторно-дренажного стока произведена, согласно вышеизложенной последователь-ности, в трех вариантах. Результаты оценки представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Оценка точности и эффективности разработинной методики прогноза коллекторно-дренажного стока

Варианты оценки	Коэффициент корреляции и его ошибка, $r \pm \delta_r$	Критерия оценки качества и эффективности прогноза				
		σ	$\delta_м$	S	S/δ	P,%
1-вариант	0,775±0,037	801,1	±539,3	537,6	0,67	66,7
2-вариант	0,791±0,035	807,6	±544,3	515,8	0,64	69,8
3-вариант	0,813±0,032	794,6	±535,6	492,9	0,62	72,5

Примечание: $r \pm \sigma_r$ *- коэффициент корреляции и его ошибка; S - средняя квадратическая ошибка проверочных прогнозов,* $10^6 м^3$*;* σ *- среднее квадратическое отклонение предсказываемой величины,* $10^6 м^3$*; P – обеспеченность методики прогноза, в %.*

Как видно из этой таблицы, отношения S/σ в различных вариантах расчета колеблются в пределах 0,62 - 0,67, то есть для всех расчетных вариантов предлагаемая нами прогностическая зависимость и построенная на ее основе расчетная номограмма удовлетворяют требованиям, предъявляемым к гидрологическим прогнозам.

В пользу полученных результатов свидетельствует также довольно большое число оправдавшихся прогнозов (оправдываемость прогнозов) и результаты сопоставления рассчитанных по номограмме значений коллекторно-дренажного стока с их фактически наблюденными величинами. Например, для первого варианта коэффициент корреляции между вычисленными и фактическими величинами коллекторно-дренажного стока оказался равным 0,775 ± 0,037. Аналогичные результаты получены также для других расчетных вариантов.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях прогнозы не

оправдались, то есть абсолютная ошибка (δ) больше допустимой погрешности ($\delta_м$). Наибольшие ошибки отмечены в годы, когда атмосферные осадки были больше нормы, т.е. в экстремально многоводные (1969) или, наоборот, экстремально маловодные (1973-1976) годы.

Таким образом, оценка зависимости коллекторно-дренажных вод от объема водозабора для целей орошения и площади орошаемых земель показала возможность использования их для расчета и прогноза возвратного стока с орошаемых земель. Она может быть использована как для расчета, так и в целях прогноза, при наличии данных об объемах водозабора для целей орошения и площади орошаемых земель.

5.2. Критерия и масштабы вторичного использования коллекторно-дренажных вод

По результатам исследований Ф.Э.Рубиновой, Ю.Н.Иванова, О.А.Алекина, А.М.Никанорова и других известно, что при оценке пригодности воды для орошения нельзя установить жестких норм, поскольку в каждом случае, помимо качества используемый воды, приходится учитывать особенности почв и гидрогеологические условия орошаемой территории [126, стр. 286].

Как утверждают многие исследователи, чтобы дать оценку пригодности воды для орошения необходимо знать температуру, минерализацию, солевой состав и другие. Среди этих факторов, при оценке пригодности коллекторно-дренажных вод для целей орошения, особое значение имеет их минерализация, солевой состав и ирригационный коэффициент.

Следует отметить, что твердо установленных норм минерализации для поливных вод до сих пор отсутствуют. В зависимости от условий полива и дренажа допускаемые значения минерализации воды могут варьировать в весьма широких пределах. Нормированные затрудняется и разнообразием почв, климатических условий, качественным составом и количеством оросительные воды. По А.Н.Костякову, с точки зрения минерализации безвредной, считается вода, содержащая не боле

1-1,5 г/л растворенных солей. При содержании же солей от 1,5 до 3 г/л, необходимо проведение на орошаемом массиве дополнительных мелиоративных мероприятий. Таковыми могут быть разбавление мало минерализованных речных вод.

Среди солей, растворенных в поливной воде, наиболее вредными являются соли натрия. Степень вредности этих солей приблизительно характеризуется следующим соотношением масс:

$$Na_2CO_3 : NaCl : Na_2SO_4 = 1 : 3 : 10. \quad (5.1)$$

Например, для хорошо водопроницаемых почв принимаются следующие предельные нормы содержания перечисленных выше солей (в г/л): Na_2CO_3 – 1,0; NaCl – 2,0; Na_2SO_4 -5,0. При совместном присутствии этих солей в поливной воде нормы снижаются. Для улучшения качества воды с высоким содержанием соды добавляют гипс, который переводит Na_2CO_3 в менее вредный сульфат натрия.

Особенностью ведения орошаемого земледелия как в среднеазиатском регионе, так и в нашей стране является формирование значительного количества ирригационных возвратных вод. Как отмечено в предыдущих главах данной диссертационной работы, в условиях Узбекистана, 90% общего объема возвратных вод состоят из коллекторно-дренажных вод (КДВ), сформированных за счет орошения сельскохозяйственных культур.

В третьей главы диссертации также отмечено, что в количественном отношении объемы таких вод зависят от освоенности территории, площадей орошения, развития оросительной и дренажной сети, их технического состояния, культуры земледелия и ряд других природных и антропогенных факторов.

В связи с улучшением водообеспеченности земель, ростом орошаемых площадей, увеличением протяженности оросительной и коллекторно-дренажной сети в Бухарской области постепенно увеличивалось количество формируемых коллекторно-дренажных вод.

В Узбекистане имеется опыт повторного использования коллекторно-дренажных вод для целей орошения (таблица 5.1).

Как видно из таблицы 5.1, по Республике Узбекистан за последние пять лет (2007-2011 годы) для целей орошения использовалась, в среднем, 1691,7 млн. м^3 воды. Из этого объема около 40% относится бассейну Сырдарьи, а оставшаяся часть, т.е. 60% коллекторно-дренажных вод - к бассейну Амударьи.

Таблица 5.1

Забор воды из коллекторов для целей орошения по бассейнам основных рек Узбекистана, млн. м^3

Годы	По бассейну Сырдарьи	По бассейну Амударьи	Всего по Узбекистану
2007	675,3	1041,5	1716,8
2008	1033,1	1083,4	2116,5
2009	528,4	998,8	1527,2
2010	528,7	975,8	1504,5
2011	610,9	982,5	1593,4
Ср.	675,28	1016,4	1691,7
%	39,9	60,1	100,0

Примечание: таблица составлена по данным Госкомприроды РУз

На примере Зеравшанского оазиса, вернее, Бухарской области этот вопрос рассмотрен в исследованиях Х.А.Кадырова, Р.А.Алимова и Н.И.Зудиной, Ф.Э. Рубиновой и ее коллег, И.Х.Абдуллаева и М.А.Якубова, Т.У.Кудратова и других. Обобщение накопленных на основе этих исследований материалов нам позволило составить итоговую таблицу, где отражена общая направленность динамики использования коллекторно-дренажного стока в исследуемой области за период 1960-2000 годы (таблица 5.2).

Современную ситуацию формирования объемов коллекторно-дренажного стока по областям Зеравшанского оазиса и масштабы его повторного использования можно охарактеризовать на основе материалов Министерство Сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан, касающихся за 2002-2004 годы (таблица 5.3).

Таблица 5.2

Использование коллекторно-дренажных вод по этапам развития водных мелиораций в Бухарской области (1960-2015 годы)

Расчетный период, годы	Характеристика расчетного периода	Орошаемая площадь, тыс. га	Общий водозабор, млн. м^3	КДС повторного использо-вания,	
				млн. м^3	в % от общего
1960-1965	Период дефицита водных ресурсов	191-194*	2114-2599	-	-
1966-1985	Период улучшения водообес-печенности	198-267	3062-6223	130-340	4,2-5,5
1986-2015	Период лимитирован-ного водо-обеспечения	253-274	3320-5871	130-280	3,9-4,8

*Примечание: * - цифры приведены без учета Навоийской области*

Как показано в таблице 5.3, за рассматриваемый период среднегодовой сток коллекторно-дренажных вод по Самаркандской области составил 1355,63 млн. м^3. Из этого объема воды всего лишь 15,1%, т.е 204,04 млн. м^3 использованы повторно для целей орошения, а остальная часть в объеме 1151,59 млн. м^3 или 84,9% сброшены в русло реки Зеравшан.

Сопоставление данных таблиц 5.2 и 5.3 показывает резкое уменьшение объемов повторного использования коллекторно-дренажных вод в Бухарской области. Например, в период улучшения водообеспеченности орошаемой зоны Бухарской области, т.е. 1966-1985 годы, объемы повторного

использования коллекторно-дренажных вод колебались в пределах 130-340 млн. м^3 или 4,2-5,5% от общего объема КДС. Аналогичная ситуация наблюдается также в период лимитированного водообеспечения (1986-2000 годы), а также в последуюшие 2001-2015 годы. В этот период ежегодный объем повторно используемых коллекторно-дренажных вод для целей орошения колебался в пределах 130-280 млн. м^3 или 3,9-4,8% от их общего объема (таблицы 5.2 и 5.3).

Таблица 5.3

Коллекторно-дренажный сток по областям Зеравшанского оазиса и его повторное использование, 2002-2004 годы

Области	Годы	Сток коллекторно-дренажных вод, млн. м^3		
		общий объем	на орошение	в % от общего
Самаркандская	2002	1234,19	172,39	13,97
	2003	1455,21	245,09	16,84
	2004	1377,49	194,63	14,13
	Ср.	1355,63	204,04	15,05
Навоийская	2002	642,5	0	0,00
	2003	749,9	41	5,47
	2004	801,8	72,4	9,03
	Ср.	731,4	37,8	5,17
Бухарская	2002	2105,24	81,29	3,86
	2003	2614,84	0	0,00
	2004	2563,21	0	0,00
	Ср.	2427,76	27,10	1,12
Всего по Зеравшанскому оазису	2002	3981,93	253,68	6,37
	2003	4819,95	286,09	5,94
	2004	4742,50	267,03	5,63
	Ср.	4514,79	268,93	5,96

Примечание: таблица составлена по данным Госкомприроды и Минсельводхоза Республики Узбекистан.

В последующем 2002 году объем повторного использования КДС резко сократился и составил 81,3 млн. м^3, а в последующие

2003 и 2004 годы вообще перестали использовать повторно КДС для целей орошения. Это объясняется повышением минерализации коллекторно-дренажных вод, формирующихся с орошаемых полей Бухарской области. Если учесть это обстоятельства, очистка коллекторно-дренажных вод является велением времени, особенно в условиях дефицита водных ресурсов.

5.3. Возможности вторичного использования сточных вод

В начале XXI века, в условиях интенсивно развивающихся всех отраслей экономике суверенных республик среднеазиатского региона остро стоит проблема экономного и бережного использования водных ресурсов. В связи с этим, возникла необходимость повторного многократного использования имеющихся водных ресурсов путем их очистки. Эта задача является весьма актуальной при решении задач, связанных с повторным использованием промышленных и коммунально-бытовых сточных вод.

Пригодность сточных вод для удовлетворения нужд различных водопользователей и водопотребителей устанавливается путем оценки ее химических, физических и биологических показателей. Из гидрохимических характеристик наиболее важными являются такие, как минерализация, ионный состав и количества органических веществ.

Сведения о минерализации сточных вод имеют большое значение при оценке пригодности речных вод для орошения сельскохозяйственных культур. Обычно вода считается пригодной для орошения, если количество растворенных в ней солей не превышает 1000 мг/дм^3. Однако, в южных районах, из-за недостаточного увлажнения, это значение часто больше и поэтому возникают трудности с использованием сточных вод для орошения в меженный период, хотя именно тогда она особенно необходима.

Образующиеся промышленные и коммунально-бытовые воды, как показано в предыдущих главах данной работы имеют повышенное содержание солей, а также ядохимикаты. При использовании таких вод в питьевых, промышленных и

хозяйственно-бытовых целях большое значение имеет ее жесткость, измеряемая количеством Ca_2^{+} и Mg_2^{+}, выраженного в мг·экв/л. Общая жесткость слагается из устранимой (удаляемой кипячением) и постоянной. Последняя в свою очередь делится на остаточную и неустранимую. Условно вода считается мягкой, если общая жесткость составляет менее 3 мг·экв/л, жесткой - до 9 мг·экв/л и очень жесткой, мало пригодной для практического использования, если общая жесткость превышает 9 мг·экв/л. Помимо общей жесткости определенное значение имеют устранимая и постоянная жесткости и их соотношение. Общая жесткость, как правило, повышается с ростом минерализации воды.

Общая жесткость воды значительно уменьшается, когда питание рек осуществляется поверхностными водами. Поэтому в меженный период жесткость воды в реках является предельной. В остальные сезоны года, т. е. в многоводную фазу стока, она значительно меньше. В период половодья жесткость воды может быть в три-четыре раза меньше, чем в межень.

В последнее время, в Узбекистане интенсивно развиваются гидробиологические отрасли науки, т.е. применение низших и высших водных растений в народном хозяйстве. В микроскопических одноклеточных зелёных водорослях содержатся: до 40-55 % белков, 30-35 % углеводов, 5-10 % жиров, 1500-2000 мг/кг каротина, 1200-1500 мг/кг аскорбиновой кислоты, а также различные группы – В, Е, Р и другие [35-40, 42, 115, 117, 175-188].

Многочисленные исследования по разработке биотехнологий культивирования и применения водных растений вида пистия телорезовидная и эйхорния, а также изучение кормовых ценностей этих культур были проведены в лабораториях института микробиологии при АН Узбекистана (Шоякубов 1988, 1991; Хасанов, 1973). Следует отметить, что из высших водных растений, в условиях Узбекистана, широко распространены различные виды ряски [115, 117]. В составе ряски содержится до 16,0-20,0% белка, 15,0-20,0% углеводов [231].

Для всестороннего изучения возможностей применения микроводорослей и высших водных растений в крупных

масштабах, нами в течение 2010-2015 лет проводились серии экспериментов, как в лабораторных, так и производственно–промышленных условиях на предприятиях Бухарской области.

В частности, разрабатывались способы культивирования хлорококковых водорослей на сточных водах Бухарской области. Продуктивность хлореллы в сценедесмусе в этих водах составили 0,3-0,4 г/л сухого вещества. Нами выявлено, что при обогащении воды минеральными или органическими веществами, развитие водорослей в коллекторных водах значительно ускорялось и доходило до 0,6-0,7 г/л сухого вещества за 4-5 дней.

В процессе фотосинтеза микроводорослей, количество растворенного в воде кислорода повышалось до 8,5-9,5 мг/л. Величина $БПК_5$ и окисляемость понизилась до 9,4-11,0 мг O_2/л. Содержащиеся в воде азотные и фосфатные соединения усваивались водорослями. По данным Э.И.Чембарисова [208], воды коллекторно-дренажной сети Бухарской области по своему составу относятся к хлоридно-сульфатно-магниево-натриевым водам.

В результате исследований нами были отмечены значительные понижения концентрации карбонатов, гидрокарбонатов, хлоридов, сульфатов и других минеральных элементов в составе коллекторно-дренажных вод в процессе усвоения этих элементов водными растениями.

Таким образом, результаты исследований показывают возможность использования коллекторно-дренажных вод для культивирования зеленых микроводорослей и для её очистки от различных загрязнителей. Очищенную водорослями вода применяется для замачивания семян сельскохозяйственных культур. В частности, эту воду можно использовать при выращивании и поливе хлопчатника, а также других сельскохозяйственных культур вместе с протравлением их ядохимикатами.

Как известно, в более ранних исследованиях [34, 115, 116, 168, 169], хлорококковые микроводоросли применялись для очистки коммунально-бытовых и некоторых промышленных стоков в биологических прудах и специальных культиваторах.

Для разработки биотехнологического способа очистки сточных вод текстильной промышленности, на загрязненных

водоемах, выделяли альгологические чистые штаммы хлорококковых водорослей и изучали динамику роста, развития и их продуктивность в сточных водах.

Эксперименты показали, что количество водорослей в сточных водах Вабкентской ткацкой фабрики на 5-6 день составляло от 2,5 до 40,0-60,0 млн/мл, продуктивность по сухому весу 0,5-0,8 г/л. При массовом развитии хлореллы и сценедесмуса, не подавлялся их рост, а в некоторых случаях наблюдалось увеличение размеров их клеток.

Как известно, что сточные воды ткацкой фабрики имеют специфический запах, а растворенный кислород отсутствует в них. Содержание органических веществ составляет 95-150 мг кислорода/л, окисляемость их 70-130 мг кислород/л. Количество аммиака 8,0мг/л, нитриты 0,002 мг/л. После культивирования водорослей, на второй день в сточной воде появлялся растворенный кислород, в конце опытов его количество составило 8,5-9,3 мг/л. Величина $БПК_5$, окисляемость уменьшались до 9,8-12,5 мг кислорода/л соответственно. Соединения азотных компонентов, содержащихся в сточных водах, усваивались водорослями. Исчез гнилостный запах, а вода стала прозрачной.

На сточных водах Вабкентской ткацкой фабрики выращивали высшее водное растение пистию телорезовидную. Пистию телорезовидную выращивали в аквариумах при плотности 200 г/м^2 водной поверхности. Она интенсивно развивалась на сточных водах и в течение 6-7 дней продуктивность её составила 420-435 г/м^2 сырой биомассы. При этом, физические свойства и химический состав сточных воды значительно улучшились. Количество растворенного кислорода в ней возросло до 7,5-9,3мг/л, $БПК_5$ снизился до 19,5 мг O_2/л, окисляемость составила 14,3 мг O_2/л, все формы соединений азота отсутствовали, сточная вода становилась прозрачной и без запаха.

Результаты экспериментов показывают, что степень очистки от органо-минеральных примесей сточных вод составляет 85,0-90,0%. Аналогичные опыты проводились и на сточных водах Алатской ткацкой фабрики. Растения хорошо развивались в сточных водах и наблюдалось улучшение гидрохимического

состава воды.

Таким образом, как коллекторно-дренажные, так и, сточные воды можно использовать в качестве питательной среды для культивирования дешевой биомассы богатой белками, витаминами и другим полезными веществами. Одновременно сточная вода очищается от различных загрязнений. Очищенную воду и биомассу можно использовать в различных отраслях народного хозяйства. Биомассу можно использовать в растениеводстве, животноводстве, рыбоводстве, медицине, а также подвергать комплексной переработке для получения из них ценных продуктов.

В целом, в перспективе использование водных растений для очистки возвратных коллекторно-дренажных вод, а также сточных вод промышленных предприятий и коммунально-бытовых объектов крупных городов и населенных пунктов принесёт огромную пользу в социальной сфере и отраслей экономики Бухарской области.

5.4. Перспективы развития методов очистки и вторичного использования возвратно-сточных вод в Зеравшанском оазисе

Когда речь идет о перспективах развития методов очистки и вторичного использования возвратно-сточных вод, следует отметить, все вопросы, связанные с водными ресурсами, ставятся и решаются учеными развитых зарубежных стран на стыке экологических, экономических и социальных знаний. Они в своих трудах обосновывают необходимости принятия достаточно радикальных мер для решения задач водоснабжения различных водопользователей и водопотребителей. Например, они выступают в тех или иных конкретных случаях за создания крупных водохранилищ многоцелевого использования, хотя при этом в полной мере осознают и негативные последствие таких мероприятий. При этом, они указывают на важность многоцелевого планирования использования водных ресурсов, что позволяют смягчать противоречия между различными отраслями экономики.

Один из ведущих американских специалистов по вопросам водоресурсного потенциала мира Gilbert F. White (Гилберт Уайт) утверждает, что ограниченность водных ресурсов недолжен тормозить развитие водоемких отраслей сельского хозяйства и промышленности в аридных странах. По его мнению, подобная ситуация, т.е. дефицит водных ресурсов чаще всего стимулирует появление новых водосберегающих технологий и, в том числе, новых методов очистки возвратно-сточных вод [266].

По данным Комитета охраны природы Бухарской области, объем ежегодного сброса загрязненных сточных вод на водные объекты по области составляет 30 млн. $м^3$. В составе загрязненных сточных вод, кроме ядовитых органических и минеральных веществ, также встречаются многочисленные бактерии, распространяющие различных видов болезни. В связи с этим, сегодня, разработка новых методов очистки и использования сточных вод предприятий Бухарской области имеет особое значение.

Как упомянуто выше, в настоящее время, существуют несколько методов и подходов к очистке как коллекторно-дренажных, так и сточных вод различного генезиса. Методов очистки возвратно-сточных вод, применяемых в настоящее время в мировой практике, можно подразделить на следующие две группы:

I. Очистка возвратно-сточных вод в естественных условиях;

II. Очистка возвратно-сточных вод в искусственных условиях, т.е. с применением различных методов.

Очистка возвратно-сточных вод в естественных условиях осуществляется непосредственно в орошаемых полях, в специальных прудах или каналах, а также в коллекторно-дренажной сети. Основной отличительной чертой данной группы заключается в том, что здесь процесс очищения загрязненных вод происходит в естественных условиях. Применяются различные способы. Например, при очистке возвратно-сточных вод с помощью почво-грунтов, органические вещества в их составе постепенно расщепляется под влиянием почвенных микроорганизмов, и превращаются на обычные минеральные вещества. Следует отметить, что этот способ является наиболее эффективным, при очистке сточных вод различных

промышленных предприятий, особенно, сточных вод коммунально-бытового происхождения. Применение этого способа повышает плодородия почвенного покрова посевных площадей, самое главное, происходить качественное очищение сточных вод различного происхождения.

Очистка возвратно-сточных вод в искусственных условиях осуществляется в специальных сооружениях (бассейны, пруды и другие) с применением следующих методов:

- механический метод;
- физический метод;
- химический метод;
- биохимический метод;
- биологический метод.

Исходя из цели и задачи данной главы диссертации, ниже вкратце остановимся об особенностях каждого из выше перечисленных методов очистки возвратно-сточных вод (таблица 5.4).

Механический метод. Этот метод позволяет извлечь из возвратно-сточных вод, содержащихся в них примесей или превращение этих примесей в соединения, не вызывающие загрязнение почвы, водоёмов, воздуха и самой воды. Обработка возвратно-сточных вод механическим методом осуществляется в целях удаления из них нерастворенных загрязняющих веществ. При этом используются специальные пруды, водоёмы, аэротенки, методы озонирования, разбавления и другие.

Физический метод. Очистка возвратно-сточных вод физическим методом осуществляется на специальных прудах и водоёмах путём использования солнечного света. Под влиянием солнечных лучей происходят процессы разложения загрязняющих веществ. Спустя некоторые время их основная масса оседают на дне сооружения.

Химический метод. Обработка сточных вод химическим методом осуществляется с применением различных химических реактивов. Например, в качестве химического реактива часто используется хлор. Как известно, введение хлора или его соединений в питьевую или сточную воду осуществляется с целью ее обеззараживания, обесцвечивания, устранения неприятного запаха и прочие.

Таблица 5.4.

Методы очистки возвратно-сточных вод и их краткая характеристика

№ п/п	Методы очистки	Краткая характеристика метода
1	Механический	Метод позволяет извлечь из возвратно-сточных вод нерастворенных загрязняющих веществ. При этом используются специальные пруды, водоёмы, аэротенки, методы озонирования, разбавления и другие.
2	Физический	Метод применяется на специальных прудах и водоёмах путём использования солнечного света. Под влиянием солнечных лучей происходят процессы разложения загрязняющих веществ и их основная масса оседают на дне сооружения.
3	Химический	Метод основан на применение различных химических реактивов, например хлора и его соединений. Введение хлора в очищаемую воду осуществляется с целью ее обеззараживания, обесцвечивания, устранения неприятного запаха и прочие.
4	Биохимический	Метод основан на способности микробов расщеплять, окислять и восстанавливать органические и некоторые минеральные соединения, содержащиеся в сточных водах. Этот процесс может происходить как в естественных, так и в искусственных условиях. При применении биохимического метода часто используются биофильтры, активный ил и другие.
5	Биологический	Применяются различные виды высших (пистия – Pistia Stratest. L, эйхория – Eichhornia, риска – Lemma minoz, тростник - Ssirpus Lacustris L и др.) и

		низших (хлорелла – An Kistrodesmus angustu, спирагира – Spiragira) водных растений.

Биохимический метод. Биохимическая очистка возвратно-сточных вод происходит вследствие способности микробов расщеплять, окислять и восстанавливать органические и некоторые минеральные соединения, содержащиеся в сточных водах. Этот процесс может происходить в естественных условиях, например, в реках, озерах, водохранилищах, а также в верхних слоях почвы или в специальных очистных сооружениях. Различают анаэробную биологическую очистку сточных вод, происходящую при отсутствии свободного кислорода. При применении биохимического метода часто используются биофильтры – сооружение для биохимической очистки сточных вод путем фильтрации их через специально подготовленный зернистый материал при естественной аэрации. Очистка сточных вод активным илом также является одним из разновидностей биохимического метода. При биохимической очистке сточных вод в искусственно аэрируемых резервуарах, содержащиеся в них органические вещества расщепляются и окисляются микроорганизмами активного ила.

Биологический метод. При использовании биологического метода очистки возвратно-сточных вод применяются различные виды высших и низших водных растений. Яркими представителями высших водных растений являются пистия – Pistia Stratest. L, эйхория – Eichhornia, риска – Lemma minoz, тростник - Ssirpus Lacustris L, куга – Typha uhgustifolia, спироделла – Spirodella polyrcha и другие. К низшим водным растениям относятся хлорелла – An Kistrodesmus angustu, спирогира– Spiragira и другие.

В настоящей диссертационной работе основное внимание уделено применению биологического способа очистки возвратно-сточных вод различного происхождения. Если конкретно выразится, в четвертой главе диссертации, в отдельности рассмотрены и получены положительные результаты по очистке сточных вод прядильных и ткацких фабрик, шёлкомотальных

предприятий, птицеводческих фабрик и коммунально-бытовой сферы. Проблемы очистки коллекторно-дренажных вод в настоящей работе нами рассмотрены на примере коллектора Эски Амир Темур.

Во всех выше перечисленных опытах и экспериментах очистка коллекторно-сточных вод осуществлялась на основе выращивания в этих водах единственного представителя высших водных растений – пистия (Pistia straliotes L). В перспективе имеются огромные возможности применения других видов высших и низших растений, кроме пистии - Pistia straliotes L, для очистки как коллекторно-дренажных, так и сточных вод промышленных предприятий и коммунально-бытовой сферы.

Тем более в данном направлении имеются положительные результаты, полученные предшествующими исследователями. Учеными и специалистами, занимающимися в данном научном направлении, таких как А.А.Абдукадыров, С.Б.Буриев, Г.В.Васильев, Т.Васигов, М.В.Гасанов, Н.В.Галькина, К.А.Конин, Ю.Ю.Лурье, А.М.Музафаров, Ю.В.Новикова, Т.Т.Таубаев, Р.Ш.Шаякубов, А.Хасанов, А.Э.Эргашев и другими установлено, что наиболее эффективным являются биологические методы очистки как коллекторно-дренажных, так и промышленных, коммунально-бытовых сточных вод. Ими разработаны биологические методы очистки городских сточных вод и сточных вод металлургической, химической, текстильной промышленности, животноводческих комплексов и других источников с применением различных видов высших и низших водных растений [5, 34, 43, 117, 231].

Как неоднократно упомянуто выше, с 50-годов прошлого столетия, в среднеазиатском регионе, и в том числе в Зеравшанском оазисе аграрный сектор начал развиваться экстенсивным путём. При этом основное внимание уделено широкомасштабному освоению новых орошаемых земель. В связи с этим процессом, из года в год стало увеличиваться объем водозабора для целей орошения как из самой реки Зеравшан, так и их притоков. В результате такого отношения к водным ресурсам, объем стока реки Зеравшан начал уменьшаться по ее длине. Естественно, ее качество стало прогрессивно ухудшаться. Так, среднемноголетний годовой объем стока с горной части

бассейна Зеравшана составляет около 5,4 км^3 [209]. Этот объем воды формируется за счет стока реки Зеравшан и ее притоков (рис. 5.1).

Сегодня общий объем водных ресурсов реки Зеравшан и ее притоков полностью используются различными водопользователями и водопотребителями в различных отраслях экономики соседней Республики Таджикистан и Самаркандской, Наваийской, Бухарской, Джизакской и Кашкадарьинской областях нашей страны.

Из-за дефицита водных ресурсов, начавшегося в середине прошлого века, ежегодный водозабор в Зеравшанский оазис, а вернее в Бухарскую область из реки Амудари, по Аму-Бухарскому каналу, начал возрастать из года в год. За последние 10-15 лет годовой объем водозабора стабилизировался и, в среднем, составляет 4,5 км^3.

По данным Госкомприроды Республики Узбекистан, суммарный сток коллекторно-дренажных вод с орошаемых территорий, по областям Зеравшанского оазиса (Бухарская, Навоийская, Самаркандская) за последние 2002-2015 годы колеблется в пределах 3,98-4,92 км^3, что в среднем составляет 42-53% от общего водозабора. Большая часть этой воды безвозвратно теряется в естественных понижениях, образуя озера ирригационно-коллекторного происхождения [111, 148, 251, 253].

Следует также отметить, что определенная часть возвратных коллекторно-дренажных вод, формирующаяся на территории Зеравшанского оазиса, поступает в русло реки Амударьи и приводить к повышению минерализации и загрязнению с различными примесями ее воды.

К настоящему времени, водные ресурсы бассейна Зеравшана полностью используются для целей орошения, промышленного, коммунально-бытового и питьевого водоснабжения населенных пунктов. Если учесть жесткой лимитированности воды между соседными государствами, областями и внутри областей – между потребителями всех уровней, то ясно, что в ближайшей перспективе нельзя ожидать появления более качественных водных ресурсов в регионе.

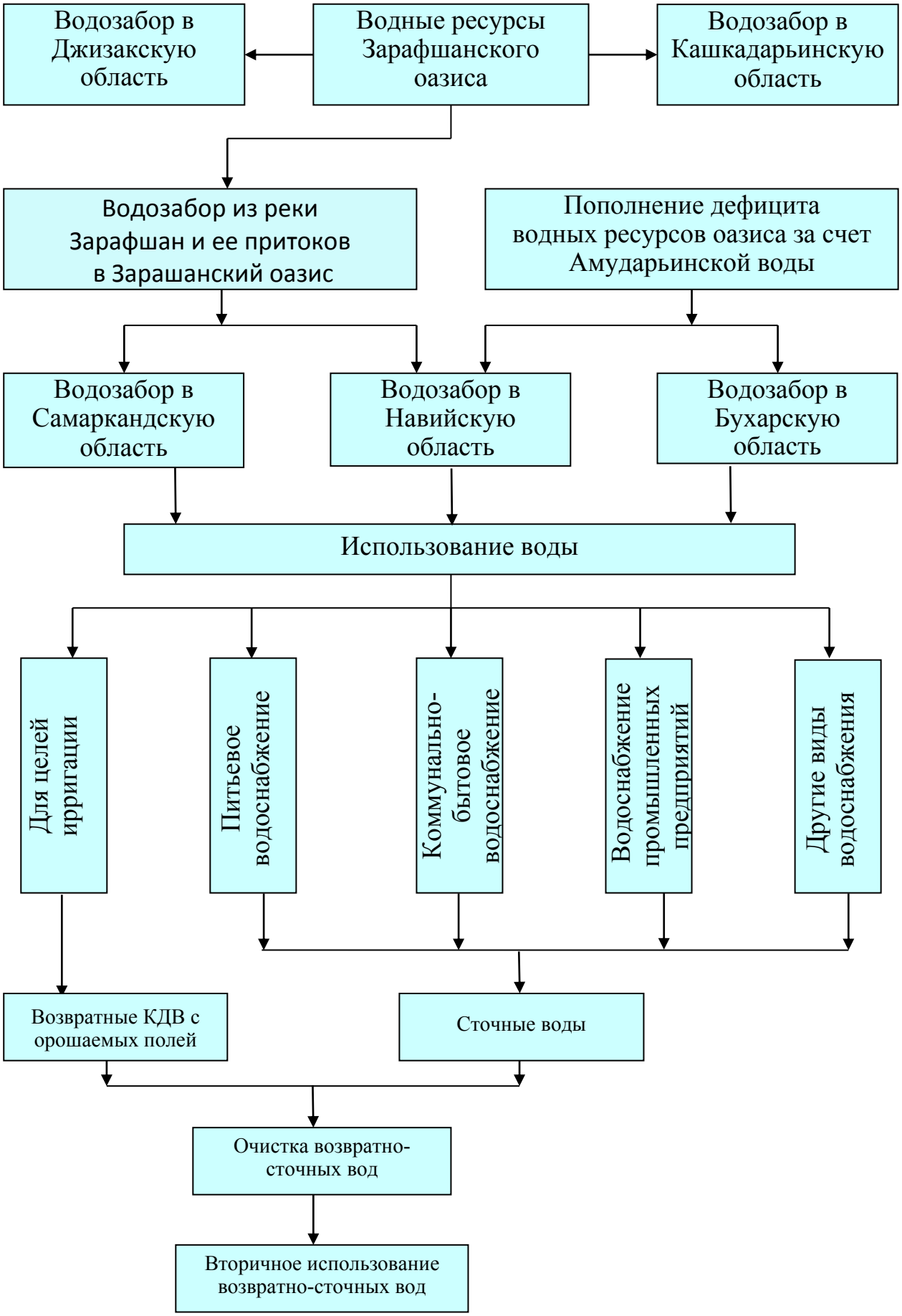


Рис. 5.1. Блок-схема формирования и подготовки возвратно-сточных вод к вторичному использованию

В связи с этим, дальнейшее развитие аграрного сектора в Зеравшанском оазисе требует разработки новых методов количественной и качественной оценки, рационального размещения и вторичного использования возвратного коллекторно-дренажного стока. В перспективе, в условиях как Зеравшанского оазиса, так и всего Узбекистана, где развито орошаемое земледелие, этот вид стока, является хоть и вторичным, будут служить дополнительным ресурсом воды.

В связи с выше изложенными положениями, в сфере государственной политике нашей страны назрела необходимость в принятии чрезвычайных мер по устранению нынешнего обстоятельства по водной безопасности и разработке долгосрочной водной программы.

Дефицит воды, отмеченный в Бухарской области в конце 50-х и в начале 60-х годов, является, скорее всего, следствием неумения эксплуатировать имеющихся водохозяйственных систем, планирования площади посевов и видов сельскохозяйственных культур, чем результатов маловодья, зафиксированные в эти годы.

С другой стороны, именно в эти годы в Зеравшанском оазисе потребности в воде уже превысили существующие запасы его водных ресурсов. При таких обстоятельствах, ключевым вопросом является проблема о том, как установить эффективный и приемлемый для водопользователей и водопотребителей порядок потребностей в воде до того, как он будет продиктован ее дефицитом.

Следующим насущным вопросом не только для Зеравшанского оазиса, но и всех аридных территорий является то, что до каких пределов можно регулировать сток рек и использовать их воду, определенной самой природой. Однако, степень приближения к этим нормам зависит от условий отчасти технологического, отчасти экономического, политического или этического характера [166].

Как известно, освоение речных водных ресурсов подразумевает, по крайней мере, следующие два направления: первое направление, это регулирование стока реки посредством создания водохранилищ, отводов воды по каналам или мер по землеустройству таким образом, чтобы в нужное время

обеспечивать водой нуждающейся на ней потребителей, независимо от суточных, сезонных и многолетних природных колебаний; второе направление, это забор воды из рек для наиболее эффективного использования других видов природных ресурсов, например, выработка полезных ископаемых, освоение рекреационных и других ресурсов.

Следует особенно подчеркнуть, что усиление и принятия мер по усовершенствованию и ускорению научных исследований и формированию общественного мнения также является насущной необходимостью для аридных районов и в том числе Зеравшанского оазиса, так как здесь пока имеются огромные возможности бережного и эффективного использования его водных ресурсов.

Выводы по пятой главе:

1. Пригодность коллекторно-дренажных вод для целей орошения зависит от их температуры, минерализации, солевого состава, ирригационного коэффициента и ряда других факторов. Среди этих факторов, при оценке пригодности коллекторно-дренажных вод для целей орошения, особое значение имеют их минерализация, химических состав солей и ирригационный коэффициент;

2. Среди солей, растворенных в поливной воде, наиболее вредными являются соли натрия. Степень вредности этих солей приблизительно характеризуется следующим соотношением масс: Na_2CO_3 : NaCl : Na_2SO_4 = 1 : 3 : 10. Для хорошо водопроницаемых почв принимаются следующие предельные нормы содержания перечисленных выше солей (в г/л): Na_2CO_3 – 1,0; NaCl – 2,0; Na_2SO_4 -5,0. Для улучшения качества воды с высоким содержанием соды необходимо добавлять гипс, который переводит Na_2CO_3 в менее вредный сульфат натрия;

3. Сопоставление результатов расчетов показали резкое уменьшение объемов повторного использования коллекторно-дренажных вод в Бухарской области. Например, в период улучшения водообеспеченности орошаемой зоны Бухарской области, т.е. 1966-1985 годы, объемы повторного использования колебались в пределах 130-340 млн. $м^3$ или 4,2-7,4% от общего объема КДС. Аналогичная ситуация наблюдается также в период лимитированного

водообеспечения, т.е. 1986-2000 годы. В этот период ежегодный объем повторно используемых КДВ колебался в пределах 130-280 млн. $м^3$ или 3,2-6,9% от их общего объема;

4. Пригодность сточных вод для удовлетворения нужд различных водопользователей и водопотребителей устанавливается путем оценки ее химических, физических и биологических показателей. Из гидрохимических и гидробиологических характеристик сточных вод наиболее важными являются такие, как минерализация, ионный состав и количества органических и загрязняющих веществ;

5. В целом, как коллекторно-дренажных, так и сточных вод можно использовать в качестве питательной среды для культивирования дешевой биомассы богатой белками, витаминами и другими полезными веществами. В результате этого процесса сточная вода очищается от различных загрязнений. Очищенную воду и биомассу можно использовать в различных отраслях экономике. Биомассу можно использовать в растениеводстве, животноводстве, рыбоводстве, медицине, а также подвергать комплексной переработке для получения из них ценных продуктов. В перспективе, надеемся, широкое использование высших водных растений для очистки промышленных и коммунально-бытовых сточных вод принесёт большую пользу в социальной и экономической сфере страны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, выполненные в монографии по изучению вопросов формирования и повторного использования возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса, дают возможность сделать следующие выводы:

1. Геологическое строение и рельеф Зеравшанского оазиса существенно отличаются от других сопредельных территорий и определяют его климатические, гидрологические и гидрогеологические условия. Климатические условия оазиса характеризуются незначительным количеством атмосферных осадков, величина которых увеличивается с запада на восток. Высокие значения температуры воздуха и, соответственно этому, высокая испаряемость, является крайне неблагоприятным в гидрологическом и гидрогеологическом отношениях факторами. В совокупности они влияют как на количество, так и на качество возвратно-сточных вод исследуемого района;

2. Орошаемые земли Зеравшанского оазиса расположены, в основном, в Самаркандской, Навоийской и Бухарской областях, где орошаемое земледелие имеет древние исторические корни. Поэтому здесь сложились особые гидрогеолого-почвенно-мелиоративные условия. В годы независимости, в оазисе, в структуре и размещении посевов сельскохозяйственных культур отмечается постепенный планомерный отказ от монокультуры хлопчатника. За истекший период площади, занятые под хлопчатником сократились в среднем в два раза и сегодня их доля составляет 50-54% от общей посевной площади или 47-48% от орошаемых земель.

3. С учетом условий формирования стока бассейн реки Зеравшан разделен на горную и среднюю части. Суммарный средний многолетний годовой расход воды с горной части бассейна равен 163 $м^3/с$, а средний многолетний объем стока составляет $5{,}140 \cdot 10^9$ $м^3$. Средний многолетний годовой объем стока малых рек и водотоков, формирующихся в средней части бассейна Зеравшана, равен $254 \cdot 10^6$ $м^3$. Общий средний многолетний годовой расход воды со всего Зеравшанского бассейна равен 171 $м^3/с$, а годовой объем стока составляет 5395,0

10^6 м^3. Из этого объема ежегодно возобновляемых водных ресурсов 95,3% относится к горной части, а 4,7 % - малым водотокам средней части бассейна Зеравшана;

4. Основными потребителями воды реки Зеравшан являются Самаркандская, Навоийская, Джизакская и Кашкадарьинская области. По объему водозабора из реки Зеравшан лидирующую позицию занимает Самаркандская область, доля которой составляет 65,4 %. Далее идут Навоийская (20,2%), Кашкадарьинская (8,6 %) и Джизакская (5,9 %) области. В настоящее время на территорию Бухарской области поступают лишь возвратные воды с верхней части оазиса. Ее потребности в воде покрываются за счет водозабора из реки Амударьи по Аму-Бухарскому каналу (АБК). Изучен гидрологический режим АБК. Вес период эксплуатации канала разделен на две части: период возрастания объема водозабора (1962-1985 годы) и период его стабилизации (1986-2015 годы). В период возрастания объем водозабора по АБК увеличился с 208,2 млн. м^3 в 1962 году до 6,22 млрд. м^3 в 1985 году, а в период стабилизации величины объема водозабора колеблются в пределах от 3,33÷5,87 млрд м^3. Как видно, в маловодные годы в оазисе чувстуется острый дефицит воды для целей орошения;

5. Улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель Зеравшанского оазиса невозможно представить без коллекторно-дренажной сети. Динамика объема формируемых КДВ с орошаемых массивов зависит, в основном, от водности года, расходов воды на орошения и промывку земель, уровня залегания грунтовых вод, сбросов с орошаемых полей и эффективности работы дренажной сети. В настоящее время основная часть КДВ Зеравшанского оазиса формируется с орошаемых площадей Бухарской области (67%). Объем КДС по Самаркандской области изменялся в пределах 15,6÷17,1%, а в Навоийской области – 13,1÷18,2% относительно от всего объема по Зеравшанскому оазису;

6. Бухарская область является одной из критических зон, поставляющих огромные солевые массы (ежегодно, в среднем, 3,0÷3,5 млн. тонн) в русло реки Амударьи. С другой стороны, орошаемая территория Бухарской области также отличается

наиболее высоким значением (в пределах 4,5÷5,0 млн. тонн ежегодно), относительно других областей оазиса, по объему поступления солей с речными водами. Проведены опыты по очистке КДВ на ключевом коллекторе Эски Амир Темур с применением биологических методов, т.е. с выращиванием в них высших растений, как пистия, эйхорния, ряска и другие. Результаты опытов показали, что очищенные биологическим методом коллекторные воды могут быть использованы вторично в различных отраслях сельскохозяйственного производства. Это свидетельствуют о перспективности данного научного направления, называемого биологическим методом очистки возвратных вод;

7. Произведена оценка объема сброса загрязненных сточных вод по Зеравшанскому оазису. За последние пять лет (2007-2011 гг.) их объем изменялся в пределах 7,41÷8,13 млн. м^3. Объем нормативно-очищенных сточных вод колебался в пределах 689,53-761,5 млн. м^3. Однако, не смотря на малые количества объемов сбросов загрязненных сточных вод, качество воды в природном водном объекте под их влиянием меняется очень существенно. Поэтому, с учетом нынешнего положения в Зеравшанском оазисе с промышленными и коммунально-бытовыми сточными водами, необходимо усовершенствование существующих и разработки новых методов их очистки. В отличие от предшествующих исследователей, нами применен биологический способ очистки коммунально-бытовых сточных вод, а также сточных воды различных промышленных предприятий, на основе выращивания высшего водного растения пистия (Pistia straliotes L.);

8. Разработана биотехнология очистки коммунально-бытовых сточных вод и сточных вод различных промышленных предприятий. Данная технология апробирована на сточных водах прядильных и ткацких фабрик, шелкомотальных предприятий, птицеводческих фабрик и городской коммунально-бытовой сферы.

9. Пригодность коллекторно-дренажных вод для целей орошения зависит от их температуры, минерализации, солевого состава, ирригационного коэффициента и ряда других факторов.

Анализ результатов расчетов показали резкое уменьшение объемов повторного использования коллекторно-дренажных вод в Бухарской области. Например, в период улучшения водообеспеченности орошаемой зоны Бухарской области, т.е. 1966-1985 годы, объемы повторного использования колебались в пределах 130-340 млн. $м^3$ или 4,2-7,4% от общего объема КДС. Аналогичная ситуация наблюдается также в период лимитированного водообеспечения, т.е. 1986-2000 годы. В этот период ежегодный объем повторно используемых КДВ колебался в пределах 130-280 млн. $м^3$ или 3,2-6,9% от их общего объема;

10. В целом, результаты исследования показали огромную возможность использования зеленых микроводорослей для очистки коллекторно-дренажных вод от различных загрязнителей. Очищенную воду и биомассу можно использовать в различных отраслях экономики. Биомассу можно использовать в растениеводстве, животноводстве, рыбоводстве, медицине, а также подвергать комплексной переработке для получения из них ценных продуктов. В перспективе, надеемся, широкое использование высших водных растений для очистки промышленных и коммунально-бытовых сточных вод принесёт большую пользу в социальной и экономической сфере страны.

11. На основе изучения единой системы процессов формирования, очистки и повторного использования возвратно-сточных вод установлены следующие циклы их осуществления: 1 цикл - водозабор для различных целей из источников; 2 цикл - использование воды для целей ирригации, питьевого, коммунально-бытового и промышленного водоснабжения и др.; 3 цикл - формирование КДВ с орошаемых полей и сточных вод коммунально-бытовых и промышленных предприятий; 4 цикл – количественная и качественная оценка возвратно – сточных вод; 5 цикл – рациональное размещение возвратно-сточных вод; 6 цикл – очистка возвратно-сточных вод с применением различных способов; 7 цикл – повторное использование очищенных возвратно-сточных вод в различных отраслях экономики (ирригация, промышленность, коммунально-бытовое водоснабжение, рекреация, создание ветландов и др.);

12. В целом, дальнейшее развитие аграрного сектора в

Зеравшанском оазисе потребует разработки новых и усовершенствование существующих методов количественной и качественной оценки, рационального размещения и вторичного использования возвратного коллекторно-дренажного стока и стока промышленных предприятий, коммунально-бытовой сферы. В перспективе, в условиях как Зеравшанского оазиса, так и всего Узбекистана, где развито орошаемое земледелие, этот вид стока, является хоть и вторичным, будут служить дополнительным ресурсом воды.

В связи с выше изложенными положениями, в сфере государственной политики нашей независимой страны назрела необходимость в проведении научно обоснованных мероприятий по устранению нынешнего положения по водной безопасности и разработке долгосрочной водной программы как для Зеравшанского оазиса в отдельности, так и для всего Узбекистана в целом. Следует особенно подчеркнуть, что ускорение в принятии мер по усовершенствованию и внедрению научных исследований в области охраны и рационального использования водных ресурсов, а также формирование общественного мнения, направленного на решение этих проблем, является насущной необходимостью для аридных районов и, в том числе, Зеравшанского оазиса. Здесь пока имеются огромные возможности для решеня задач, связанных с бережным и эффективным использованием существующих водных ресурсов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бўсағасида, хавф-сизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари. -Тошкент: Ўзбекистон, 1997. -267 б.

2. Каримов И.А. Аждодларимиз бебаҳо мероси абадиятга дахлдор маънавий хазинадир. “Халқ сўзи” газетаси, 2014 йил, 16 май.

3. Каримов И.А. Ўзбекистонда озиқ-овқат дастурини амалга оширишнинг муҳим заҳиралари мавзуидаги Халқаро Конференциянинг очилиш маросимидаги нутқи. “Халқ сўзи” газетаси, 2014 йил, 7 июнь.

4. Каримов И.А. Она юртимиз бахту иқболи ва буюк келажаги йўлида хизмат қилиш – энг олий саодатдир. -Тошкент: «Ўзбекистон» НМИУ, 2015. -304 б.

5. Абдукадыров А. Применение микроводорослей в очистке азотмедьсодержащих промышленных стоков в биологических прудах // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. - Ташкент, 1991. – 24 с.

6. Абдуллаев А.К. Агрометеорологическая оценка состояния и прогноз урожайности посевов хлопчатника в Узбекистане. -Ташкент: САНИГМИ, 1997. -172 с.

7. Абдуллаев И.Х., Якубов М.А. Проблемы водосбережения и мелио-рации орошаемых земель Бухарского оазиса. -Ташкент: Фан, 2006. -140 с.

8. Абулқосимов А.А., Абдуллаев С.И. Географик қобиқ тўғрисидаги таълимот: таркиб топиши, ривожланиши ва ҳозирги муаммолари // Геогра-фия ва геоэкология. Илмий мақолалар тўплами. –Самарқанд, 2017. –Б. 4-11.

9. Абуталиев Ф.Б., Умаров У.У., Измайлов И.И., Хабибуллаев И.Х. и др. Численное моделирование водно-солевого режима орошаемых массивов и его автоматизация на ЭВМ // Тезисы докладов 27-го Международного геологического конгресса. Т.7. М.: Наука, 1984. - С.338-339.

10. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. - М.: Колос, 1978. - 288 с.

11. Аденбаев Б.Е., Курбаниязов А.К., Умаров А.З.. Проблемы использования водных ресурсов трансграничных рек бассейна

Амударьи // Известия ГО Узбекистана. -Ташкент, 2014. -Том 43. -С. 159-162.

12. Аденбаев Б.Е., Хайдарова О.А. О некоторых подходах к интегрированному управлению водными ресурсами бассейна Амударьи // Известия ГО Узбекистана. -Ташкент, 2014. -Том 44. -С. 104-105.

13. Азизов А.А. Проблемы управления водными ресурсами в Центральной Азии. - В кн.: Водохранилища, чрезвычайные ситуации и проблемы устойчивости. -Ташкент: Университет, 2004. -С.32-42.

14. Айдаров И.П., Рекс А.М., Якиревич А.М. Расчет водно-солевого режима орошаемых земель. - М.: ВНИИГиМ, 1985. - 40 с.

15. Акрамов З.М., Рафиков А.А. Прошлое, настоящее и будущее Аральского моря. -Ташкент: Мехнат, 1990. -144 с.

16. Аламанов С.К, Лелевкин В.М, Подрезов О.А. и др. Современные изменения климата и водные проблемы Центральной Азии. -Москва-Бишкек: WWF России, 2006. -182 с.

17. Алекин О.А. Основы гидрохимии. -Л.: Гидрометеоиздат, 1970. -443 с.

18. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. - Л.: Гидрометеоиздат, 1971. -363 с.

19. Алексеевский Н.И., Фролова Н.Л., Христофоров А.В. Мониторинг гидрологических процессов и повышение безопасности водопользования. -М.: Изд-во МГУ, 2011. -408 с.

20. Алибеков Л.А. Современные проблемы и задачи географической науки в Узбекистане // Известия ГО Узбекистана. -Ташкент, 1998. -Том 19. -С. 21-23.

21. Алимов Р.А., Зудина Н.И., Аскарова В.Е. Структура водного баланса орошаемых территорий низовий Зеравшана (Бухарская область) в современных условиях и ее изменение под влиянием водохозяйственного строительства // Сб. научных трудов САНИИРИ. – Вып.148. 1976. – С. 35-47.

22. Артикова Ф.Я., Мирсаидова С.К., Ширинбоев Д.Н. Зарафшон дарёси йиллик оқимининг антропоген омиллар таъсирида ўзгаришини миқдорий баҳолаш // Ўз ГЖ ахбороти. 38-жилд. -Тошкент, 2011. -Б. 161-164.

23. Бабкин В.И. Метод множественной линейной корреляции и его применение в гидрологических исследования // Сб. работ по гидрологии. – Л.: Гидрометеодиздат, 1970. -№9. –С. 29-39.

24. Бабушкин Л.Н. Климатография Средней Азии. -Ташкент, 1981. -91 с.

25. Балашова Е.Н., Житомирская О.М., Климатическое описание Зеравшанского района. -Л.: Гидрометеоиздат, 1963. -106 с.

26. Баратов П.Х., Маматкулов М.М., Рафиков А.А. Ўрта Осиё табиий географияси. -Тошкент, 2002. -336 б.

27. Беспалов Н.Ф. Использование минерализованных вод для орошения и промывки в Узбекистане // Использование минерализованных вод в сельском хозяйстве. – Ашгабад: Ылым, 1984. – С. 46-53.

28. Бобокулов Х.Р., Малабаев Н.И. Использование на орошение тонковолокнистого хлопчатника дренажных вод в условиях такырных почв Каршинской степи. -В кн.: Использование минерализованных вод в сельском хозяйстве. Под редакцией И.С.Рабочева. Ашхабад: Ылым, 1984. - С.90-93.

29. Болгов М.В., Мишон В.М., Сенцова Н.И. Современные проблемы оценки водных ресурсов и водообеспечения. -М.: Наука, 2005. -318 с.

30. Большое Аралькое море в начале XXI века. -М.:Наука, 2012. -229 с.

31. Будыко М.И. Изменения климата. -Л.: Гидрометеоиздат, 1974. -279 с.

32. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. -Л.: Гидрометеоиздат, 1980. - 350 с.

33. Буриев С.Б. Микроводоросли как очистители сточных вод и объекты для разработки эффективных водоохранных биотехнологий // Автореф. дисс. … докт. биол. наук. - Ташкент, 1993. -43 с.

34. Буриев С.Б., Хайитов Ё.К. Биотехнология очистки сточных вод текстильной промышленности // 1-й съезд микробиологов Узбекистана. - Ташкент, 1997. -С. 25-31.

35. Буриев С., Хайитов Ё. и др. Использование водных растений в водоохранной биотехнологии Бухарской области // Экологические проблемы … Бухарского региона. – Бухара, 1997.

– С. 14-17.

36. Буриев С.Б., Хайитов Ё.К. О роли водных рестений в биологической очистке сточных и коллекторных вод // Биология ва экологиянинг ҳозирги муаммолари. Республика илмий-амалий анжуман материаллари -Самарқанд, 1999. -Б. 251-252.

37. Бўриев С.Б., Ҳайитов Ё.Қ. Тубан ва юксак сув ўтларини Бухоро регионида ўстириш биотехнологияси ва улардан халк хўжалигида фойдаланиш // Ўрта Осиё, Қуйи Амударё бўйи регионы экологик муаммолари. Республика илмий анжуман материаллари. -Бухоро, 2003. -Б. 68-70.

38. Буриев С.Б., Хайитов Ё.К. Разработка биотехнологических основ очистки загрязенных вод с водными растениями и их использование в сельском хозяйстве // Сборник материалов международной научно-практической конференции. Проблемы экологии в сельском хозяйстве. -Бухара, 2003.- С. 418-419.

39. Бўриев С.Б., Ҳайитов Ё.Қ., Рашидов Н. Э. Нефтни қайта ишлаш корхонаси оқова сувини тозалаш биотехнологияси // Республиканская научно-практическая конференция. Актуальные проблемы химии высокомолекулярных соединений. -Бухоро, 2010. -Б. 30-31.

40. Бўриев С., Рашидов Н., Ҳайитов Ё.Қ. Ишлаб чиқариш корхоналари оқова сувида юксак сув ўсимликларини кўпайтириш // Ўзбекистон флораси … ва ундан оқилона фойдаланиш муаммолари. -Самарқанд, 2011. -Б 29-31.

41. Бўриев С., Ҳайитов Ё.Қ., Рашидов Н. Биотехнологические методы очистки возвратно-сточных вод с целью использования их в сельском хозяйстве // Промлемы рекультивации отходов быта промышленного и сельскохозяйственного производство. -Краснодар, 2015. –С. 237-238.

42. Буриев С.Б., Хайитов Ё.К. Ишлаб чиқариш корхоналарида оқова сувларни тозалашнинг экологик биотехнологияси // Барқарор ривожланишнинг муҳим экологик омиллари мавзуидаги Республика илмий-амалий конфренцияси. – Бухоро, 2013. - Б. 37-38.

43. Васигов Т., Хужахмедов Д., Юнусов И., Матвиенко О.Ф. О роли микроводорослей и высших водных растений и очистка сточних вод в биологических прудах // Физиолого-биохимические аспекты курьтивирования водорослей и высших

водных растений в Узбекистане. –Ташкент: Фан. 1976. – С. 24-27.

44. Васильев Г.В. Очистка сточных вод предприятий текстильной промышленности. –М.: ГИЗЛЕГРОМ, 1959. - 227 с.

45. Вафин Р.Г., Гумиров Н.Р. Методическое указание по определению объема коллекторно-дренажных вод для разбавления с оросительной в зависимости от их минерализации в целях использования на орошение. -Ташкент, Узгипроводхоз, 1986. - 25 с.

46. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Современные проблемы гидрологии. -М.: «Академия», 2008. -320 с.

47. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии. -М.: «Академия», 2010. -304 с.

48. Виноградов Ю.Б. Виноградова Т.А. Прикладная гидрология. -СПб.: СПбГЛТУ, 2014. -196 с.

49. Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда. -Ташкент: Университет, 2000. -398 с.

50. Воейков А.И. Избранные сочинения. Т. 1. -М. -Л.: Изд-во АН СССР, 1948. -750 с.

51. Вульф Е.В., Малеева О.Ф. Мировые ресурсы полезных растений (справочник). - Л.: Наука, 1969. – 78 с.

52. Гасанов М. В., Абдуллаева Х.А., Кирилова Л.К. Некоторые резуьтаты по очистке хозфекальных вод с использованием хлореллы // Изд-во АН Азерб. ССР. Сер. Биол. и. мед. наук. №5, 1963. - С.33-35.

53. Географические проблемы региона Каспийского моря и изучение путей достижения устойчивого развития территорий / Отв. ред. В.М. Котляков, О.Б. Глезер. -М.: Медиа-Пресс, 2015. -112 с.

54. Географо-гидрологические исследования // Вопросы географии. Сборник 133. Отв. ред. Н.И.Коронкевич, Е.А.Барабанова. -М.: Издательский дом «Кодекс», 2012. -494 с.

55. Геткер М.И, Глазырин Г.Е., Емельянов Ю.Н. Влияния некоторых элементов орографии на распределение осадков в горных бассейнах // Тр. САРНИГМИ, 1972. -Вып. 62(77). -С. 30-38.

56. Геткер М.И., Куропатка Л.М., Рубинова Ф.Э. Сток возвратных вод в бассейне р. Сырдарьи и его влияние на

минерализацию речной воды в современных условиях и в перспективе // Тр. САРНИГМИ, 1975. –Вып. 25 (106). – С. 3-22.

57. Гидрогеология СССР. Том XXXIX. Узбекская ССР // Под редакцией Г.А.Мавлянова. – Ташкент: Фан, 1971. – 572 с.

58. Гидрологическая изученность. Том 14. Средняя Азия. -Вып.3. Бас. р. Амударьи. -Л.: Гидрометеоиздат, 1967. -323 с.

59. Глазырин Г.Е. Горные ледниковые системы, их структура и эволюция. -Л.: Гидрометеоиздат, 1991. -109 с.

60. Глазырин Г.Е., Группер С.Р., Глазырина М.Г. Изменение климата на разных высотах в Узбекистане // Тр. НИГМИ. -Ташкент, 2007. -Вып. 8(253). -С. 5-14.

61. Глазырин Г.Е., Камнянский Г.М, Перцигер Ф.И. Лежим ледника Абрамова. – СПб: Гидрометеоиздат, 1993. -228 с.

62. Глазырин Г.Е., Хикматов Ф.Х., ... , Хайитов Ё.К. и др. Методика исследования гидрологического режима горных рек. – Ташкент: Fan va texnologiya, 2016. – 172 с.

63. Глазырин Г.Е., Чанышева С.Г., Чуб В.Е. Краткий очерк климата Узбекистана. -Ташкент: НИГМИ, 1999. -29 с.

64. Глухова Т.П., Стрельникова Г.А. Минерализованные воды Узбекистана как резерв орошения. – Ташкент: Фан, 1977. – 128 с.

65. Глушков В.Г. Вопросы теории и методы гидрологических исследований. -М.: Изд-во АН СССР, 1961. -414 с.

66. Горное оледенение Узбекистана и смежных территорий. -Ташкент: Фан, 1966. -118 с.

67. Грани гидрологии / Перевод с английского. -Л.: Гидрометеоиздат, 1987. -535 с.

68. Денисов Ю.М. Схема расчета гидрографа стока горных рек. -Л.: Гидрометеоиздат, 1965. -103 с.

69. Денисов Ю.М. Математическая модель процессов тепло-, влаго- и солепереноса в почвогрунтах // Математическое моделирование гидрогеологических процессов. Новосибирск: СО АН СССР, 1984. –С.49-55.

70. Джуманиязова Г.И., Нарбаева Х.Н. и др. Микробные биотехнологии для повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур // Тезисы докладов международной теоретической и практической

конференции. Образование и наука в интересах устойчивого развития. – Ташкент, 2016. – с. 68.

71. Джурабеков И.Х., Лактаев Н.Т. Совершенствование оросительных систем и мелиорации земель Узбекистана. Ташкент: Узбекистан, 1983.-152 с.

72. Домлажонов Қ.А., Ҳайитов Ё.Қ., Зулпихоров А. Дарёларнинг гидрокимёвий режими (масштаб: 1:3000000) // Ekologiya xabarnomasi. -Тошкент, 2007. -№ 3 (72). -Б.20, 35.

73. Дружинин И.П. Долгосрочный прогноз и информация. - Новосибирск: Наука, 1987. - 255 с.

74. Духовный В.А. Ирригационные комплексы на новых землях Средней Азии. - Т.: Узбекистан, 1983. - 184 с.

75. Духовный В.А. Водохозяйственный комплекс в зоне орошения. Формирование, развитие. - М.: Колос, 1984. - 255 с.

76. Духовный В.А. Мелиорация и водное хозяйство засушливой зоны. – Ташкент: Мехнат, 1993. – 300 с.

77. Духовный В.А., Соколов В.И. Стратегия управления водными ресурсами Средней Азии. - В кн. Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда. -Ташкент: Университет, 2000. - С.121- 151.

78. Закономерности гидрологических процессов / Под редакцией Н.И. Алексеевского. -М.: ГЕОС, 2012. -736 с.

79. Зенин А.А. Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. -239 с.

80. Зияев Р.Р., Ҳикматов Ф.Ҳ., Ҳайдаров С.А. Зарафшон дарёси тўлинсув даври оқимининг шаклланиши ва унинг силжишлари ҳақида // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. -Тошкент, 2015. 45-Жилд. - Б.186-189.

81. Ибрагимов Г.А. Использование минерализованных вод на орошение хлопчатника. –Т ашкент: ФАН, 1973. - 176 с.

82. Изменчивость климата Средней Азии // Под ред. Ф.А. Муминова, С.И. Иногамовой. -Ташкент: САНИГМИ, 1995. -215 с.

83. Икрамов Р.К. Проблемы регулирования водно-солевого режима орошаемых территорий Узбекитана в условиях дефицита водных ресурсов и ухудшения их качества. - В кн.: Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда. -Ташкент: Университет, 2000. -С. 206-219.

84. Икрамов Р.К. Мелиоративно-технологические принципы

управления водно-солевыми режимами орошаемых земель (на примере крупных массивов Средней Азии) в условиях дефицита водных ресурсов // Автореф. дисс. … докт. техн. наук. –Ташкент: ТИИМСХ, 2002. - 44 с.

85. Иногамова С.И., Мухтаров Т.М., Мухтаров Ш.Т. Особенности синоптических процессов Средней Азии. -Ташкент: САНИГМИ, 2002. -485с.

86. Интегрированное управление водными ресурсами. От теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии. -Ташкент, 2008. -363 с.

87. Ирригация Узбекистана. Том III. -Ташкент: Фан, 1979. -357 с.

88. Кабанов Н.М. Высшие водные растения в связи с загрязнением континентальных водоемов // Труды ВГБО. - М., 1962. -С. 61-65.

89. Кадыров Х.А. Инженерное регулирование водно-солевого баланса Бухарского оазиса на базе использования подземных вод // Вопросы гидротехники. 1969, №3. –С. 63-78.

90. Кадыров Б.Н. Принципы комплексной реконструкции мелиоративных систем (на примере орошаемых оазисов низовий реки Зерафшан) // Дисс. … канд.техн.наук. Ташкент, 1982. - 173 с.

91. Кадыров Б.Н. Принципы комплексной реконструкции мелиоратвных систем (на примере орошаемых оазисов низовий р.Зеравшан) // Автореф. дисс. … канд. техн. наук. –Ташкент: САНИИРИ, 1982. - 24 с.

92. Калинин Г.П. Проблемы глобальной гидрологии. -Л.: Гидрометеоиздат, 1968. -377 с.

93. Карандаева Л.М. Прогнозы стока рек Вахш и Зеравшан на июль, август, сентябрь // Автореф. дисс. … канд. техн. наук. - Ташкент, 2004. -26 с.

94. Карандаева Л.М. Изменчивость и изменение составляющих стока рек Пяндж, Вахш, Зеравшан // Тр. НИГМИ, 2005. -Вып. 5(250). -С. 68-77.

95. Карандаева Л.М, Царёв Б.К. Динамика полей температуры и осадков в бассейне Зеравшана // Тр. НИГМИ, 2007. -Вып. 8(253). -С. 48-62.

96. Каримов Х.К. Сточные воды заводов первичной

обработки кенафа. -В кн.: О производственной культуре одноклеточных водорослей. –Ташкент, 1966. –С. 113-123.

97. Климатологический справочник СССР. –Вып. 19. Узбекская ССР. -Ташкент, 1965. -С. 202.

98. Ковда В.А. Основы учения о почвах. М.: Наука, 1973. Кн.1. - 228 с. Кн.2. - 469 с.

99. Коваленко В.В. Частично инфинитивная гидрология. -СПб.: Изд-во РГГМУ, 2007. -230 с.

100. Коновалов В.Г. Таяние и сток с ледников в бассейнах рек Средней Азии. -Л.: Гидрометеоиздат, 1985. -238 с.

101. Костяков А.Н. Основы мелиорации. – М.: Сельхозгез, 1967. - 624 с.

102. Котляков В.М., Комарова А.И. Толковый двуязычный словарь по географии. -М.: АНО «Диалог культур», 2012. -768 с.

103. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления воднохозяйственными системами. -М.: Наука, 1982.-271 с.

104. Крылов М.М. Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. -Ташкент: АН УзССР, 1959. - С.236.

105. Кузин П.С., Бабкин В.И. Географические закономерности гидрологического режима рек. -Л.: Гидрометеоиздат,1979. -200 с.

106. Кудратов Т.У. Особенности формирования и рационального использования возвратных вод в условиях лимитированного вододеления // Автореф. дисс. … канд. техн. наук. –Ташкент: Узгидромет, 2004. - 20 с.

107. Кутлиев Д. Микроорганизмы промышленно-бытовых и сельскохозяйственных сточных вод Узбекистана и их очистительная роль // Автореф. дисс. … докт. биол. наук. – Ташкент, 1993. – 45 с.

108. Легостаев В.М. Об использовании вод повышенной минерализации на орошения. – Ташкент: Госиздат, 1961. – 100 с.

109. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. –М.: Недра, 1984. – 204 с.

110. Мавлянов Э.В. Инженерно-геологические основы орошения земель аридной зоны. –Ташкент: Фан, 1989. – 134 с.

111. Мамарасулов С.М. Водная проблема в бассейне Зеравшана и пути ее решения. – Ташкент: Узбекистан, 1972. – 213 с.

112. Мережко А. И. К вопросу о роли высших водных растений в детоксикации вредных веществ в водоемах. –Киев: Наукова Думка, 1977. -62 с.

113. Мирзаев С.Ш., Каримов А.Х. Основы совместного использования подземных вод на орошение. – Ташкент: Фан, 1989. – 103 с.

114. Мирзаев С.Ш. Основные институты управления водными ресурсами бассейна Аральского моря. -В кн.: Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда. -Ташкент: Университет, 2000. -С. 308- 331.

115. Музаффаров А.М., Васигов Т.В. Водоросли и водно-болотные растения в биологической очистке сточных вод // В сб. Бактерии, водоросли, грибы (экология, физиология, биохимия). – Ташкент: Фан, 1987. –С.3-11.

116. Музаффаров А.М., Таубев Т.Т. Охрана водоемов и роль высшей водной растительности и водорослей в очистке коммунально-промышленных стоков // Материалы совещания по охране объектов растительного мира рек Средней Азии и Казахстана. –Ташкент, 1971. -С.5-7.

117. Музаффаров А.М., Шоякубов Р.Ш., Юнусов И.И. и др. Опыт культивирования Pistia Stratiotes L. и ее использование в очистке сточных вод // Узбекиский биологический журнал, 1983, №4. –С. 29-32.

118. Муминов Ф.А., Абдуллаев Х.М. Агроклиматические ресурсы Республики Узбекистан. -Ташкент: САНИГМИ, 1997. -176 с.

119. Мухамеджанов Ш.Ш. Установление закономерности формирования дренажного стока и влияние его использования на гидрогеолого-мелиоративные процессы орошаемой зоны (на примере Ферганской долины) // Автореф. дисс. …канд. техн. наук. –Ташкент: САНИИРИ, 1990. - 24 с.

120. Мухамеджанов Ш.Ш. Установление закономерности формирования дренажного стока и влияние его использования на гидрогео- лого-мелиоративные процессы орошаемой зоны (на примере Ферганской долины) // Дисс. ... канд. техн. наук. Ташкент: САНИИРИ, 1990. - 187 с.

121. Назаров А.С. Использование пестицидов и оценка загрязнения хлорорганическими соединениями поверхностных

вод Ташкентской области // Водные проблемы аридных территорий. - Ташкент. - 1994. Вып. 2. - С. 102-121.

122. Назаров И. К., Аллаёров И.Ш. Бухоро географияси. - Бухоро. 1994. - 67 б.

123. Насыров М.А. Ледники бассейна р. Зеравшан. - В кн.: Современное оледенение в бассейне р. Зеравшан. -Ташкент: ФАН, 1972. -С. 4-15.

124. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (Ретроспектив-ный анализ за 1988-2007 гг.). -Ташкент: Chinor ENK, 2008. -298 с.

125. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. –Л.: Гидрометеоиздат, 1990. -229 с.

126. Никаноров А.М. Гидрохимия. -Л.: Гидрометеоиздат, 1989. -351 с.

127. Никитин А.М. Водохранилища Средней Азии. -Л.: Гидрометеоиздат, 1991. -165 с.

128. Основные гидрологические характеристики. Том 14. Средняя Азия. Бассейн р. Амударьи. -Л.: Гидрометеоиздат, 1976. -435 с.

129. Ососкова Т.А., Хикматов Ф.Х., Чуб В.Е. Изменение климата. - Ташкент: НИГМИ, 2005. -40 с.

130. Остепеня П.В. Очистка сточных вод в биологических прудах. – Минск: Наука, 1961. – 205 с.

131. Очерки развития гидрометеорологии в Средней Азии // Отв. ред. Н.Н. Аксарин, С.И. Иногамова. -СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. -440 с.

132. Очерки развития гидрометеорологии в Республике Узбекистан. - Ташкент: НИГМИ, 2011. -330 с.

133. Подрезов О.А. Горная климатология и высотная климатическая зональность Кыргызстана. -Бишкек: Изд-во КРСУ, 2014. -170 с.

134. Пособие по определению расчетных гидрологических характерис-тик. -Л.: Гидрометеоиздат, 1984. - 447 с.

135. Проблемы охраны водных ресурсов и окружающей среды / Сборник докладов. -Ташкент, 2000. -192 с.

136. Расулов А.Р., Ҳикматов Ф.Ҳ., Акбаров А.А. Гидрология атамалари ва тушунчаларининг русча-ўзбекча луғати.

-Тошкент:Университет,1993.-96 б.

137. Расулов А.Р., Ҳикматов Ф.Ҳ., Айтбаев Д.П. Гидрология асослари. -Тошкент: Университет, 2003. -327 б.

138. Раткович Д.Я. Гидрологические основы водообеспечения. -М.: ИВП РАН, 1993. -430 с.

139. Рачинский А.А., Халикулов С.И. Водные ресурсы и орошаемое земледелие. - В кн.: Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда. -Ташкент: Университет, 2000. -С. 219-234.

140. Рахимбаев Ф.М. Особенности орошения сельскохозяйстенных культур. – Ташкент: Мехнат, 1986. -136 с.

141. Рахимбаев Ф.М., Ибрагимов Г.А. Использование дренажных грунтовых вод для орошения. -М.: Колос, 1978. - 190 с.

142. Рахматуллаев А.Р., Хушназаров И., Абжалова У. Зарафшон дарёси сувининг инсон таъсирида миқдор ва сифат ўзгаришлари // Республика илмий-амалий анжумани материаллари. -Самарқанд, 2007. -Б. 74-75.

143. Рашидов Н.Э., Хайитов Ё.К., Буриев С.Б. Использование водных растений в очистке коллекторных и сточных вод // Доклады АН РУз. -Тошкент, 1998. -№ 7. -С.40-41.

144. Региональная модель для интегрированного управления водными ресурсами в сдвоенных речных бассейнах «RIVERTWIN» // Под ред. В.А.Духовного. -Ташкент: НИЦ МКВК, 2008. -213 с.

145. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 14. Средняя Азия. Вып. 3. Бассейн реки Амударьи. -Л.: Гидрометеоиздат, 1971. -471 с.

146. Решеткина Н.М., Спицин А.К., Шуравилин В.А. Орошения хлопчатника дренажными водами // Гидротехника и мелиорация. – Ташкент, 1972, №3. – С. 21-25.

147. Рубинова Ф.Э. Изменение стока р. Сырдарьи под влиянием водохозяйственного строительства // Тр. САНИГМИ. - 1979. – Вып. 58 (139) – 136 с.

148. Рубинова Ф.Э. Изменение стока р. Амударьи под влиянием водных мелиораций в ее бассейне // Тр. САНИГМИ. – 1985. –Вып. 106 (187). -138 с.

149. Рубинова Ф.Э. Влияние водных мелиораций на сток и гидрохимический режим рек бассейна Аральского моря // Тр. САНИГМИ. – 1987. – Вып. 124 (205). – 159 с.

150. Рубинова Ф.Э., Доронина С.И., О.З.Хасанов. Водный баланс территории бассейна р.Зеравшан (зона влияния Аму-Бухарского канала) // Труды САНИГМИ, вып. 127 (208). М.: Гидрометеоиздат, 1988. - С.78-88.

151. Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н. Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. -Ташкент: НИГМИ, 2005. -186 с.

152. Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. Оценка точности гидрологических расчетов. -Л.: Гидрометеоиздат, 1990. -276 с.

153. Рождественский А.В., Чеботарёв А.И Статистические методы в гидрологии. -Л.: Гидрометеоиздат, 1974. -424 с.

154. Сергеев А.И. Математическое моделирование влияния орошаемого земледелия на гидрологический и гидрохимический режим рек. -Ташкент: САНИГМИ, 1998. -202 с.

155. Сергеев А.И. Математическое моделирование влияния орошаемого земледели я на гидрологический и гидрохимический режим рек // Автореферат дисс. … докт. техн. наук. -Ташкент. САНИГМИ, 2001. -49 с.

156. Сиддиков Х. Водный баланс бассейна р. Зеравшан // Автореф. дисс. … канд. геогр. наук. -Баку, 1976. -24 с.

157. Современное оледенение в бассейне р.Зеравшан. -Ташкент: Фан, 1972. - 84 с.

158. Соколов В.И. Стратегия управления водными ресурсами в бассейне Аральского моря с учетом возможных изменений климата // Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РК ООН об изменении климата. Бюллетень № 3. -Ташкент: САНИГМИ, 1999. -С. 15-24.

159. Солиев А. Ўзбекистон иқтисодий ва ижтимоий географияси. -Тошкент: Университет, 2014. -404.б.

160. Справочник по климату СССР. -Вып. 19. Узбекская ССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Часть 2. Атмосферные осадки. -Ташкент, 1973. -290 с.

161. Справочник по физико-химическим методам исследования объектов окружающей среды. – Л.: Наука, 1979. -78

с.
162. Средняя Азия / Под ред. Э.М.Мурзаева. -М.: АН СССР, 1958. -648 с
163. Средняя Азия / Под общей ред. И.П.Герасимова. - М.: Наука, 1968. - 484 с.
164. Строганов Н.С. Практическое руководство по гидрохимии. –М.: Недра, 1980. – 127 с.
165. Субботина О.И. Влияние орографии на температурный режим в горах Средней Азии // Тр. САРНИГМИ. - 1971. - Вып. 59(74). - 123 с.
166. Сув – Ўзбекистон келажаги учун муҳим ҳаётий ресурс. – Тошкент, 2007. -135 б.
167. Тажиев Ш. Роль водорослей в биологической очистке сточных вод г.Чимкента // Автореф. дисс. … канд. биол. наук. – Ташкент, 1984. – 19 с.
168. Таубаев Т.Т. Флора и растительность водоёмов Средней Азии и их использование в народном хозяйстве. – Ташкент, 1970. – 490 с.
169. Таубаев Т.Т., Буриев С. Биологическая очистка сточных вод. -Ташкент, 1980. – 150 с.
170. Технические указания на проектирование станции аэрации совместной очистки бытовых и промышленных сточных вод текстильных предприятий. – М.: Изд-во МКХ РСФСР, 1962. – 64 с.
171. Турсунов Д. Развитие репродуктивных органов водного растения пистия телорезовидной в связи с введением в культуру. –Ташкент, 1989.–57с.
172. Усманов А.У. К вопросу методологии оценки качества дренажных вод в целях использования их на орошение. // Сб.научных трудов САНИИРИ. Вып. 156, Ташкент, 1978. - С.55-63.
173. Усманов А.У., Бекмуратов Т.У., Якубов М.А. Изменение мелиоративного режима почв при автономном использовании дренажных вод // Сб.научных трудов САНИИРИ. Вып. 166. Ташкент, 1982. - С.24-32.
174. Хайдарова Х.Н Пистия телорезовидная и ее использование при биологической очистке сточных вод заводов

первичной обработки кенафа // Афтореф. дисс…. канд. биол. наук. – Ташкент, 1991. -19 с.

175. Хайитов Ё.К. Обучение населения биотехнолого-экологическим особенностям очистки вод текстильной промышленности // Математика, компьютер, образование. - Москва, 2001. - С. 461-462.

176. Хайитов Ё.К. Основные проблемы изучения возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса // Материалы IX съезда Географического общества Узбекистана. –Тошкент, 2014. –Б. 289-291.

177. Хайитов Ё. К. Биологический способ очистки сточных вод ткацких фабрик // Материалы Международной научно-практической конференциии. Региональные проблемы водопользования в изменяющихся климатических условиях. - Уфа, 2014.–С. 254-256.

178. Хайитов Ё. К. Возвратные воды как резерв орошения (на примере Бухарской области) // Материалы Международной научно-практической конференциии. Проблемы товароснабжения населения: товараведение и экспертиза, технологии производства и безопасность сельскохозяйственной продукции. -Тверь, 2014. -С. 170-173.

179. Хайитов Ё.К. Применение очищенных водными растениями производственных сточных вод для орошения // The use of purified water plants, industrial wastewater for irrigation European Applied Sciences Germany 2015. -№11, -P. 61-63.

180. Хайитов Ё.К. Проблемы количественной оценки, очистки и вторичного использования возвратно-сточных вод // СамДУ илмий тадқиқотлар ахборотномаси. -Самарқанд, 2016.- Б.195-199.

181. Хайитов Ё.К. Коллекторно–дренажный сток Зеравшанского оазиса в начале XXI века // ЎзМУ хабарлари. - Тошкент, 2016, № 3/2. -Б. 235-237.

182. Хайитов Ё. К., Аденбаев Б.Е. Трансграничные реки и проблемы использования их водных ресурсов // Материалы Международной научно – практической конференциии. INNOVATION-2014. -Тошкент, 2014. -С. 310-312.

183. Хайитов Ё.К., Айтбаев Д.П. О необходимости преподавания курса гидроэкологии в направлении 5141100-

Гидрология // Миллий касбий таълимда узлуксиз экологик таълим тизимининг илмий асослари: муаммолари, истиқболлари. -Тошкент, 2012. -Б. 34-35.

184. Хайитов Ё.К., Буриев С.Б. Биотехнологические методы очистки возвратно-сточных вод с целью использования в сельском хозяйстве // IV медународная научная экологическая конфренция. Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» - Краснодар, 2015.-С.237-238.

185. Хайитов Ё.К., Буриев. С.Б. Биотехнологические основы очистки сточных вод животноводческих комплексов // IV международная научная экологическая конфренция. Проблемы рекультивации отходов ... . -Краснодар, 2015. -С. 239-240.

186. Хайитов Ё.К., Рашидов Н.Э., Мустафоева М.М. Охрана водоёмов от загрязенений средного течения реки Амударьи // Ўрта Осий Амударёбўйи экологик муаммолари. Республика илмий-амалий анжуман материаллари. -Бухоро, 1999. - Б. 44-45.

187. Хайитов Ё.К., Саидова С.Р., Юнусов Г.Х., Артикова Ф.Ё. Об опыте преподавания курса гидроэкологии // Материалы международной научно-практической конференции. INNOVATION-2005. -Тошкент, 2005. -С. 44-45.

188. Хайитов Ё.К., Хикматов Ф.Х., О возвратных коллекторно-дренажных водах Зеравшанского оазиса и их динамика // Известия ГО Узбекистана. Том 43. -Ташкент, 2014. -С. 168-174.

189. Хакбердиев Х. Использование минерализованных вод на орошение хлопчатника в Бухарской области. - Тезисы докладов. "Проблемы использование минер, дрен, вод Ташкент: СоюзНИХИ, 1978. – С. 213-214.

190. Хасанов А., Шоякубов Р.Ш. Бактерии сточных вод птицефабрик // В сб.: Современные проблемы биологии и экологии. – Ташкент, 1995. –С. 112.

191. Хасанов А., Шоякубов Р.Ш. Новый тип сооружений для очистки сточных вод птицефабрик // В сб. Современные проблемы биологии и экологии. –Ташкент, 1995. – С. 113.

192. Хамраев Н.Р. О развитии водохозяйственного комплекса Узбекистана на базе имеющихся водных ресурсов // Обществ

науки в Узбекистане. –Ташкент, 1987. № 5. -С. 34-41.

193. Хамраев Н.Р. Основы водообеспечения устойчивого развития Узбекистана // Сб. докладов Республиканской научно-практической конференции. -Ташкент, 2000. -С. 28-34.

194. Хамраев Н.Р. Водные ресурсы Средней и Южной Азии. -В кн.: Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда. -Ташкент: Университет, 2000. -С. 179-206.

195. Харченко С. И. Гидрология орошаемых земель. -Л.: Гидрометео-издат, 1975. -373 с.

196. Хасанов А.С., Шерфединов Л.З. Аридный гидрогеолого-мелиоративный процесс. - Ташкент: ФАН, 1970. - 173 с.

197. Хасанов Х.Х. Среднеазиатские географы и путешественники. -Ташкент: ФАН, 1964. -198 с.

198. Хикматов Ф.Х. Водная эрозия и сток взвешенных наносов горных рек Средней Азии. – Ташкент: «Fan va texnologiya», 2011. – 248 с.

199. Хикматов Ф.Х., Артикова Ф.Я., Юнусов Г.Х., Айтбаев Д.П. Потери речных вод в бассейне Аральского моря, их структура и аналитическая модель // Известия ГО Узбекистана. -Ташкент, 2002. Том 22. -С. 77-79.

200. Хикматов Ф., Хайитов Ё.К. Возвратные воды, их структура и проблемы оценки // Табиий ресурсларнинг барқарорлигини таъминлашнинг долзарб муаммолари. -Қарши, 2010. -Б. 145-148.

201. Хикматов Ф., Хайитов Ё.К. Проблемы усовершенствования высщего эколого-географического образования в Республике Узбекистан с учётом изменения климата // География тарихи: Хотира ва қадриятлар. Республика илмий-амалий конференция материаллари. -Наманган, 2010. –Б. 11-14.

202. Хикматов Ф.Х., Хайитов Ё.К., Айтбоев Д.П., Юнусов Г.Х. Проблемы очистки и вторичного использования возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса // Материалы международной научно-практической конференции. INNOVATION-2008. -Тошкент, 2008. -С. 381-382.

203. Ходжибаев Н.Н. Гидрогеолого-мелиоративное районирование. – Ташкент: Фан, 1975. – 173 с.

204. Ходжибаев Н.Н., Самойленко В.Г. Гидрогеолого-мелиоративные прогнозы и их обоснование. Ташкент: ФАН, 1976. – 360 с.

205. Царёв Б.К. Карандаева Л.М. Информационные показатели карт температуры и осадков в бассейне реки Зеравшан // Тр. НИГМИ. -Ташкент, 2007. -Вып. 8(253). -С. 93-100.

206. Чембарисов Э.И. Коллекторно-дренажные воды Средней Азии. Автореф. дисс. … докт. геогр. наук. – М., 1990. - 47 с.

207. Чембарисов Э.И., Бахретдинов Б.А. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии. –Ташкент: Укитувчи, 1989. – 231 с.

208. Чембарисов Э.И., Лесник Ю.Н. К охране поверхностных вод Центральной Азии // Труды отраслевой научно-практической конференции. -Ташкент, 1995. -С. 64-70.

209. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. -Ташкент: НИГМИ, 2000. -252 с.

210. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеороло-гические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. -Ташкент: Voris-nashriyot, 2007. -132 с.

211. Шахидов А.Ф., Салимова Б.Д., Денисов Ю.М. Руководство по расчету максимальных расходов дождевых вод. МКН 27-2007 // Ведомственные нормы и правила. -Ташкент, 2008. -60 с.

212. Шоякубов Р.Ш. Биотехнология очистки сточных вод животноводческих комплексов // Информационный листок «Наука производству». –Ташкент: Фан, 1988. – 2 с .

213. Шоякубов Р.Ш., Арутюнянц С. и другие. Пистя сув ўсимлигидан чорвачиликда қўшимча озуқа сифатида фойдаланиш // Фан ютуқлари қишлоқ хўжалигини ривожлантиришга. –Тошкент, 1992. - С. 44-46.

214. Шерфединов Л.З. Эколого-экономические аспекты и принципы интегрированного управления водным и солевым стоком. -В кн.: Водные ресурсы, проблемы Арала и окружающая среда. -Ташкент: Университет, 2000. -С. 164-178.

215. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. -Л.: Гидрометеоиздат, 1979. -302 с.

216. Шикломанов И.А. Исследование водных ресурсов суши: итоги, проблемы, перспективы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1988. -152 с.

217. Ширинбоев Д., Хушназаров И. Зарафшон дарёси оқимининг йилларарo ва йил давомида ўзгариши // Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. -Тошкент, 2011. -Б. 251-254.

218. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. -Л.: Гидрометеоиздат, 1965. -695 с.

219. Щеглова О.П. Питание рек Средней Азии. -Ташкент: Изд-во СамГУ, 1960. -243 с.

220. Щетинников А.С. Морфология и режим ледников Памиро-Алая. -Ташкент: САНИГМИ, 1998. -220 с.

221. Юнусов Г.Х., Хикматов Ф.Х. Структура потерь речных вод и вод-ный баланс орошаемых территорий. -Ташкент: Fan va texnologiya,2013.-144 с.

222. Юсупова Д.Ю. Водные ресурсы и режим горных рек. -Ташкент: Фан, 1991. -80 с.

223. Якубов М.А. Влияние длительного использования минерализованных вод на почвенно-мелиоративные процессы (на примере Центральной Ферганы). Дисс. канд. техн. наук. Ташкент, 1988. - 305 с.

224. Якубов М.А. Особенности мелиоративно-гидрологических процессов в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи и регулирование качества их вод. Дисс. докт. техн. наук. Ташкент, САНИГМИ, 1997. - 379 с.

225. Якубов М.А. Влияние длительного использования минерализованных вод на почвенно-мелиоративные процессы (на пр. Центральной Ферганы). Автореф. дисс. … докт. техн. наук. – Ташкент: САНИИРИ, 1998. - 45 с.

226. Якубов М.А., Кудратов Т.У. Мелиоративно-экологические процессы на орошаемых массивах правобережья реки Амударьи. Журнал "Сельское хозяйство Узбекистана". 2001, № 4. - С.35-37.

227. Якубов М.А., Якубов Х.И., Кудратов Т.У. Управление

водными ресурсами на уровне хозяйств и пути снижения нагрузки на дренаж // Сб. научных трудов НПО САНИИРИ. – Т.3, 2001. – С. 77-84.

228. Якубов Х.И. Проектирование рассолительных мероприятий на крупных массивах на фоне вертикального дренажа // Сб.научных трудов САНИИРИ. 1984. Вып. 172. - С.24-40.

229. Якубов Х.И. Мелиорация засоленных земель на фоне вертикального дренажа. Ташкент: Мехнат, 1990. - 188 с.

230. Якубов Х.И., Корелис Л. Использование слабоминерализованных вод на промывку засоленных земель и полив сельскохозяйственных культур // Тр. ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1973. – С.141-173.

231. Ўзбекистон Республикасида атроф-муҳит ҳолати ва табиий ресурслардан фойдаланиш тўғрисидаги Миллий маъруза (2008-2011 йиллар). -Тошкент: Chinor ENK, 2013. -258 б.

232. Ҳайитов Ё.Қ. Ишлаб чиқариш корхоналари оқова сувларини тозалиш биотехнологияси (монография). – Бухоро, 2016. – 124 б.

233. Ҳайитов Ё.Қ. Ишлаб чиқариш корхоналари оқова сувларини тозалаш биотехнологияси. Монография. –Бухоро: «Бухоро», 2016. -124 б.

234. Ҳайитов Ё.Қ., Тўхтаева Г.Т. Бухоро парандачилик фабрикаси оқова сувларини тозалаш биотехнологияси // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. -Тошкент, 2011. -37 жилд. –Б. 132-135. (11.00.00; №6)

235. Хайитов Ё. К., Хикматов Ф. О возвратных коллекторно-дренажных водах Зеравшанского оазиса и их динамика //Ўзбекистон география жамияти ахбороти. -Тошкент, 2014. -43-жилд. –Б.168-173.(11.00.00; №6)

236. Ҳайитов Ё. Қ. Тўқимачилик корхоналари оқова сувларини тозалашнинг биотехнологик усули ҳақида // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. -Тошкент, 2014. 44-жилд. –Б.127-128.(11.00.00; №6)

237. Khayitoy Yo. K., On the cleaning of waste water from textile factories using Pistia Stratiotes L // European Science Review. - Austria, Vienna, 2015, September-October. -P. 146-148. (11.00.00;

№2)
238. Хайитов Ё.К. Применение очищенных водными растениями производственных сточных вод для орошения // The use of purified water plants, industrial wastewater for irrigation European Applied Sciences Germany 2015. -№11, -P. 61-63. (11.00.00; №1)
239. Ҳайитов Ё.Қ., Ўринов Ж., Жумаева Т. Бухоро ипакчилик корхонаси оқова сувларини биологик усул билан тозалаш // ЎзМУ хабарлари. -Тошкент, 2016, № 3/2. -Б.158-160 (11.00.00; №7).
240. Хайитов Ё.К. Коллекторно–дренажный сток Зеравшанского оазиса в начале XXI века // ЎзМУ хабарлари. -Тошкент, 2016, № 3/2. -Б. 235-237 (11.00.00; №7).
241. Ҳайитов Ё.Қ. Суғорма ва қайтарма сувларнинг боғлиқлиги ҳақида айрим мулоҳазалар (Зарафшон воҳаси мисолида) // СамДУ илмий тадқиқотлар ахборотномаси. -Самарқанд, 2016. -Б.189-191. (11.00.00; №4)
242. Хайитов Ё.К. Проблемы количественной оценки, очистки и вторичного использования возвратно-сточных вод // СамДУ илмий тадқиқотлар ахборотномаси. -Самарқанд, 2016.-Б.195-199. (11.00.00; №4)
243. Ҳайитов Ё.Қ.Зарафшон воҳасидаги коллектор-зовур тармоқ¬ларининг сув ресурслари ва улардан иккиламчи фойдаланиш масалалари //ТошДТУ хабарлари. -Тошкент, 2016. № 4. -Б. 235-240 (11.00.00; №5).
244. Хайитов Ё.К., Рашидов Н.Э., Мустафоева М.М. Охрана водоёмов от загрязенений средного течения реки Амударьи // Ўрта Осий Амударёбўйи экологик муаммолари. Республика илмий-амалий анжуман материаллари. -Бухоро, 1999. - Б. 44-45.
245. Ҳайитов Ё.Қ., Бўриев С.Б. Тўқимачилик корхоналари оқова сувларини тозалашнинг экологик биотехнологияси // Қишлоқ хўжалигида экологик муаммолар. Республика илмий анжуман материаллари. –Бухоро, 2000. -Б. 181-182.
246. Хайитов Ё.К. Обучение населения биотехнолого-экологическим особенностям очистки вод текстильной промышленности // Математика, компьютер, оброзование. -Москва, 2001. - С. 461-462.

247. Ҳайитов Ё.Қ., Бўриев С.Б. Ифлосланган сувларни тозалашда юксак сув ўсимликларининг мохияти // Материали международной научно-практической конференции. -Нукус, 2004. –С. 99-100.

248. Хайитов Ё.К., Саидова С.Р., Юнусов Г.Х., Артикова Ф.Ё. Об опыте преподавания курса гидроэкологии // Материалы международной научно-практической конференции. INNOVATION-2005. -Тошкент, 2005. -С. 44-45.

249. Ҳайитов Ё.Қ. Бухоро вилояти сув ресурслари ва уларни мухофаза қилиш // География фанининг назарий-амалий муаммолари. Республика назарий ва илмий-амалий конференцияси. -Тошкент, 2006. -Б.84-85.

250. Ҳайитов Ё.К., Ҳикматов Ф. Ер усти сувларининг сифатини карталаштириш // Ўзбекистон Миллий атласини яратишнинг илмий-услубий асослари. Республика илмий-амалий конференция материаллари. -Тошкент, 2009. -Б.57-58.

251. Ҳайитов Ё.Қ. Бухоро вилояти зовур сувларини тозалаш ва улардан иккиламчи фойдаланиш муаммолари // Ягона табиий тарихий ҳудудда табиий ресурслардан фойдаланиш ва уларнинг муҳофаза қилишнинг экологик-географик жиҳатлари. -Фарғона, 2010. -Б. 56-57.

252. Ҳайитов Ё.Қ. Бухоро вилояти ерларининг мелиоратив ҳолати ва унинг ер ости сувлари билан боғлиқлиги // Замонавий география ва унинг ривожланиш истиқболлари. Республика илмий-амалий конференция материаллари. -Тошкент, 2011. -Б.123-124.

253. Хайитов Ё.К., Айтбаев Д.П. О необходимости преподавания курса гидроэкологии в направлении 5141100-Гидрология // Миллий касбий таълимда узлуксиз экологик таълим тизимининг илмий асослари: муаммолари, истиқболлари. -Тошкент, 2012. -Б. 34-35.

254. Ҳайитов Ё.Қ., Бўриев С.Б. Ишлаб чиқариш корхоналарида оқова сувларни тозалашнинг экологик биотехнологияси // Барқарор ривожланишнинг муҳим экологик омиллари. -Бухоро, 2013. -Б. 105-106.

255. Ҳайитов Ё.Қ., Ҳайдарова О.Х. Аму-Бухоро канали оқимининг йилларарo ва йиллар давомида ўзгариши //

Ўзбекистонда атроф-муҳитни муҳофаза қилишнинг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференция материаллари. -Самарқанд, 2013. -Б. 142-143.

256. Ҳайитов Ё.Қ. Зарафшон воҳасига суғоришга олинган сув ва ҳудудда шаклланган қайтарма оқимнинг нисбати ҳақида // Суғорма деҳқончиликда ер-сув ресурларидан оқилона фойдаланишнинг экологик жиҳатлари. Республика илмий-амалий конференция материаллари. -Бухоро, 2014. -Б. 46-47.

257. Ҳайитов Ё.Қ. Бухоро шаҳридан чиқадиган оқова сувларни биологик усулда тозалаш // Республика илмий-амалий конференция материаллари. -Наманган, 2014. -Б. 110-112.

258. Хайитов Ё. К., Аденбаев Б.Е. Трансграничные реки и проблемы использования их водных ресурсов // Материалы Международной научно – практической конференциии. INNOVATION-2014. -Тошкент, 2014. -С. 310-312.

259. Хайитов Ё.К. Основные проблемы изучения возвратно-сточных вод Зеравшанского оазиса // Материалы IX съезда Географического общества Узбекистана. –Тошкент, 2014. –Б. 289-291.

260. Хайитов Ё. К. Биологический способ очистки сточных вод ткацких фабрик // Материалы Международной научно-практической конференциии. Региональные проблемы водопользования в изменяющихся климатических условиях. -Уфа, 2014.–С. 254-256.

261. Хайитов Ё. К. Возвратные воды как резерв орошения (на примере Бухарской области) // Материалы Международной научно-практической конференциии. Проблемы товароснабжения населения: товараведение и экспертиза, технологии производства и безопасность сельскохозяйственной продукции. -Тверь, 2014. -С. 170-173.

262. Ҳайитов Ё.Қ. Зарафшон воҳасида шаклланадиган қайтарма сувлар динамикаси ҳақида // Фарғона водийси: табиати-аҳолиси-хўжалиги янги тадқиқотларда (геоэкологик жиҳатлари). -Фарғона, 2015. -Б. 96-97.

263. Ҳайитов Ё.Қ., Ўринов Ж.Р. Сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш-ҳозирги замон талаби // Орол денгизи минтақасида юзага келган экологик офатнинг атроф-табиий муҳитга таъсири.

Республика илмий-амалий конфренцияси материаллари. –Бухоро, 2015. -Б. 111-112.

264. Хайитов Ё.К., Буриев С.Б. Биотехнологические методы очистки возвратно-сточных вод с целью использования в сельском хозяйстве // IV медународная научная экологическая конфренция. Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» - Краснодар, 2015.-С.237-238.

265. Хайитов Ё.К., Буриев. С.Б. Биотехнологические основы очистки сточных вод животноводческих комплексов // IV международная научная экологическая конфренция. Проблемы рекультивации отходов ... . -Краснодар, 2015. -С. 239-240.

266. Хайитов Ё.К., Зияев Р.Р. Эрлапасов Н.Б. Перспективы развития методов очистки и вторичного использования возвратно-сточных вод Зарафшанского оазиса // География XXI асрда: муаммолар, ривожланиш истиқболлари, Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. –Самарқанд, 2017. - Б 145-148.

267. Хайитов Ё.К., Каландарова Д.Д. Биотехнологические методы очистки сточных вод // Вестник Хорезмской Академии Маъмуна. – Ургенч, 2017, № 2. – С. 5-7.

268. Хайитов Ё.К., Перспективы развития методов очистки и вторичного использования возвратно-сточных вод Зарафшоноского оазиса. География XXI асрда: Муаммолар, Ривожланиш, Истиыболлари Республика илмий-амалий конференция материаллари Самарқанд 2017 йил 145-148 бет.

269. Хайитов Ё.К., Жумаева Т. Экогеографик муаммолар ва уларнинг ечимлари (Бухоро вилояти мисолида) VII Международная начно-практическая конференция «Проплемы рационального использованияи охрана природных ресурсов южного приаралья» г. Нукус, 17-18 июля 2018 год. 179-180 бет. Сборник материалов. Часть II

270. Хайитов Ё.К., Тошбеков Н.А. О некоторых гипотезах возвратных вод on some hypotheses of return water the Way of Science International scientific journal №10 (56), 2018 year, С.36-39 Vol.II volgograd 2018

271. Хайитов Ё.К., Жумаева Т. Тошбеков Н.А. Критерия и

масштабы вторичного использования коллекторно-дренажных вод (К примеру Бухарского оазиса) Академия наук Республики Узбекистан Каракалпакской отделение Каракалпакский научно-исследовательский институт Естественных наук 2018 год, № .-С. 55-58.

272. Хайитов Ё.К., Тошбеков Н.А. В некоторых гипотезах учённых о формирование возвратных вод Илм сарчашмалари Урганч Давлат Университетининг илмий-методик журнали 10-2018год С. 18-22

273. Ҳикматов Ф.Ҳ., Ҳайдаров С.А., Эрлапасов Н.Б. Зарафшон дарёси оқимининг йиллараро тебраниши ва унга метеорологик омилларнинг таъсири ҳақида // Ўз ГЖ ахбороти. 44-жилд. -Тошкент, 2014. -Б. 85-89.

274. Ҳикматов Ф., Ҳайитов Ё.Қ. Университет география таълими тизимида «Гидрология асослари» фанини ўқитиш тажрибасидан // География таълими ва услубининг долзарб муаммолари. Республика илмий-амалий конференцияси. -Қўқон, 2008. -Б.83-84.

275. Ҳикматов Ф.Ҳ., Эрлапасов Н.Б., Шодиев А.М. Зарафшон дарёси оқимининг йил давомида тақсимланиши // Ўз ГЖ ахбороти. 45-жилд. –Тошкент, 2015. -Б. 177-180.

276. Ҳикматов Ф.Ҳ., Ҳайдаров С.А., Ярашев Қ.С. ва бошқ. Зарафшон дарёси ҳавзасининг гидрометорологик шароити ва сув ресурслари. – Тошкент: Fan va texnologiya, 2016. – 276 б.

277. Ҳоликулов Ш.Т. Суғориладиган бўз тупроқларнинг оғир металлар билан ифлосланиши // География ва геоэкология. Илмий мақолалар тўплами. –Самарқанд, 2017. –Б. 24-27.

278. Egamberdiyev A. Ijtimoiy-iqtisodiy kartografiya. -Toshkent: Kartogra-fiya, 2014. -96 b.

279. G’ulomov P.N. Geografiyadan qisqacha ruscha-o’zbekcha terminlar va tushunchalar lug’ati. -Toshkent: “O’zbekiston milliy ensiklopediyasi”, 2013.-80 b.

280. Adenbaev B.Ye., Hikmatov F.H., Kxaydarova O.A. Hydrological regime of the lower reaches of Amudarya river in the conditions of intensive economical use of water resources // European Science Review. -Austria, Vienna, 2015, September-October. -P. 18-21.

281. Awan U.K., Ibrakhimov M., Tischbein B., Kamalov P., Martius C and Lamers P.A. Improving irrigation water operation in the lower reaches of the Amu Darya river-current status and Suggestions // Irrigation and drainage, vol. 60, № 5, 2011. -P. 600-612.

282. Cavassa L. Problems of irrigation with Brackish Water in Italy // Saline irrigation for agriculture and forestry - 1968. – p. 33-45.

283. Catalogue of Pamir and Hissaro-Alay Glaciation for 1980 (database of S.A. Schetinnikov). -Almaty, 2012. - 565 p.

284. Doneen L. Water quality for irrigated agriculture - Ecol Studies. Plantshin Saline enwirin. - 1975. – p. 91-98.

285. Dukhovniy V.A. and Ziganshina D. Ways to improve wate governance // Irrigation and drainage, vol. 60, № 5, 2011. -P. 569-578.

286. Dukhovny V., Umarov P., Yakubov H. and Madramooto C.A. Drainage in the Aral Sea Basin // J. Irrigation and drainage, 2007. – Vol.56. – P. S91–S100.

287. Gilbert F. White Geography, Resources and Environment. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1986. – 543 p.

288. Hutchinson G.E., A Treatise on Limnoljdy, vol. 1, Wiley, New York, 1957. -1015 p.

289. Khayitoy Yo. K., On the cleaning of waste water from textile factories using Pistia Stratiotes L // European Science Review. - Austria, Vienna, 2015, September-October. -P. 146-148.

290. Kuusisto E.E., Conceptual modelling of inflow into Lake Suur-Saimaa from the surrounding watersheds. Fubl. of the Finnish Water Res. Inst., 1978. –P. 26-66.

291. Mark D.M. and Goodchild M.F. Topologic model for drainage networks with lakes. Water Resources Res., 18 (2), 1982. –P. 275-280.

292. Mutreja K.N. Applied hydrology. – New Delhi: Tate Mc. Graw–hill publishing company limited, 1986. – 959 p.

293. Seidel K. Abbau Von Bakterium colilurch hohlere Wasserpflanzen: “Naturwissenschaften”. 1996. -16 p.

294. UNESCO. World Water Balance and Water Respurces of the World, UNESCO Press, Paris, 1978. -663 p.

295. Yakubov M. Assessing irrigation performance from the formers perspective: a qualitative study // Irrigation and drainage, vol.

61, № 3, 2012. -P. 316-329.

296. Yunusov G.X., Hikmatov F.H., Quvvatov D.R. Several approaches to the estimation of the components of the consuming part of water balance on irrigation territories // European Science Review. -Austria, Vienna, 2015, September-October. -P. 148-150.

297. Wilcox L.V. Determination of the quality of irrigation water // Agric. Inform. Publ. - USDA, Washington, 1958. - № 197. – p. 233-241.

298. http://www.avesta.tj

299. http://www.astronet.ru

300. http://ast.uz

301. www.cawater-info.net

302. www.tfec-ifas.tj/

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....4
ГЛАВА I. Краткая характеристика природно-водохозяйственных условий объекта исследований.....8
1.1. Краткое описание геологического строения и рельефа 8
1.2. Климатические условия Зеравшанского оазиса.....13
1.3. Характеристика гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий.....20
1.4. Рост площади орошаемых земель и изменения структуры посевов 27
ГЛАВА 2. Оценка водных ресурсов и гидрологического потенциала Зеравшанского оазиса.....36
2.1. Местные водные ресурсы Зеравшанского оазиса.....36
2.1.1. Водные ресурсы горной части бассейна.....36
2.1.2. Водные ресурсы притоков среднего течения реки Зеравшан 40
2.2. Современное состояние распределения водных ресурсов Зеравшана по областям Узбекистана.....44
2.3. Водозабор из реки Амударья и его динамика.....48
ГЛАВА III. Формирование возвратного коллекторно-дренажного стока и методы их очистки.....63
3.1. О возвратных водах с орошаемых полей.....63
3.2. Формирование коллекторно-дренажного стока и его динамика 68
3.3. Зависимость возвратного коллекторно-дренажного стока.83
от объёма водозабора и орошаемой площади.....83
3.4. Минерализация и химический состав коллекторно-дренажных вод 89
3.5. Проблемы и методы очистки коллекторно-дренажных вод.....98
ГЛАВА IV. Сточные воды промышленных и коммунально-бытовых объектов 102
4.1. Формирование сточных вод оазиса и их динамика.....102
4.2. Основные направления и существующие методы очистки промышленных и коммунально-бытовых сточных вод.....108
4.3. Биологический метод очистки сточных вод 114
4.3.1. Биологический метод очистки сточных вод.....119

прядильных и ткацких фабрик..... 119
4.3.2. Биологическая очистка сточных вод шёлкомотальных предприятий..... 123
4.3.3. Очистка сточных вод птицеводческих фабрик 128
ГЛАВА V. Проблемы расчета, прогноза и перспективы развития методов и вторичного использования возвратно - сточных вод..... 138
5.1. Методика расчета и прогноза стока возвратных 138
коллекторно-дренажных вод 138
5.2. Критерия и масштабы вторичного использования..... 145
коллекторно-дренажных вод 145
5.3. Возможности вторичного использования сточных вод 150
5.4. Перспективы развития методов очистки и вторичного 154
использования возвратно-сточных вод в Зеравшанском оазисе 154
Заключение 165
Список использованной литературы 170

Ё.К. ХАЙИТОВ

ПРОБЛЕМЫ ВОЗВРАТНО-СТОЧНЫХ ВОД ЗЕРАВШАНСКОГО ОАЗИСА И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ

(Монография)

Редактор: *Г.Муродов*
Тех.редактор: *Г.Самиева*
Корректор: *А.Каландаров*
Наборщица: *М.Ортикова*

Лицензия издательства AI № 178. 08.12.2010. Разрешено к печати: 26.12.2019. Размер 60x84. Кегл 16. «Times New Roman» гарн. Офсетная печать. Офсетная бумага. 12,5 п.л.. Тираж 100. Буюртма №170.

Управления по печати и информации Бухарской области
Издательство “Дурдона”. г.Бухара, ул. М.Икбола, 11.
Цена договорная.

Опечатано в типографии ООО “Sadriddin Salim Buxoriy”.
г.Бухара, ул. М.Икбола, 11. Тел.: 0(365) 221-26-45