

**ЧЕМБАРИСОВ Э.И., НАСРУЛИН А.Б., ЛЕСНИК Т.Ю.,
ХОЖАМУРАТОВА Р.Т.**

**ГЕНЕЗИС И РЕЖИМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
БАССЕЙНА РЕКИ АМУДАРЬИ И ИХ
ВЛИЯНИЕ НА ЗАСОЛЕНИЕ
АГРОЛАНДШАФТОВ**
(на примере бассейна реки Амударьи)

**НУКУС
«QARAQALPAKSTAN»
2016**

УДК: 551.465.6(282.255.1) Чембарисов Э.И., Насруллин А.Б., Лесник
ББК: 26.22 Ч-42 Т.Ю., Хожамуратова Р.Т.

«ГЕНЕЗИС, ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД УЗБЕКИСТАНА И ИХ
ВЛИЯНИЕ НА ЗАСОЛЕНИЕ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ
АГРОЛАНДШАФТОВ». (на примере бассейна реки
Амударьи) — Нукус: «Qaraqalpaqstan» 2016
г. 188 стр.

В монографии приведены результаты многолетних исследований по оценке гидрологического и гидрохимического режимов рек бассейнов рек Сурхандарьи, Кашкадарьи, Амударьи в пределах Хорезмского оазиса и орошаемой зоны Республики Каракалпакстан, а также по влиянию солевого стока этих рек на засоление агроландшафтов.

Осуществлен ретроспективный анализ изменения минерализации и химического состава речных вод за многолетний период. Выявлены закономерности в изменении водного режима рек, засоления агроландшафтов и составлен прогноз их состояния на перспективу.

Рассчитана для научных работников, практиков и специалистов Высших учебных заведений, соответствующего профиля в качестве учебно-методического пособия.

Рецензенты:

И.А.Усманов — *Заведующий лаборатории гидроэкологии
и охраны водных ресурсов НИИИВП.*

Р.Балыева — *Профессор кафедры географии КГУ.*

*Утверждено и рекомендовано к изданию в 4.11.2015 г. на
заседании Ученого Совета КГУ им. Бердаха (протокол №3)*

ISBN 978-9943-4623-2-8

© Издательство «Qaraqalpaqstan» 2016 год.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время многие страны мира и целые регионы сталкиваются с необходимостью обеспечения управления ресурсами пресной воды. Ограниченность водных ресурсов, их качество и политика устойчивого использования являются объектами все возрастающей озабоченности. Узбекистан является основным потребителем водных ресурсов бассейна Аральского моря. В условиях современного дефицита водных ресурсов оценка их состояния на среднесрочную и долгосрочную перспективу представляет большой интерес, особенно в связи с ожидаемыми климатическими изменениями.

Современное развитие экономики, демографическая ситуация в Узбекистане и выявленные тенденции изменения климата, приводят к мнению, что в ближайшем будущем следует ожидать обострения проблем водообеспеченности в стране. В этих условиях для обоснования и разработки национальной стратегии развития водного сектора важной задачей является исследование генезиса, формирования режима поверхностных вод республики и их влияния на загрязнение и засоление агроландшафтов в историческом разрезе.

Ввиду нехватки оросительной воды в речном бассейне р.Амударьи в настоящее время остро встал вопрос об использовании водных ресурсов в условиях их ограничения. Поэтому очень важно составить прогнозы объемов и качества этих вод на ближайшую и отдаленную перспективы в различных сценариях при переходе от экстенсивного пути использования агроландшафтов к интенсивному пути развития, а далее к инновационной экономике.

Данные исследования выполнены на основе различных постановлений Кабинета министров РУз (от 21.07.2003 № 320, от 31.10.2007 и другие) по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель. Фундаментальные исследования водных проблем с теоретическим обоснованием генезиса, формирования и режима поверхностных вод бассейнов рек Узбекистана с учетом множества природных и антропогенных факторов, помогли выполнить определенные аспекты этих постановлений правительства с учетом фундаментальных научно обоснованных прогнозов.

Данная монография посвящена описанию генезиса и режима поверхностных вод бассейна реки Амударьи (бассейны рек Сурхандарьи, Кашкадарьи, Хорезмский оазис и

орошаемая зона Республики Каракалпакстан) и их влиянию на засоление агроландшафтов за многолетний период (1955-2014гг.). Авторы надеются, что она будет интересна широкому кругу специалистов.

1. Краткая характеристика объектов исследований: бассейны рек Сурхандарьи, Кашкадарьи, Хорезмский оазис и орошаемая зона Республики Каракалпакстан

В данной главе приведены краткие сведения объектов исследования в состав которых вошли бассейны рек Сурхандарьи, Кашкадарьи, Хорезмский оазис и орошаемая зона Республики Каракалпакстан (рис.1.1).

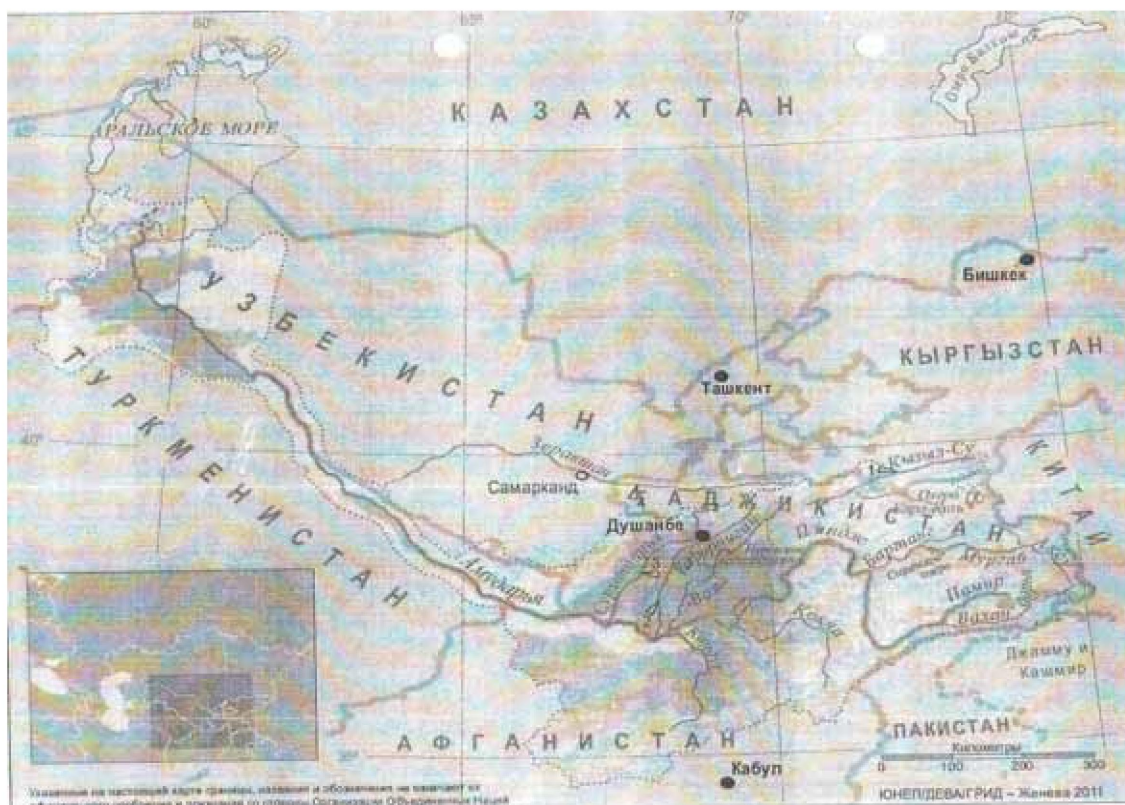


Рисунок 1.1.- Бассейн реки Амударьи

Бассейны рек Сурхандарья и Шерабад. Ниже рассмотрены различные физико-географические факторы этих бассейнов.

Сурхандарьинский бассейн в гидрографическом плане относится к бассейну реки Амударьи, которая в свою очередь относится к бассейну Аральского моря. Бассейн р. Сурхандарьи обычно рассматривают совместно с меньшим по размерам бассейном р.Шерабад, так как территория обоих бассейнов полностью входит в Сурхандарьинскую область Республики Узбекистан и между ними нет чёткого водораздела. Обе реки являются правыми притоками Амударьи: первая впадает в нее на 137 км от начала реки, вторая под названием Карасу, на 180 км.

Площадь этого бассейна равна 2686,6 тыс. км², включая не только территорию пяти Центрально-азиатских республик, но и в Афганистане (257 тыс. км²) и Иране (65,0 тыс. км²). Гидрографическая сеть бассейна р.Амударьи, зависит от рельефа и тектоники, опосредованно также влияет на распределение химического состава речной воды по территории бассейна. Всего на территории бассейна Амударьи насчитывается 40615 рек, в том числе 2289 бессточных. Средняя температура января составляет +3°, июля +30°С. На равнинах количество осадков колеблется от 130 мм до 360 мм в год, в предгорных районах - от 440 мм до 620 мм [4,28].

Бассейн реки Амударьи- самой многоводной реки Центральной Азии, охватывает более 80 крупных рек, расположенных на территории Узбекистана, Таджикистана, Туркмении, Туркмении. С севера на юг он вытянут на 1230 км и с запада на восток на 14070 км, а расстояние от устья до наиболее удаленной точки речной системы (по руслу) составляет 26020 км.

По условиям формирования стока бассейн Амударьи гидрологи делят на несколько частей: 1) бассейн р.Пяндж, которая в свою очередь делится на две гидрологические области: Таджикский Памир, отличающийся сравнительным многоводьем, и южную Афганскую часть бассейна, очень маловодную; 2) бассейн р.Вахш; 3) бассейны рек, стекающих с южных склонов Гиссарского хребта (Кафирниган, Сурхандарья, Шерабад); 4) бассейны р.Кашкадарья и Зарафшан, которые должны быть отнесены по орографическим и гидрографическим признакам к бассейну Амударьи, хотя сами реки давно потеряли связь с Амударьей; 5) равнинная часть бассейна. Условно, верхней границей области принят створ Керки.

С точки зрения потребления стока для гидроэкологического мониторинга использовали разделение на следующие водохозяйственные районы: 1) верхнее течение -замыкается створом г.Керки; 2)среднее течение-замыкающий створ Тюямуянского гидроузла- Чарджоуский область Туркмении, Бухарская и Кашкадарьинская область Узбекистана; 3) низовья- Ташауская область Туркмении, Хорезмская область, Каракалпакстан.

Сурхандарьинская область находится в южной части Узбекистана в бассейне рек Сурхандарья и Шерабадарья. Территория области по природно-хозяйственным условиям и существующей схеме орошения разделяется на северную и южную зону. Условная транша между ними проходит по чаше Южно-Сурханского водохранилища. В северной зоне в административном отношении, земли делятся на Алтыарыкский,

Сарыасийский, Узунский и Шуртанский районы. В южной зоне находятся Ангорский, Кызырыкский, Музрабадский, Термезский, Шерабадский и Джаркурганский районы.

Наиболее крупными ирригационными сооружениями северной зоны в Сурхандарьинской области являются каналы Хазарбаг, Аккапчигай, Туполанг, Дегрезское и Туполангское водохранилища, в южной зоне - Южно-Сурханское водохранилище, Шерабадский магистральный канал (ШМК) с насосной станцией, левой и правой ветками, самотечный канал Аму-Занг.

В северной зоне оросительные системы находятся, в основном, на правом берегу Сурхандарьи. На орошение используется сток левобережных рек с созданием закольцованности водных источников для повышения водообеспеченности систем, которые являются полуинженерными по техническому оснащению.

В южной зоне на стоке Сурхандарьи, зарегулированному в Южно-Сурханском водохранилище, а также стоке Амударьи, поступающему по Аму-Зангскому каналу, действуют современные оросительные системы по каналам Занг и ШМК. Часть земель южной зоны, орошаемых из р. Шерабад и находящихся на левом берегу Сурхандарьи, относятся к староорошаемым и имеют полуинженерные системы.

Горная область бассейна Сурхандарьи занимает площадь в 8230 км^2 , или 60,5% от общей площади бассейна. Таким образом, на долю равнинной части приходится 5380 км^2 . Длина р. Сурхандарьи 196 км, длина р. Шерабад 186 км, площадь её водосбора 2950 км^2 , поэтому она намного уступает р. Сурхандарье по водоносности.

Химический состав воды р. Сурхандарьи формируется на Гиссарском хребте, откуда стекают ее составляющие: Туполанг и Каратаг. На всем протяжении Сурхандарья принимает только два сравнительно крупных притока: Сангардак и Ходжаипак. Южнее р. Ходжаипак имеются только селевые овраги: Байсунсай, Аккапчагай и Ташкупрюк. В равнинной части бассейна Сурхандарья вместе с притоками интенсивно разбирается на орошение и впадает у с. Мангузар в Амударью[56].

Водные ресурсы Сурхандарьи складываются из суммарного притока рек: Туполанг (ст. Зарчуб), Каратаг (ст. Каратаг), Шеркент и Дебивак (ст. Джарисурх), Акдзар (ст. Комбар), Дашнабад (ст. Дашнабад), Сангардак (ст. Кингузар), Ходжаипак (ст. Карлюк), Шаргуль (ст. Шаргуль), Байсун (ст. Байсун); в среднем за многолетие они равны $3,59 \text{ км}^3$ или $113,6 \text{ м}^3/\text{с}$. Для сравнения отметим, что водные ресурсы р. Шерабад—от Шерабад (Нондагана) составляют всего $0,22 \text{ км}^3$ или $6,9 \text{ м}^3/\text{с}$.

По характеру питания р. Сурхандарья относится к снеговому типу. Существенное возрастание расходов воды наблюдается в марте, максимум стока – в июне, минимум – в январе.

Недостаточность водных ресурсов бассейна в период поливов, уже в 1940 г. привела к строительству Большого Гиссарского канала (БГК) длиной 50 км, соединяющего реки Варзоб (Душамбинка) и Каратаг. Оросительная вода в Каратаг стала поступать с 1948 г. Ирригационное строительство велось и внутри самого бассейна. Так, например, в 1931-1938 гг. был построен канал Хазарбаг длиной 56 км. Он берет начало из р. Туполанг и объединяет оросительные системы рек Сангардак и Ходжаипак.

Ниже по течению Сурхандарьи для орошения новоосваемых земель правого берега построены каналы Шерабадский и Занг: оба берут начало из р. Сурхандарьи. Шерабадский канал делится на несколько участков. Начало канала с головным водозабором из Южно-Сурханского водохранилища построено в 1966г. Длина этого участка составляет 27 км. Ниже канал разделяется на Левую ветку (длина 30 км) и Правую ветку, которая обеспечивает подпитку орошаемых земель в системе р. Шерабад.

Магистральный канал Занг был построен еще в далеком прошлом. В годы Советской власти он постепенно расширялся и удлинялся. Из канала Занг осуществляется наполнение Уч-Кизылского водохранилища. Из других каналов следует отметить следующие: Сурхан (правый берег), Кокайзы и Янги (левый берег).

Для осуществления сезонного регулирования стока рек бассейна построены водохранилища: в 1957 г. – Уч-Кизылское (наливное), в 1958 г. – Дегресское (наливное, расположено в концевой части канала Хазарбаг), в 1962 г. – Южносурханское (русловое). Наибольшее значение для преобразования речного стока имеет Южносурханское водохранилище, емкость которого равна 800 млн. м³, Учкызылского – 165 млн. м³, Дегресского – 13 млн. м³.

Большое разнообразие гидрогеологического строения, почвенных условий, водообеспеченности и освоенности земель Сурхандарьинской области наложило свой отпечаток на характер развития коллекторно-дренажной сети и водоотводящих трактов.

Из общей площади 329,5 тыс. га орошаемых земель, площадь с дренажом занимает 3.2 тыс. га или 58,6 %. на которой открытый горизонтальный дренаж составляет 101.810га, закрытый - 90.3 тыс. га.

Большая площадь с дренажом расположена в южной зоне области (Кызырыкский. Музрабадский. Ангорский, Шерабадский и Термезский районы). На остальной территории ми административных районов, площадь дренажа занимает от 51 % до 61 %. Исключение составляет Байсунский район, где дренаж полностью отсутствует.

В 1930г. в данном бассейне коллекторно-дренажная сеть отсутствовала. Однако недостаточная дренированность бассейна обусловила здесь интенсивное строительство коллекторно-дренажной сети. Она начала строиться в 1940-е годы. В 1969 г. протяженность коллекторно-дренажной сети (КДС) составила 3445 км, из них межхозяйственных – 587 км, внутрихозяйственных – 2858 км.

В 1979 г. длина коллекторно-дренажной сети составила 6364 км. Строительство коллекторов и дрен продолжается, приемником многих коллекторов и дрен служит р.Сурхандарья. Большая часть коллекторов расположена на правобережье реки (основная зона орошения), в нижнем течении Сурхандарьи коллекторов особенно много. В 1998 г. объем коллекторно-дренажного стока был равен 1,09 км³, а средняя минерализация коллекторно-дренажных вод- 1,79 г/л, в 1999 г. объем стока был равен 1,19 км³, а средняя минерализация – 2,12 г/л.

По данным Минсельводхоза РУз в 2002–2004 гг. объем коллекторно-дренажного стока несколько уменьшился и составил (в млн. м³): в 2002 г.–884,24; в 2003 г. – 874,42 и 2004 г.– 785,18 млн. м³. Коллекторно-дренажный сток, попадая в русло р. Сурхандарьи, приводит не только к изменению расходов воды, но и к изменению её качества.

В современных условиях, в целом по области при объеме водопотребления на орошение 4032-5353,3 млн. м³/год. объем дренажно-сбросных вод составляет 1030-1190 млн. м³/год, т.е. порядка 19,3-29,3 % от водопотребления.

Бассейн реки Кашкадарья. Речной сток бассейна р. Кашкадарьи формируется на западных оконечностях Зарафшанского и Гиссарского хребтов. При выходе из гор в долину, р. Кашкадарья принимает слева ряд притоков, большинство из которых по водности превышают Кашкадарью. Первым её притоком является маловодная речка Джиньдарья. Ниже по течению также слева впадает самая водоносная река бассейна– Аксу, а ещё ниже–Танхаз. Вторая по водоносности река – Яккабаг до Кашкадарьи не доходит; выйдя из гор, она разделяется на два почти равноценных рукава: Карабаг и Кызылсу. Последняя впадает в р. Танхаз и уже по её руслу воды реки Яккабаг доходят до Кашкадарьи. Последним левым притоком Кашкадарьи, доносящим до неё воду,

является р. Гузардарья образующаяся слиянием рек Каттауру и Кичикуру. Нижнее течение Гузардарьи носит название Карасу [15,28,.56].

Химический состав воды рек бассейна Кашкадарьи формируется на западных оконечностях Зарафшанского и Гиссарского хребтов. При выходе из гор в долину река Кашкадарья принимает слева притоки, большинство из которых по водоносности превышает Кашкадарью.

Первый ее приток — маловодная речка Джиньдарья. Ниже по течению также слева впадает самая водоносная река бассейна Аксу, а еще ниже — Танхаз. Вторая по водоносности река — Яккабаг — до Кашкадарьи не доходит, при выходе из гор она разделяется на два почти равноценных рукава: Карабаг и Кызылсу. Последняя впадает в р.Танхаз, и уже по ее руслу воды реки Яккабаг доходят до Кашкадарьи. Последним левым притоком Кашкадарьи, доносящим до нее воду, является река Гузардарья, образующаяся слиянием рек Каттауру и Кичикуру. Нижнее течение Гузардарьи носит название Карасу.

Следует отметить, также небольшую речку Лянгар, расположенную между реками Яккабаг и Гузардарья. Лянгар разбирается на орошение на выходе из гор и иссякает, далеко не доходя до Кашкадарьи.

Наиболее крупными магистральными каналами являются Каршинский магистральный канал (КМК), его ветка Миришкор, канал Эскиангар, воды из Чимкурганского и Пачкамарского водохранилищ. Общая протяженность межхозяйственной оросительной сети составляет 1650 км, внутрихозяйственной 20,1 тыс. км.

Правобережные притоки Кашкадарьи, стекающие с южного склона невысокого хребта Каратепе, носят селевой характер. Они или совсем не доносят своих вод до Кашкадарьи, или сбрасывают в неё ничтожный объём воды, за исключением кратковременных периодов, когда по ним проходят сели. Наиболее крупными водотоками такого типа являются Аякчисай и Калкамасай (Кумдарья). Последняя совершенно не связана с Кашкадарьей.

В устье р. Кашкадарья целиком разбирается на орошение сетью каналов и поэтому нижнее течение реки, носящее название Майманадарья, постепенно теряется в Каршинской степи. Длина Кашкадарьи 310 км, площадь водосбора 8780 км², средневзвешенная высота 1823 м [Шульц В.Л 1965]. Ввиду незначительности высот, оледенение здесь небольшое и поэтому по характеру питания Кашкадарья относится к снеговому типу, очень близко приближаясь к рекам снегово-дождевого питания.

Наибольшие расходы, как правило, имеют место в апреле, минимальные расходы приходится на конец лета - начало осени.

Поверхностные водные ресурсы бассейна Кашкадарьи (до створа Чиракчи) складываются из суммарного притока рек: Кашкадарья (ст. Джауз), Аксу (ст. Хазарнова), Карасу (ст. Улян), Шурабсай (ст. Кумыртепа), Танхаздарья (створы Касатараш, Атгичи, Каттаган), Яккабаг (ст. Татар), Турнабулак (ст. Ширкент), Чульдара (ст. Чульдара), Джар (ст. Канжигалы). В среднем за многолетие водные ресурсы составляют $1,11 \text{ км}^3$ в год, или в расходах воды— $35,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

Характеристика водохозяйственной обстановки. Недостаточность водных ресурсов бассейна р. Кашкадарьи в период поливов привела к строительству канала Эскиангар (в 1955г.), забирающего воду из канала Даргом (бассейн р. Зарафшан) и впадающего в Кашкадарью немного выше г. Карши; длина канала 184 км. В 1971-1972гг. было построено новое русло канала Эскиангар; он впадает в Кашкадарью выше Чимкурганского водохранилища, в которое направляет не только Заравшанскую воду, но и сток р. Каякамасай (Кумдарьи). Внутри бассейна следует выделить следующие каналы: Чоршанбе, Муминабад, Правобережный Аксувский, Левобережный в системе р. Яккабаг.

Для осуществления сезонного регулирования стока рек бассейна р. Кашкадарьи были построены водохранилища: в 1957 г. — Камашинское (наливное) на р. Яккабагдарье, в 1963 г. — Чимкурганское (русловое) в среднем течении р. Кашкадарьи, в 1967 г. — Пачкамарское (русловое) на р. Гузардарья. Наибольшее значение для преобразования стока имеет Чимкурганское водохранилище, ёмкость которого равна 500 млн. м^3 , Пачкамарского— 280 млн. м^3 , Камашинского— 18 млн. м^3 .

Валовая площадь бассейна Кашкадарьи в административных границах (т.е. расположенная в границах Кашкадарьинской области) на 1.01.2003 г. равна $28,4 \text{ тыс. км}^2$. В бассейне имеется около 1,3 млн. га пригодных к орошению земель, из которых около 1 млн.га расположено в нижней части бассейна, именуемой Каршинской степью.

Орошаемое земледелие невозможно без коллекторно—дренажной сети (к-д-с). Интенсивное ее строительство велось в 1965—1975 гг. Если в 1960г. общая длина к—д—с была равна 278 км, то в 1979 г. увеличилась до 1655 км, а к 2007г. — до 4350 км.

Определенная часть коллекторно-дренажного стока (особенно в среднем течении реки) попадает в р. Кашкадарью, отражаясь на качестве речной воды.

Хорезмский оазис образовался в дельте реки Амударьи благодаря отложению наносов. Отсюда Хорезмские ирригационные системы и получили название «дельтовые ирригационные системы».

Хорезмский оазис представляет собою низменность, ограниченную с востока и юго-запада песчаными пустынями Кызылкумов и Каракумов. Хорезм с запада и северо-запада граничит с Устюртом, а на севере—с Аральским морем [7,21,24].

Наиболее полно мелиоративные особенности Хорезмского оазиса были изучены М.А. Панковым (1974), согласно его данным минерализация грунтовых вод оазиса была пестрой, и на орошаемых землях колебалась от 1 до 10 г/л. Причем она возрастала в глубь оазиса по направления общего потока грунтовых вод. На орошаемых землях в 1970-е годы были сульфатного и хлоридно-сульфатного типа, а на солончаках — сульфатно-хлоридного и хлоридного [21].

Намного позже мелиоративные особенности данного оазиса изучались Ю.И.Широковой и другими (2008). По их данным площадь значительного засоления (суммарная площадь земель средней и сильной степени засоления) Хорезмской области в настоящее время равна 39,3 %, процентное содержание площадей с уровнями грунтовых вод менее 1,5 м равно 88,1; а процентное содержание площадей с минерализацией грунтовых вод более 3 г/л- 11,6. По данным авторов при минерализации оросительной воды 1,0 г/л в зону аэрации поступает от 2,5 до 3,7 т/га солей, а из грунтовой с минерализацией 3,5 г/л – до 12-14 т/га [54].

Хорезмская область, расположенная в дельте р.Амударьи, представляет по своим природным условиям и ресурсам одну из важнейших зон Республики Узбекистан. Низовья Амударьи - район древней цивилизации» восходящей к первым векам до нашей эры, известный под названием Хорезмского оазиса. На протяжении столетий здесь велась интенсивная хозяйственная деятельность, основанная на поливном земледелии. Всплеск антропогенного воздействия на сложившуюся экосистему приходится на современный период, когда началось широкомасштабное вовлечение земель в возделывание хлопка, риса и других культур с проведением комплекса ирригационных и мелиоративных мероприятий.

В Хорезмском оазисе, сформированном в низовьях р. Амударьи, экологическое состояние агрогеокомплексов, ирригационных систем, городских сельских селитебных ландшафтов настолько сложно, что даже при условии применения любых мероприятий, в том числе и агротехнических ими очень трудно управлять. Закономерному ухудшению экологического состояния агроландшафтов Хорезмского оазиса

благоприятствует географическое положение данного региона. Это объясняется тем, что в бассейне р.Амударьи Хорезмский оазис и его агрогеокомплексы служат основной зоной постоянной аккумуляции минеральных веществ, принесенных транзитным речным стоком.

В Хорезмском, оазисе основной причиной ухудшения экологического состояния агроландшафтов является засоление орошаемых почв. Процесс засоления почв в этом регионе имеет давнюю историю и продолжается до сегодняшнего дня. Этому способствуют следующие обстоятельства. Как показывают приведенные данные, с увеличением площади орошаемых земель из года в год постоянно возрастает величина солей, приносимых на поля оросительными водами. При современном уровне ведения мелиоративных мероприятий в орошаемых агроландшафтах Хорезмского оазиса процесс засоления почв активизируется, а доля засоленных почв увеличится до 97%. Следовательно, закономерная тенденция соленакопления в орошаемых землях в конечном итоге приведет к появлению и развитию локальных засоленных ландшафтных комплексов, осложняющих современную структуру агроландшафтов Хорезмского оазиса. На процесс засоления почв агроландшафтов и ухудшению экологического состояния Хорезмского оазиса отрицательное влияние оказывает также усыхание Аральского моря и эоловый перенос солей с его обсыхающего дна.

Нарушение экологического равновесия в Хорезмском оазисе наблюдается также в юго-западных окрестностях, где в результате сброса сильно минерализованных промывных и дренажных вод активно формируются заболоченные земли, заросшие камышом и расширяются площади антропогенных соленых озерных систем.

Почвенный покров Хорезмского и Дашховузского оазисов в долине реки складывается из пойменно-аллювиальных орошаемых и целинных луговых, болотно-луговых почв и солончаков, а на древней дельте из древнеорошаемых луговых и болотно-луговых почв и солончаков. Основу орошаемого земельного фонда оазисов составляют лугово-оазисные и новоорошаемые луговые незасоленные и слабозасоленные почвы.

Среди орошаемых земель Хорезмского оазиса сильно засолены только 35,8 тыс.га (32%), остальные площади заняты слабозасоленными и расселенными почвами. Среди неосвоенных земель слабозасоленные почвы встречаются лишь в долине Амударьи, остальные почвы сильно засолены [8,22,23].

При рассмотрении резервов земель, пригодных к освоению, обращает на себя внимание факт, что все намеченные к освоению земли представляют собой

малопригодные и трудноосваиваемые. Многие из них до последнего времени вообще не рассматривались в качестве земельных ресурсов (солончаки, внутриоазисовые пески и др.). Однако возросшая техническая оснащенность колхозов позволила пересмотреть прежние взгляды на возможность освоения этих земель.

Как известно, не все наносы улучшают плодородие почвы. Полезными являются взвешенные наносы, состоящие из частиц диаметром от 0,5 до 0,005 мм.

В гидрогеологическом отношении дельтой Амударьи считается участок ниже теснины Тюямуюна. С гидрографической точки зрения дельта Амударьи делится на три части:

- 1) верхняя дельта—самое древнее образование реки—участок между теснинами Тюямуюна и Кипчак;
- 2) средняя дельта—участок между теснинами Кипчак и Тахиаташ, несколько выше головы канала Кызкеткен;
- 3) нижняя дельта—участок между Тахиаташем и Аральским морем, где блуждающее русло и его протоки образуют современные отложения.

Современное развитие экономики, демографическая ситуация в Узбекистане и выявленные тенденции изменения климата, приводят к мнению, что в ближайшем будущем следует ожидать обострения проблем водообеспеченности в стране. В этих условиях для обоснования и разработки национальной стратегии развития водного сектора важной задачей является исследование генезиса, формирования режима поверхностных вод республики и их влияния на загрязнение и засоление агроландшафтов в историческом разрезе.

Основные ирригационные системы: Палван –Газаватская, Ханка– Ариинская, Шаватская и Кипчак – Бозсуйская объединены в единую Ташсакинскую систему, которой орошается до 65% всех поливных земель.

Республика Каракалпакстан (РК) расположена в крайней северо-западной части Узбекистана. Общая площадь территории Республики Каракалпакстан 167,1 км², что составляет около 37 % площади Узбекистана, из них пригодные для орошения - 1,6 млн.га., каракалпакская часть Кызылкумов занимает более 5 млн.га. На востоке она граничит с Навоийской и Бухарской областями, на юге и юго-западе с Республикой Туркменистан, на севере, северо-западе и северо-востоке с Республикой Казахстан. Территория республики простирается от 41 до 45,8⁰ с.ш. и от 56 до 62,6⁰ в.д. в зоне пустынь умеренного пояса, вся южная часть Аральского моря и низовья р. Амударьи.

Республика располагает большими фондами сельскохозяйственных угодий. За сельским хозяйством закреплено и в его пользовании находится 2,8 млн.га.

Основное направление экономики Каракалпакстана – сельское хозяйство и животноводство. Ведущими сельскохозяйственными культурами являются хлопчатник, рис и пшеница, посевы которых в благоприятные годы составляют 250-300 тыс.га.

Выращиваются кормовые и зерновые культуры (кукуруза, сорго, суданская трава, люцерна, подсолнечник, просо, ячмень, овес и т.д.), а также овощебахчевые (картофель, мята, баклажан, лук, перец, арбузы, огурцы, дыни, фасоль, маш и т.д.). Люцерновые семена, выращиваемые в основном на экспорт — это рентабельное производство для республики. Пашни, сенокосы и пастбища для животноводства составляют 22% от общего земельного фонда [30,31,34,38].

В республике имеются хлопкоочистительные, маслобойные и содовый заводы, текстильные и другие комбинаты, фабрики, Тахиаташская ГРЭС, различные железнодорожные линии, которые являются основными рычагами развития промышленности и народного хозяйства.

Недра Каракалпакстана богаты разнообразными полезными ископаемыми. Наиболее изучены местонахождения сырья для производства строительных материалов, особенно мрамора и гранита. На плато Устюрт, в Муйнакском и Тахтакупырском районах открыты большие запасы нефти и газа.

За последние 25-30 лет в Южном Приаралье ухудшилась экологическая обстановка, связанная с дефицитом воды и существенным снижением акватории Аральского моря (до 30,7 м от у.м.). С осушенного дна моря интенсивными темпами ежегодно происходит перенос пыли и соли и их выпадение на окружающую территорию, что ведет к загрязнению водных источников, атмосферного воздуха и земель республики. В результате этих негативных явлений народному хозяйству республики и здоровью населения наносится серьезный ущерб, поэтому необходимо принять срочные меры по борьбе с этими негативными явлениями.

В природно-климатическом отношении низовья р. Амударьи существенно отличаются от других зон Центральной Азии по климатическим условиям пояса. Климат здесь резко континентальный и сухой. В связи с отсутствием существующих естественных препятствий и равнинностью рельефа сюда беспрепятственно проникают с севера, северо-запада и северо-востока значительные воздушные массы, которые в зимний период способствуют снижению температуры воздуха и резким похолоданием. Поэтому зима здесь суровая: минимальная температура воздуха колеблется в пределах

-30 —38 - С. Продолжительность холодного периода длится от двух (на юге) до четырех (на севере) месяцев.

Средняя годовая сумма атмосферных осадков колеблется в пределах 80-110 мм. Наибольшее количество осадков выпадает ранней весной и частично зимой. Глубина промерзания почвы на орошаемых землях не превышает 0,7-0,8 м. Наибольшие ветреные дни отмечаются в апреле-мае, когда скорость ветра достигает 15-20 м/с, а в отдельные годы до 24 м/с, часто переходящая в песчаные бури, что вызывает ветровую эрозию почв.

Отмеченные климатические факторы являются неблагоприятными в мелиоративном отношении. Специалисты, оценивая роль этих факторов в формировании и направленности почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий рассматриваемой территории, отмечают следующее [24,25,27]:

а) атмосферные осадки существенного значения для питания собственно грунтовых вод дельты Амударьи не имеют;

б) высокая испаряемость, свойственная климату дельты, при залегании грунтовых вод на глубине меньше 2,5-3,0 м обуславливает весьма значительный расход грунтовых вод на испарение и транспирацию растительным покровом;

в) температурный режим воздуха с резким понижением ее в невегетационный период приводит к промерзанию верхнего слоя почвы, что существенно влияет на условия питания грунтовых поливов. В летний период температура воздуха регулирует интенсивность процессов испарения и транспирацию, соответственно увеличивая или снижая расходную часть баланса грунтовых вод.

Физико-географический фактор требует изучение рельефа, влияющего на условия водообмена. В водосборной части Амударьи расположен ряд крупных горных хребтов Памиро-Алая и Гиндикуша с высотами до 7500 м и мощными ледниками. Поэтому основное питание Амударья получает от таяния сезонных и высокогорных снегов и ледников, ее относят к ледникам леднико-снегового питания [56].

По В.Л.Шульцу [1965], общий сток с горной области бассейна Амударьи исчисляется в 2500 м³/сек, или 79 км³ в год, для сравнения отметим, что сток с горной области бассейна Сырдарьи равен 38 км³/год [56].

Позднее водные ресурсы поверхностного стока р.Амударьи оценивались в 77,7-62,7 км³, с большими отклонениями в зависимости от водности лет.

Водные ресурсы р.Амударьи в основном формируются за счет стока рек-Пяндж(35,9 км³), Вахш(20,2 км³) и притоков стекающих с южных склонов Гиссарского

хребта: Кафирниган, Сурхандарья, Шерабад, а также р. Кундуз с территории Афганистана. Ниже г. Керки находится зона рассеивания стока.

По характеру водного режима Амударья относится к Тянь-Шанскому типу, характеризующимся длительными весенне-летним (май-август) половодьем за счет таяния снегов в горах и устойчивой межени. Главный вывод-сток и режим реки всецело определяется процессами водообразования в горной части бассейна- в пределах равнин ее воды не пополняются, а только разбираются на орошение, расходуются на испарение и фильтрацию.

Бассейн реки Амударья—самой многоводной реки Центральной Азии, охватывает более 80 крупных рек, расположенных на территории Узбекистана, Таджикистана, Туркмении.

Центральная Азия в гидрографическом плане относится к бассейну Аральского моря. Площадь этого бассейна равна 2686, 6 тыс. км², включая не только территорию пяти Центрально-азиатских республик из которой на среднеазиатские республики приходится 1018,6 тыс. (Туркменистан — 488,1; Узбекистан — 388,2; Таджикистан — 131; Киргизстан—11,3), но и в Афганистане (257 тыс. км²) и Иране (65,0 тыс. км²). Границами бассейна служат: на востоке — Сарыкольский хребет, на западе — побережье Аральского и Каспийского морей, на севере — Алайский, Туркестанский и Нурагинский хребты, на юге — хребты Гиндукуш, Паропомиз и Копетдаг.

Гидрографическая сеть бассейна р. Амударья, зависит от рельефа и тектоники, опосредованно также влияет на распределение химического состава речной воды по территории бассейна. Всего на территории бассейна Амударья насчитывается 40615 рек, в том числе 2289 бессточных. Характеристика речной сети описываемой территории и распределение по бассейнам основных рек приведена ниже (табл. 1.1).

Таблица 1.1 -Площадь бассейнов и длины главных рек бассейна р. Амударья

Реки	Длина, км	Площадь бассейна, км ²
Пяндж-Памир	1038	114000
Гунт	296	13700
Бартанг-Оксу	528	24700
Вахш-Кызылсу	759	38100
Кафирниган	387	11600
Сурхандарья	287	13500

Кашкадарья	387	12000
Зарафшан	877	12300

Бассейн реки Амударьи- самой многоводной реки Центральной Азии, охватывает более 80 крупных рек, расположенных на территории Узбекистана, Таджикистана, Туркмении, Туркмении. С севера на юг он вытянут на 1230 км и с запада на восток на 14070 км, а расстояние от устья до наиболее удаленной точки речной системы (по руслу) составляет 26020 км [51,56].

По условиям формирования стока бассейн Амударьи гидрологи делят на несколько частей: 1) бассейн р.Пяндж, которая в свою очередь делится на две гидрологические области: Таджикский Памир, отличающийся сравнительным многоводьем, и южную Афганскую часть бассейна, очень маловодную; 2) бассейн р.Вахш; 3) бассейны рек, стекающих с южных склонов Гиссарского хребта (Кафирниган, Сурхандарья,Шерабад); 4) бассейны р.Кашкадарья и Зарафшан, которые должны быть отнесены по орографическим и гидрографическим признакам к бассейну Амударьи, хотя сами реки давно потеряли связь с Амударьей; 5) равнинная часть бассейна. Условно, верхней границей области принят створ Керки.

2.Методы, используемые для выявления закономерностей водного режима и миграции солей в речных водах

В данной главе описана методика оценки изменения водного режима рассматриваемых рек, при этом рассмотрены изменения речного стока по фазам гидрологического режима, а также за многолетний период с выделением маловодных, средних по водности и многоводных лет.

Также кратко описан бассейновый ландшафтно- галогеохимический метод изучения динамики минерализации и химического состава речных и коллекторно-дренажных вод, предложенный И.Н.Степановым и Э.И.Чембарисовым (1978) [26].

2.1. Методика оценки изменения водного режима рассматриваемых рек

Самая первая гидрографическая работа по бассейну Аральского моря была начата в 1873 г. Участники экспедиции Столетова, Российского императорского географического общества выпустили труды Амударьинской экспедиции "Гидрографические исследования на Амударье", где давались сведения по гидрологической ситуации и химическому составу.

Информация относительно химического состава рек бассейна Аральского моря имеется с 1910 г. Регулярные ежегодные сообщения относительно речного загрязнения были выпущены Управлением Гидрометслужбы Среднеазиатских республик. В.Л.Шульц в 1965 году составил обзор гидрологических и гидрохимических характеристик всех рек в своей монографии "Реки Средней Азии" [56].

Основой для современных ученых, которые исследуют водные ресурсы республики уже на другом уровне, где принимается во внимание, как водные ресурсы затрагивают всю региональную экологию. В 1980-е годы проблемы охраны водных ресурсов и экологические исследования стали одним из главных и приоритетных направлений науки [1,16,17,32,40,43].

Одной из публикаций по минерализации и химическому составу рек и коллекторно-дренажных вод: это монография Чембарисова Э.И., Бахридинова Б.А. [28]. На рис. 2.1 приведена схема расположения гидрологических постов, сведения по которым использованы для оценки ресурсов поверхностных вод Республики Узбекистан [50,51].

Гидрометрические наблюдения на реках бассейна Амударьи имеют различную длительность. Приведение их к одному периоду невозможно по следующим причинам. Погрешности измерения расходов воды на горных реках обычно превышают 10%.

Максимальные расходы редкой повторяемости, как правило, не бывают измеренными, они определяются по экстраполированным частям кривых $Q = f(H)$, причем за счет экстраполяции кривой и по причине несовпадения времени прохождения максимального уровня со сроками наблюдений погрешность в определении максимального расхода может дополнительно возрасти на 15—20%. Это накладывает ограничения на возможность удлинения рядов наблюдений. Удлинение рядов с периодом наблюдений 10—15 лет по рекам-аналогам не всегда возможно также из-за отсутствия связей. Если же связь оказалась хорошей, то ее достоверность низка по причине короткого ряда наблюдений. Лучше было бы ограничиться проработками по рекам с длительным периодом наблюдений (для Средней Азии более 15 лет).

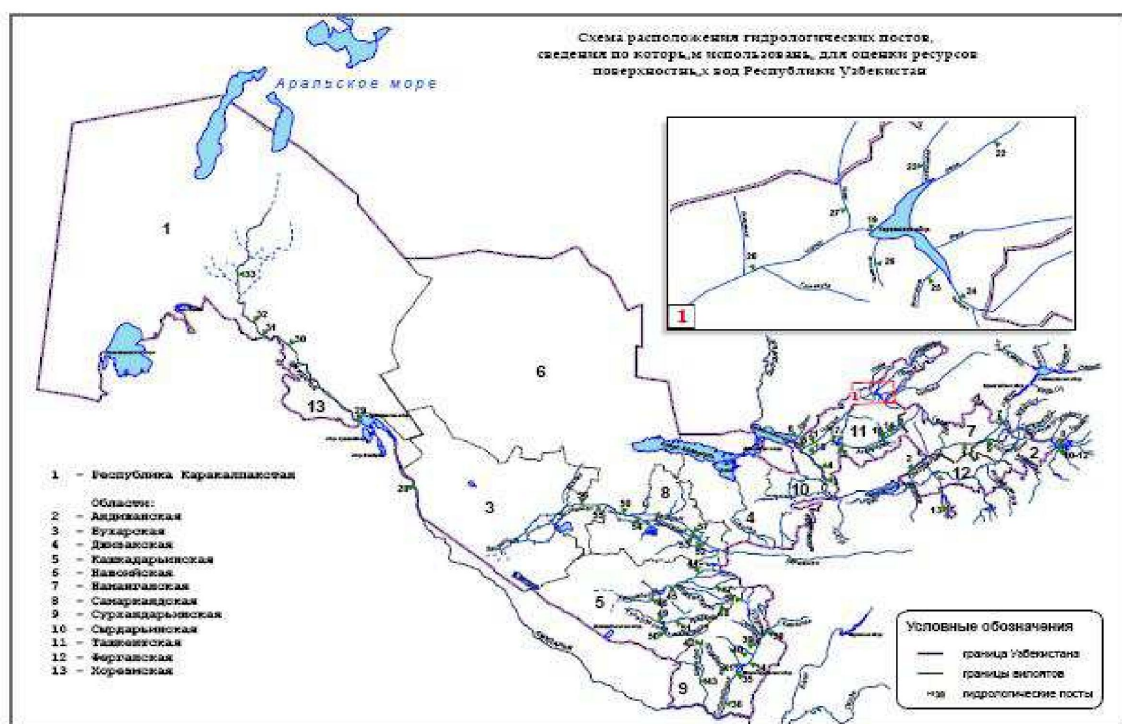


Рисунок 2.1 -Схема расположения гидрологических постов Узбекистана

Амударья протекает по территории Узбекистана в пределах своего среднего и нижнего течения. Образуется Амударья слиянием рек Пяндж и Вахш. Длина реки 1437 км, площадь водосбора 22700 км². Ниже слияния Пянджа и Вахша Амударья принимает левобережный приток Кундуздарью, формирующую свои воды на территории Афганистана, и правые притоки Кафирниган и Сурхандарью. Следующий правый приток— река Шерабад— сбрасывает в Амударью свои воды в ничтожном количестве и не каждый год. Реки Зарафшан и Кашкадарья, являющиеся гидрографически притоками Амударьи, своих вод до нее не доносят вследствие разбора их стока на орошение. Ниже впадения реки Шерабад Амударья не только не получает

поверхностного питания, а, наоборот, разбирается на орошение, теряет воду на испарение и инфильтрацию, постепенно уменьшая свой сток.

В формировании стока рек Средней Азии, как указывает В. Л. Шульц, участвует не весь бассейн реки (или территория, откуда возможен приток воды в реку по рельефным условиям), а только его горная часть, называемая водосбором или областью формирования стока. Остальные части бассейна занимают области рассеивания стока (культурная территория с развитым орошением) и равновесия стока (часть равнины, где выпадающие осадки полностью испаряются) [56].

Формирование речного стока в горных районах имеет следующие особенности. Поверхностный склоновый сток на значительной части площади горных водосборов отсутствует, так как склоны покрыты каменными осыпями и суглинистыми грунтами с большим содержанием камней и щебня, имеющими большой коэффициент фильтрации. Поверхностный сток наблюдается лишь на скалистых участках, где он скрывается под обломочным материалом, и на склонах с глинистыми и суглинистыми сильносмытыми слабопроницаемыми грунтами, лишенными структуры, например в результате массовых оползней (эродированные склоны). Образующаяся на склонах вода поступает к их подножию преимущественно в виде подземного стока, выклинивающегося в гидрографическую сеть и имеющего вследствие высокого коэффициента фильтрации почво-грунтов сравнительно большие скорости. Этот сток В. Л. Шульц называет быстрым подземным стоком. Формирование речного стока за счет подземного уменьшает потери на испарение и увеличивает продолжительность фаз подъема и спада гидрографа, уменьшая максимальную величину расхода [56].

В формировании стока рек с высокими водосборами значительную роль играет таяние ледников и особенно снежников, имеющее в основном характер руслового стока. Ледники и снежники тают при высоких температурах и значительной влажности воздуха, что снижает потери на испарение в процессе водообразования, и даже отмечается преобладание конденсации над испарением с поверхности снежников до высот 3500—4000 м.

При формировании больших дождевых максимумов на небольших водосборах поток обычно сильно насыщен продуктами склоновой и русловой эрозии. Нагромождение камней в местах крутых поворотов, резкие сужения и изменения уклона русла, обвалы и оползни со склонов создают в русле естественные запруды, уменьшающие расходы на нижележащих участках. Когда запруды прорываются потоком, образуется мощная волна, расходы которой во много раз превышают

обычные. Число волн может доходить до 80 с интервалами около 30 мин. и высотой подъема уровня 7 м и более.

Фронт и тыл снеготаяния в горах всегда движутся против течения реки, что вызывает некоторое увеличение продолжительности подъема и спада гидрографа и уменьшение его максимальной ординаты.

Для анализа формирования речного стока в годовом разрезе обычно используется уравнение водного баланса:

$$Y=X-Z-W\pm I, \quad (2.1)$$

где Y — речной сток; X — осадки; Z — испарение; W — подземный сток; I — запас влаги в бассейне.

Составляющие баланса могут быть выражены как в виде объемов за период времени t , так и в виде высот слоя, соответствующих распределению их по площади водосбора.

Рассматривая водосбор, полностью дренирующий подземные воды ($W=0$) и разделяя запас влаги на составляющие, выражение можно написать в виде:

$$Y=X-Z \pm (B+C+A+P), \quad (2.2)$$

где B — изменение запасов воды в открытых водоемах (включая и речное русло); C — изменение запасов снега и льда; A — изменение запасов влаги в зоне аэрации; P — изменение запасов подземных вод.

В холодный период года осадки аккумулируются на поверхности водосбора в виде снежного покрова, т. е. $X - C = 0$. Пренебрегая испарением Z и изменениями запасов воды в водоемах B и в зоне аэрации A за малостью, из выражения имеем: $Y = P$. Следовательно, в зимний период речной сток образуется из подземных вод, запасы которых к концу зимы сильно сокращаются.

С началом теплого периода года и появлением устойчивых положительных температур воздуха начинается снеготаяние, одновременно возрастает и испарение.

В этот период поверхностный сток Y образуется за счет выпадающих осадков X и таяния снега и льда на водосборе C . При этом значительная часть осадков и часть талых вод в процессе склонового стока расходуется на испарение Z и увеличение запасов подземных вод P , часть которых продолжает участвовать в образовании речного стока. В период нарастания расходов воды часть ее задерживается в открытых водоемах, и член B в выражении имеет знак минус. Для периода уменьшения расходов этот член имеет знак плюс, так как накопленная вода поступает в русло реки.

При отсутствии на водосборе вечных снегов и ледников после истощения запасов сезонного снега $C = 0$ образование стока Y происходит за счет осадков X и расходования запасов воды в открытых водоемах B , в зоне аэрации A и подземных вод $П$. При малом количестве летних осадков (на всех низких водосборах среднеазиатских рек) испарение может превышать осадки X , и тогда речной сток образуется в основном из подземных вод, при истощении запасов которых река пересыхает до осеннего выпадения осадков.

Если высота водосбора превышает высоту снеговой линии, после схода сезонного снега поверхностный сток продолжается за счет таяния вечных снегов и ледников до наступления отрицательных температур, прекращающих снеготаяние.

Таким образом, речной сток в годовом разрезе формируется в общем случае за счет четырех источников питания: 1) подземных (главным образом грунтовых) вод; 2) сезонных запасов снега; 3) вечных снегов и ледников и 4) жидких осадков (дождей).

Для выяснения их роли в формировании стока рассматриваемой реки применяют расчленение гидрографа по источникам питания, графически выделяя объемы воды, сформированные каждым источником, отдельно.

Расчленение гидрографов показывает, что около 60% рек питается преимущественно за счет таяния сезонного снега (реки юга России и севера Казахстана — только за счет сезонного снега). Роль подземного и дождевого питания увеличивается по мере продвижения на север, хотя в районах вечной мерзлоты резко снижается. Преимущественно дождевое питание имеют реки Дальнего Востока, Колхидской низменности в Грузии, где снежный покров незначителен и основное количество осадков выпадает летом.

По В. Л. Шульцу, основную роль в питании рек Средней Азии играют талые воды, образующиеся в результате таяния снега и ледников в горах. При этом чисто ледниковое питание среднеазиатских рек не превышает 10% годового стока и до 50% занимает сток, образующийся от таяния снежников. Дождевое питание рек Средней Азии в среднем составляет 5—6% годового стока; на юго-западе оно доходит до 15%, а в бассейне Амударьи — 3 — 3,5%. Однако на малых и средних реках дожди формируют максимальные расходы [56].

В. Л. Шульц оценивает питание рек Средней Азии за счет подземных вод в среднем около 40%, а на реках Чу, Шахимардан и Исфайрам — 50% и более. Роль базисного стока особенно возрастает в предгорных районах, где в русла рек выклиниваются грунтовые воды с орошаемых площадей. Подземное питание

характеризуется сравнительной равномерностью. В периоды отсутствия осадков и снеготаяния на водосборе формируемые расходы несколько уменьшаются по мере истощения запасов подземных вод. В периоды пополнения запасов подземных вод расходы увеличиваются, причем максимум подземного питания отстает по времени от максимума осадков и снеготаяния [56].

Годовой ход снеготаяния, в том числе и вечных снегов и ледников, определяется в основном ходом температуры воздуха и солнечной радиации. Некоторое влияние на него оказывают скопившиеся запасы снега и выпадение весенних осадков, задерживающих наступление устойчивых положительных температур по сравнению с ходом солнечной радиации. Годовой ход дождевого питания отличается большой неравномерностью и кратковременностью выпадения отдельных дождей, носящих обычно случайный характер.

В Средней Азии годовой ход осадков мало влияет на годовой ход стока. На высоких водосборах основные запасы влаги накапливаются весной, на низких — в конце зимы. В теплое время года ход жидких осадков может существенно влиять на ход стока только при большом их количестве и продолжительности.

На реках с высокими водосборами годовой ход стока определяется в основном режимом снеготаяния, зависящим от хода теплового баланса. Поэтому он получил название термического хода стока и синхронен ходу среднесуточных температур воздуха в горах.

У рек с низкими водосборами термический ход стока наблюдается, пока не исчерпаются запасы сезонного снега, а у рек с очень низкими водосборами типа Атрек, Мургаб и Теджен, где жидкие осадки могут выпадать зимой, весной и во второй половине осени, термический ход стока заменяется ходом осадков. Неравномерность годового хода источников питания обуславливает неравномерность годового хода стока. Ее характеризуют коэффициентом внутригодовой неравномерности стока ϕ , представляющим отношение части площади гидрографа, расположенной выше среднего годового расхода, ко всей площади.

В общей неравномерности годового хода стока, выражаемой гидрографом, выделяется ряд закономерных переходов, связанных с сезонным характером хода отдельных источников питания и получивших название фаз гидрографа. Основными фазами гидрографа являются межень и половодье.

Межень — это период наименьших расходов воды в реке, когда водообразование на водосборе минимальное (или отсутствует) и речной сток в

основном формируется подземными водами. Различают зимнюю и летнюю межень. Первая связана с прекращением снеготаяния вследствие низких зимних температур, вторая — с истощением запасов сезонного снега на водосборе. За начало зимней межени принимается появление на реке шуги и льда. Межень обычно характеризуется отсутствием суточных колебаний расходов и плавным их снижением вследствие истощения запасов подземных вод. В конце летней межени возможно пересыхание реки. Прекращение стока в период зимней межени наблюдается на реках Казахстана, Забайкалья. Межень в 30 дней считается продолжительной, менее 30 дней — короткой.

Половодье — это период больших расходов воды в реке в результате интенсивного снеготаяния на водосборе. Различают весеннее (снеговое) половодье от таяния сезонного снега и летнее (снегово-ледниковое), в формировании которого основную роль играет таяние вечных снегов и ледников на больших высотах.

Начало снегового половодья определяет конец зимней межени, а конец половодья — начало летней. При снегово-ледниковом половодье его конец является началом осенней межени. Граница между снеговым и снегово-ледниковым половодьями выражена слабо.

Половодье характеризуется сравнительно плавными подъемом и спадом расходов, причем большие расходы могут сохраняться продолжительное время. Вместе с тем для половодья характерно значительное изменение расходов в течение суток, обусловливаемое более интенсивным снеготаянием в дневное время. Особенно резко суточный ход расходов выражен в период снегово-ледникового половодья.

Интенсивные кратковременные дожди (ливни) вызывают паводок, который характеризуется резким подъемом и несколько замедленным, но тоже резким спадом и небольшой продолжительностью прохождения максимальных расходов. Поэтому паводки накладываются на гидрограф в виде отдельных пиков.

Паводками также называют резкие увеличения расходов во время кратковременных оттепелей или летом в период наиболее интенсивного таяния высокогорных снегов и ледников.

Основная особенность паводков — непериодический, резко выраженный случайный характер. Дождевые паводки могут быть в любое время года, когда возможно выпадение жидких осадков, хотя существуют периоды (сезоны), когда они наблюдаются часто или крайне редки. Продолжительные, часто повторяющиеся обложные дожди вызывают длительные увеличения расходов. Паводковые пики в

период половодья, накладываясь на гидрограф, могут существенно увеличивать максимальные расходы.

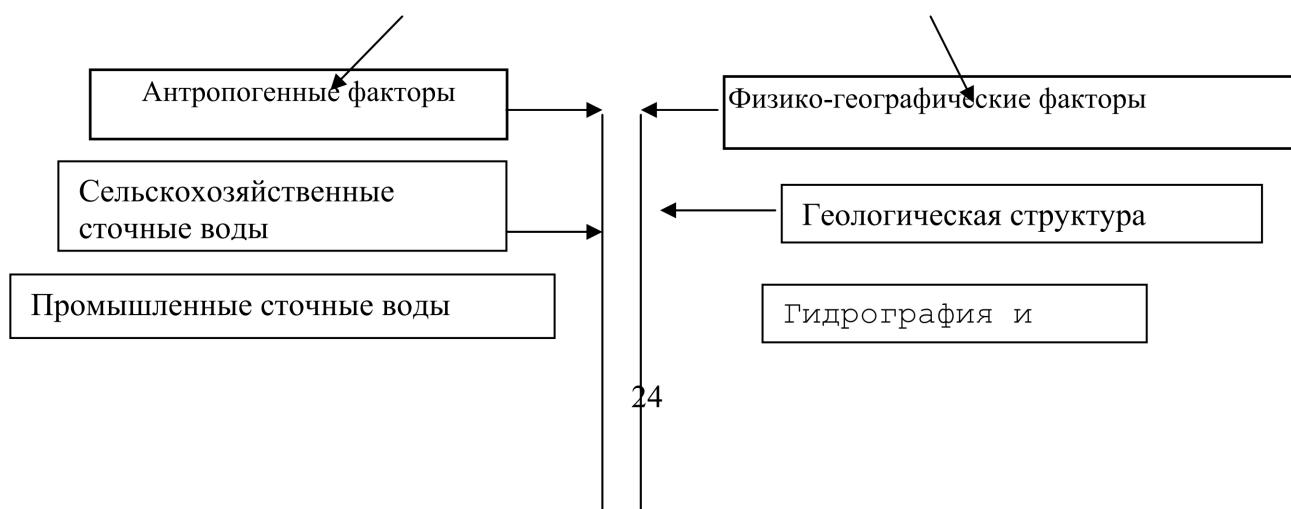
Интенсивно возрастающее использование в народном хозяйстве водных ресурсов приводит к существенным изменениям стока рек, водного режима территории их бассейнов и водоприемников. Особенно велико это влияние в аридных и полупустынных областях. В ряде районов деятельность человека в области управления водными ресурсами суши по своим масштабам становится соизмеримой с воздействием на них природных факторов. Влияние антропогенных факторов увеличивается по мере интенсификации использования водных ресурсов и на определенном уровне рациональное использование последних уже невозможно без достоверных знаний об изменениях, произошедших в водном режиме территории и стоке рек под их воздействием.

Существует научная гипотеза, согласно которой в зоне формирования речного стока рек Центральной Азии в силу изменения климатических факторов произошло изменение гидрологического режима рек, когда начало половодья сместилось с летнего периода на весенние месяцы. В процессе исследований эта гипотеза была проверена на конкретных малых речных бассейнах.

Отмеченные гидрологические особенности рек Средней Азии, в том числе рассматриваемых бассейнов, описаны в следующей главе.

Содержание гидроэкологического мониторинга. Кроме анализа водного режима рассматриваемых рек, было подробно изучено их гидроэкологическое состояние на основе предложенного метода гидроэкологического мониторинга [17,18,58]. Для гидроэкологического мониторинга предложена блочная модель, подробно разработанная схема (рис.2.2-2.3) определения состава исследований по оценке изменения загрязняющих веществ в речных водах в аридных условиях (на примере бассейна р.Амударьи), как комплексная модель на основе простых частных

Компоненты системы гидроэкологического мониторинга бассейна Аральского моря.



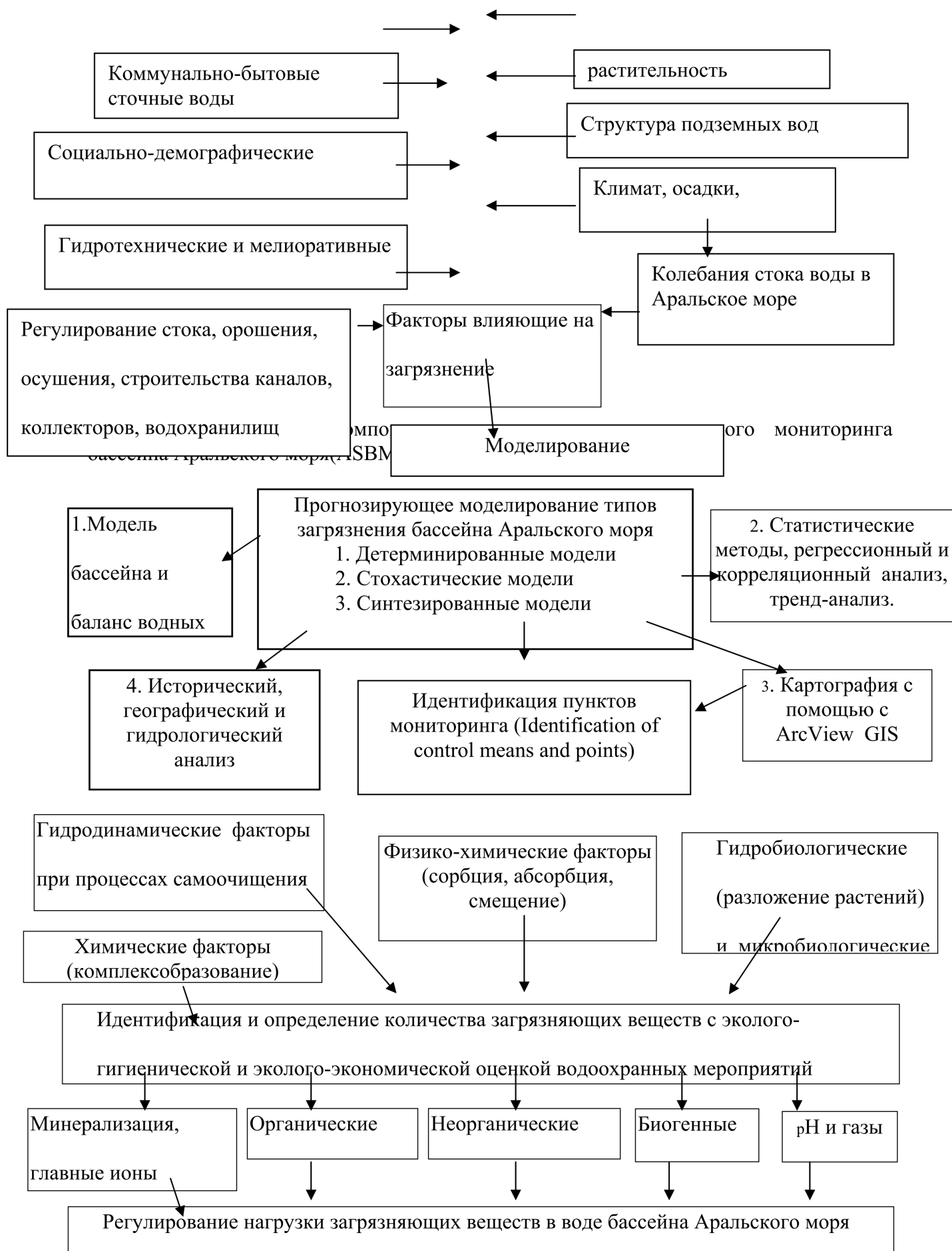


Рисунок 6

Рисунок 2.3- Входящие и выходящие компоненты гидроэкологической модели бассейна Аральского моря (Nasrulin, H. Lieth 2001, Насрулин 2006) [19,58]

Технические средства обеспечения включают в себя несколько блоков: а) сбор и обработка информации. Включают в себя компьютерный банк данных, картосхемы, ГИС-система (Географическая информационная система). б) прогнозы изменения загрязняющих веществ в воде бассейна Аральского моря с гидрологической оценкой. с) гидроэкологическое картирование.

При создании системы гидроэкологического мониторинга, учитывались три главных фактора: коллекторно-дренажные стоки, сточные воды промышленности и коммунально-бытовые стоки. Использование математико-картографического моделирования и компьютерного банка данных сильно упрощает процесс исследования, позволяет перейти к ГИС-технологиям с учетом зарубежного опыта.

Первый этап исследований - "Гидроэкологический мониторинг речного бассейна" фиксирует изменение химического состава рек бассейна Аральского моря, учитывая также влияние двух важных факторов (антропогенного и физико-географического) .

Второй этап - "Прогнозирование" состоит из разных моделей:

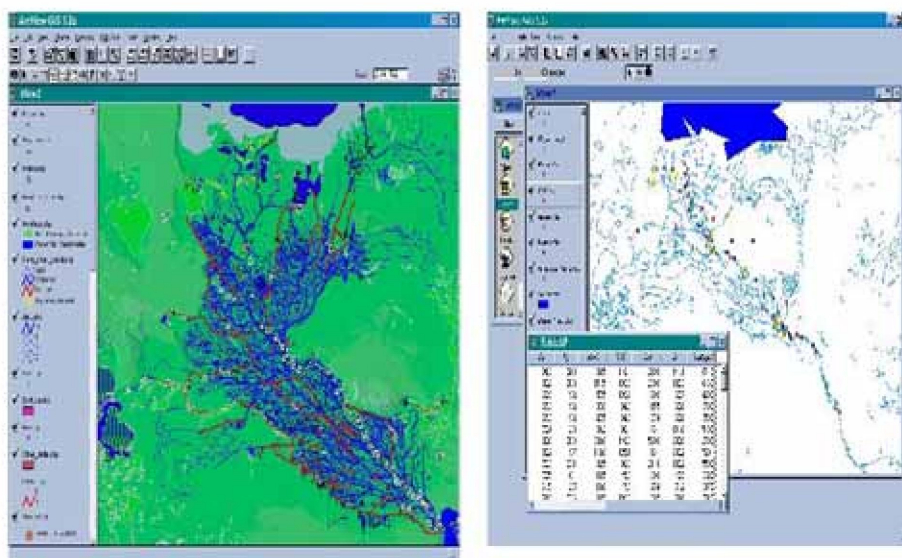
- детерминированные модели, где упор на вскрытие причинной обусловленности исследуемых явлений. Это - аналогия с подобными случаями, широкое использование системного анализа. Туда входит географо-гидрологический метод В.Г.Глушкова, бассейновый метод И.И. Степанова и Э.И. Чембарисова (1978), изучающий территориальный уровень – бассейн [26,35,39];

- стохастические модели - это конкретно простые математические модели, использование статистических методов, в нашем случае корреляционный и регрессионный анализ, где с помощью уравнения регрессии можно дать прогноз. Дополнительно используется тренд-анализ по всем изучаемым створам, где определяют удобную формулу, имитируют различные ситуации изменения прироста содержания при различных нагрузках, добавляя дополнительные средние концентрации. Базовый вариант системы настроен на работу одновременно с 20 различными загрязняющими веществами. Исходные данные для расчетов вводятся и поддерживаются с помощью собственной базы данных за 1980-2011гг;

-синтезированная комплексная модель, это картографирование гидроэкологической ситуации изучаемого бассейна. Здесь суммируются все результаты, полученные по другим моделям. Используется методика ГИС-картографирования химического состава поверхностных вод (рис.2.4).

Сами прогнозируемые вещества делятся на отдельные группы, чтобы перейти к регулированию их содержания, при обязательном учете эколого-экономической оценки водоохранных мероприятий.

В данной монографии использовались ГИС для информационной поддержки для изучения генезиса формирования поверхностных вод на уровне бассейна реки Амударья (низовья реки –Хорезмский оазис и орошаемая зона Республики Каракалпакстан, часть верховий реки- Сурхандарьинская и Кашкадарьинская область).



Гидрохимические показатели подтверждены колебаниям во времени, поэтому карты составляется на основе осредненных многолетних данных с учетом гидрологических фаз (межень, половодье).

За основу гидроэкологического районирования принят комплексный бассейновый метод географо-галохимического анализа природно-мелиоративной обстановки, где учтено как влияние естественных факторов, так и антропогенные факторы (Степанов, Чембарисов, 1978) [26].

В настоящее время в связи с обострением использования стока трансграничных рек Амударьи и Сырдарьи возросла необходимость применения и использования различных методов оценки использования стока и его качества по длине рек ниже территории различных государств (рис.2.5).

Таблица 2.2- Оценка качества питьевой воды и гидроэкологического состояния территории по классификации сотрудников лаборатории гидрометрии и метрологии [33,36,37].

<i>Критерии оценки</i>	<i>Качество питьевой воды</i>	<i>Гидроэкологическая обстановка</i>
Не должна превышать содержание элементов, ограничивающих их ПДК по новейшим официальным источникам /ГОСТ-2874-82/ 'Вода питьевая' Сан ПиН 4630-88/ Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения/, последний перечень ПДК института САНИГМИ и др.	<i>Хорошая</i>	<i>Близка к естественной</i>
2-3 ингредиента, превышающие ПДК, относящихся к самым низким классам опасности отдельных элементов на здоровье человека (а именно к IY и III классам	<i>Удовлетворительная</i>	<i>Слабо нарушена</i>
5-6 ингредиентов, превышающих ПДК и относящихся к IY и III классам опасности или 1 – 2 ингредиента, превышающих ПДК и относящихся к I –II классам опасности	<i>Плохая</i>	<i>Заметно нарушена</i>

Значительное количество ингредиентов, превышающих их ПДК и относящихся к I-II классам опасности	Опасная	Сильно нарушена
Примечание: классы опасности выделены по СанПиН 4630-88: I класс – чрезвычайно опасные ингредиенты; II – класс- высокоопасные, III класс опасные ингредиенты и IV класс - умеренно опасные ингредиенты		

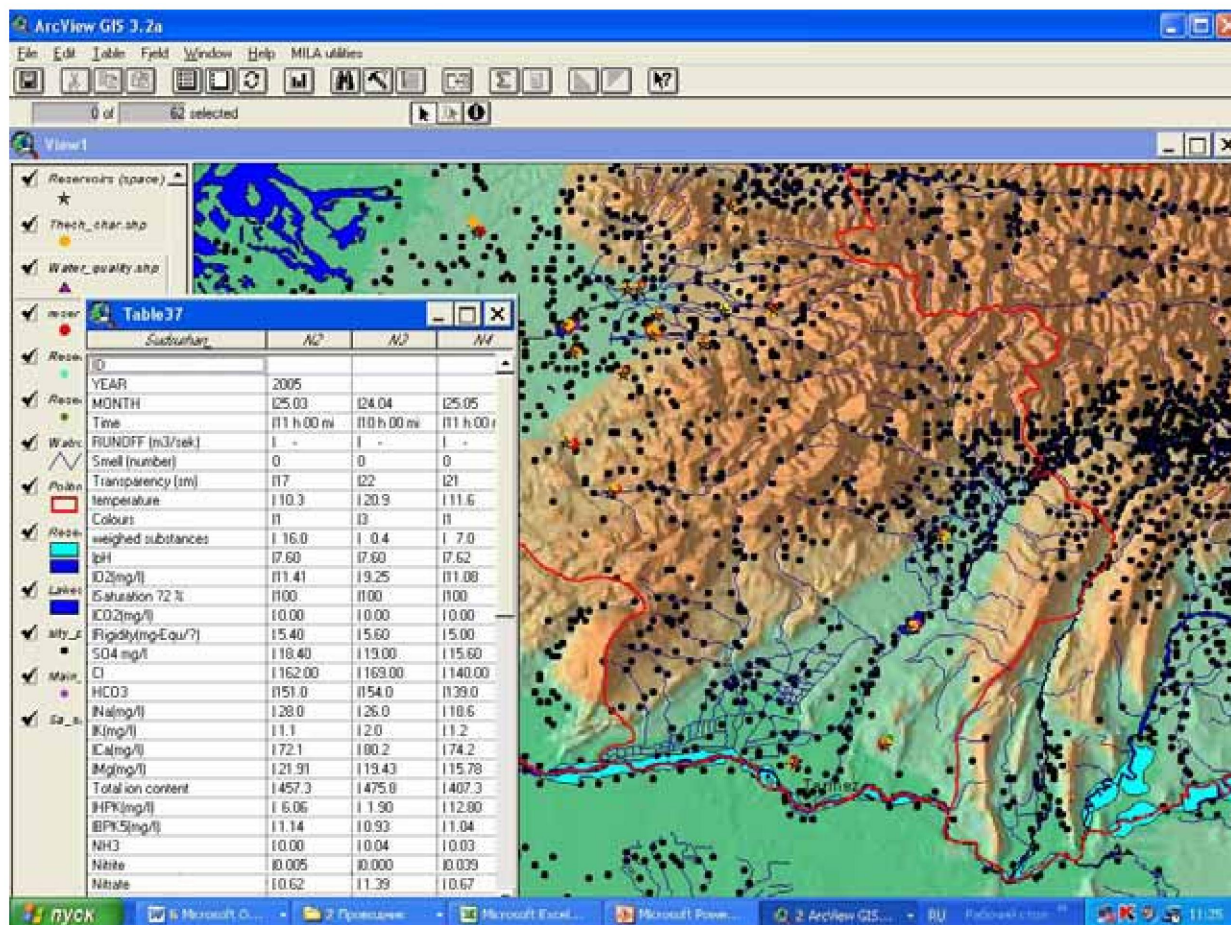


Рис. 2.5.- Пример анализа гидрохимических данных по речным створам для оценки засоления территории речного бассейна.

При исследовании гидрохимического режима речных вод особый интерес представляет изменение минерализации по их длине. Этот процесс обуславливается различными природными и антропогенными факторами. К их числу можно отнести выщелачивание легкорастворимых солей из откосов и ложа, наличие в бассейнах засоленных почво-грунтов, участков с выклинивающими подземными водами и испарение.

В результате многолетних исследований формирования химического состава речных вод, интерпретации большого количества собственных и литературных данных о химическом составе почв и вод различных генетических категорий

(ручейковых, аллювиальных, подрусовых и т.д.) сосредоточенных в пределах речных бассейнов будут установлены факторы, под влиянием которых происходит осолонение транспортируемой по реке воды.

В более ранних работах было выявлено, что в соответствии с генетическими особенностями состава поступающих в реку возвратных вод с орошаемой территории рост минерализации воды по длине реки происходит главным образом за счет увеличения хлоридов и сульфатов щелочных и щелочно-земельных металлов. Так, например, было выявлено, что в большинстве рек Узбекистана химический состав воды постепенно переходит от ясно выраженного гидрокарбонатного кальциевого состава к смешанному со значительной долей хлоридов, сульфатов и ионов щелочных металлов.

В процессе намечаемых исследований метаморфизация минерализации и химического состава речных вод будет определена для трех выделенных в речных бассейнах зонах: а) формирования стока; б) его транзита, в) зоны рассеивания стока.

В процессе исследования будет рассмотрена зависимость между минерализацией и ее химическим составом.

Так, например, известно, что для оценки биологической продуктивности, качества природных вод большой интерес представляет изучение содержания щелочных металлов (Na^+ и K^+). В исследованиях выведены уравнения связей между минерализацией и концентрацией натрия и калия, рассмотрена их миграционная активность, которая зависит от характера гидрологических, биологических и др. факторов на различных участках рек.

Биогенные, органические вещества и растворенные газы. Изучение динамики биогенных и органических веществ имеет особое значение для питьевого водоснабжения, так как излишнее их количество ухудшает качество воды, затрудняет работу объектов водоподготовки. Изменчивость качественного состава органического вещества может быть вызвана сложной совокупностью различных факторов, действующих на отдельных этапах становления водной системы, например, распадом затопленной растительности и почв, автохтонные органические вещества планктонного и бактериального происхождения и др.

Оценка качества воды и степени антропогенного загрязнения реки комплексными методами. Изучение различных аспектов изменения химического состава речных вод Узбекистана в последние годы изучались различными авторами Чембарисов Э.И.[2008], В.Е. Чуб [1998], Лесник Т.Ю.[2004]и др.[41,45,50].

Начиная с 1991 г., и по настоящее время, согласно нашему мнению, начинается новый гидрохимический этап в исследованиях качества речных вод. Кратко его суть заключается в том, что исследователи начинают более глубоко изучать специфику загрязнения речных вод различными ингредиентами путем применения комплексных показателей и создания гидрохимических цифровых карт.

При этом согласно составленным картам выявлены ареалы распространения вод с различным типом качества (хорошая, удовлетворительная, плохая и опасная), а также с преобладанием различных легкорастворимых ионов и микроэлементов.

Выявление закономерностей миграции легкорастворимых солей и загрязняющих веществ в поверхностных водах крупных речных бассейнов проведено с учетом влияния орошаемого земледелия, промышленности и других антропогенных факторов за последние 60 лет (с 1955г.), путем вычисления уравнений связей, составления различных математических моделей и т.д.

В последние годы в Узбекистане на фоне общего маловодья в отдельные пустынные понижения, реки, подземные емкости, каналы и т.д. продолжают стекать возвратные воды с орошаемых полей, промышленные, городские и коммунально-бытовые стоки, а также стоки животноводческих ферм. Они, как правило, бывают минерализованными, содержат токсичные ионы и различные ингредиенты антропогенного происхождения.

На территории Узбекистана, в зависимости от водности года, технического состояния гидромелиоративных систем и других факторов, формируется от 19,0 до 28,0 км³ возвратных вод, где 90-92 % составляют коллекторно-дренажные воды. В общем объеме возвратного стока доля от промышленно-коммунально-бытового хозяйства варьирует от 1,1 до 1,4 км³.

Уровень загрязнения основных рек республики- Амударьи, Сурхандарьи и Кашкадарьи производственно-бытовыми и сельскохозяйственными стоками все еще остается значительным.

Изучение и понимание динамики химического состава загрязняющих веществ рек бассейна Аральского моря- ключевая цель гидроэкологического мониторинга. Характеристика законов, управляющих распределением загрязняющих веществ в поверхностной воде, может применяться, чтобы решить множество национальных экономических проблем. Эти проблемы включают водную оценку качества для питья и технических потребностей, планирование общественного и индустриального управления с водной поставкой. Также для индустриальных комплексов и

местоположений строительства, при принятии решений для регулирования и перераспределения ресурсов рек, при управлении сельскохозяйственной эксплуатацией систем ирригации, при управлении водными бассейнами, используемыми для рыболовства, при оценке экологической ситуации для здравоохранения, и т.д.

Содержание гидроэкологического мониторинга было представлено на блок-схемах (рис. 2.2 -2.3), иллюстрирующих динамический подход анализа систем от гидроэкологического мониторинга до создания систем поддержки решений [Чембарисов, 2007, Насрулин, 2006] [17,35,44].

Положение постов мониторинга показывается на карте, большинство постов введено в интерактивную карту в виде таблиц, использовались компьютерные программы, дополнительно можно использовать и развивать следующие методы: так, например,

- бассейновый метод для исследования поверхностных вод областей с аридным климатом был использован на примере бассейнах рек Сурхандарьи, Кашкадарьи и Хорезмского оазиса и орошаемой зоны Республики Каракалпакстан.

2.2. Основные позиции бассейнового ландшафтно-галогеохимического метода изучения динамики минерализации и химического состава речных и коллекторно-дренажных вод

Одним из методов определения данных характеристик является бассейновый ландшафтно-галогеохимический метод [26,37,49]. Основные позиции этого метода приведены на рис. 2.6.



Рис.2.6- Основные позиции бассейнового ландшафтно-галогеохимического метода изучения динамики минерализации и химического состава речных и коллекторно-дренажных вод

Основные теоретические положения данного метода заключаются в следующем:

- 1) изменения гидрохимического режима рек необходимо рассматривать с учетом степени и типа засоления орошаемых почв в бассейне реки или в пределах отдельного ирригационного района. При этом одновременно учитывается и минерализация грунтовых вод орошаемой зоны, содержание солей в которых отражается на поверхности земли (почв) через степень засоления почв;
- 2) для анализа формирования минерализации речных вод в рассматриваемых бассейнах из множества гидрологических постов выделяются начальные и замыкающие створы с наличием гидрохимических данных и расположенных выше и ниже орошаемых площадей в бассейне (прогноз минерализации может быть дан и на условно замыкающий створ);
- 3) большое значение придается исследованию почвенно-мелиоративных условий как в целом по речному бассейну, так и в отдельных его частях. При этом изучаются засоленные почвы па массиве, современные размеры и многолетние изменения площа-

дей, тип засоления и условия выноса солей с орошаемых полей (естественный и искусственный дренаж). Изучаются и другие ирригационно-мелиоративные характеристики: а) изменение модулей коллекторного стока, б) состояние и динамика грунтовых вод, в) объем водозаборов на орошение и промывки, г) динамика орошаемых площадей под различными культурами и др. Особо изучается вопрос изменения минерализации речных вод в связи со строительством водохранилищ и режимом их работы;

4) по мере накопления необходимого материала взаимосвязь геохимического состояния орошаемой территории с минерализацией речных вод рассматривается несколькими способами, дополняющими друг друга:

а) путем анализа водно-солевых балансов, составленных за разные годы,

б) путем построения графиков связи между различными характеристиками орошения (величина орошаемой площади с учетом засоления, водозабор, модуль коллекторного стока и др.) и минерализацией речных вод в устьевых створах,

в) путем определения величин критериев почвенно-мелиоративного подобия и др.;

5) для расчета перспективной интегральной среднегодовой величины минерализации в замыкающих створах рек применяется следующая рабочая формула:

$$M_{ор} = M_{нач} + a F_{эф}, \quad (2.3)$$

где $M_{ор}$ и $M_{нач}$ — минерализация речной воды ниже и выше орошаемой площади в бассейне или ирригационном районе;

$F_{эф}$ — эффективная, т. е. дренируемая рекой часть орошаемой площади (в условиях Средней Азии это, в первую очередь, площади, занятые хлопчатником, рисовниками и т. д.),

a — коэффициент, учитывающий в интегральной форме солеотдачу в различной степени засоленных орошаемых почв (с присущими им грунтовыми водами), модуль коллекторного стока и расходы воды в реке.

Эта формула была одобрена проектировщиками, а сам метод расчета, основанный на взаимосвязи минерализации речной воды с величиной орошаемой площади различного засоления при одновременном учете минерализации грунтовых вод (формирование минерализации речных вод в орошаемой зоне рассматривается площадным способом за пределами русла) под названием бассейнового ландшафтно-галогеохимического метода был использован в практике. Полученные расчетные величины мало отличаются от прогнозов, выполненных другими методами, особенно

для рек Кашкадарья, Сурхандарья, где влияние орошаемых площадей проявляется сильнее.

В принципе расчеты ожидаемой минерализации коллекторных вод в ирригационных районах могут быть выполнены по формуле (2.3). При расчетах вначале необходимо установить период работы того или иного коллектора, затем определить величину коэффициента солеотдачи «а» для определенного периода (используя приведенную таблицу), зная величины орошаемых площадей в перспективе, можно определить ожидаемую минерализацию коллекторных вод. Об изменении химического состава речных и коллекторно-дренажных вод в перспективе необходимо определять по современным графикам зависимости содержания главных ионов от величины минерализации.

При написании монографии для выявления закономерностей генезиса, формирования и режима поверхностных вод Узбекистана, и их влияния на засоление агроландшафтов были использованы бассейновый ландшафтно-геохимический метод, метод гидроэкологического мониторинга, способ определения источников питания рек по В.Л.Шульцу, в перспективе намечено использовать анализ космических снимков, ГИС-технологии и метод «пластики рельефа».

3. Тип питания и изменение водности рассматриваемых рек в условиях глобального изменения климата

3.1 Оценка изменения некоторых характеристик климата Центральной Азии

Современное состояние теории климата характеризуется разнообразием применяемых подходов: от простых теплобалансовых моделей климата до численного моделирование климата на основе использования полной системы уравнений гидротермодинамики и учета многочисленных обратных связей в системе атмосфера - океан –суша - криосфера.

Отдельные немногочисленные упоминания о погодных явлениях на территории Узбекистана встречаются еще в работах средневековых авторов. Однако систематическое изучение климата началось только во второй половине XIX века, когда в Туркестане были организованы первые, постоянно действующие станции.

Для всего северного полушария планеты Земля систематических измерение климатических показателей (температура, осадки и т.д.) ведется с 1891 до настоящего времени. В бассейне Аральского моря измерение климатических показателей началось с 1847 года на метеорологической станции Казалинск.

В настоящее время в Узбекистане работает более 80 метеостанций, некоторые из них -Ташкент, Фергана, Самарканд - имеют ряды наблюдений более 100 лет. Однако большинство станций организовано в 30-50-е годы прошлого столетия.

Как всем известно, водные ресурсы Республики Узбекистан складываются из внешних водных ресурсов поступающих по рекам из горных областей Таджикистана и Кыргызстана и ограниченных внутренних водных ресурсов формирующихся на территории республики. К внутренним водным ресурсам относятся воды озер на территории Узбекистана. К водным ресурсам не относятся запасы воды в водохранилищах на территории Узбекистана, поскольку из-за отсутствия водохранилищ с многолетним регулированием стока вода, находящаяся в них, это сток рек, перераспределенный внутри года, внутренними водными ресурсами также являются запасы воды в ледниках.

В настоящее время в республике построено 53 водохранилища в основном ирригационного назначения. Их полный проектный объем составляет 18,9 км³, полезный - 14, 9 км³.

На территории Узбекистана в верховьях ряда рек Сурхандарья, Кашкадарья, в прошлом веке находились горные ледники в количестве 525 единиц, общей площадью

оледенения в 154,2 км², то есть ледники, в основных малых форм, средняя площадь одного ледника было 0,293 км². В настоящее время по данным Узгидромета происходит таяние этих ледников, большинство их потеряли более 60-70% своего объема[2,50,51].

Согласно проведенным исследованиям был собран банк данных фондовых и литературных данных по гидрологии рек Узбекистана, материалы по расходам воды за разные периоды лет, а также сбору среднемесячных данных (осадки, температуры воздуха) по различным климатическим характеристикам по метеостанциям, расположенным в зоне формирования стока.

В первую очередь был проведен анализ научных работ по влиянию климатических факторов на гидрологический и гидрохимический режим крупных рек Узбекистана. В первую очередь это научные работы Чуб В.Е. [2007], Агальцева Н.А., Пака А.В. [1999, 2007-2008], и других авторов [2,3,50,51].

Современное состояние теории климата характеризуется разнообразием применяемых подходов: от простых тепловых балансовых моделей климата до численного моделирования климата на основе использования полной системы уравнений гидротермодинамики и учета многочисленных обратных связей в системе атмосфера - океан –суша - криосфера.

Влияние осадков. Климатические условия имеют первостепенное практическое значение в ирригационном хозяйстве. Искусственное орошение является хозяйственной необходимостью лишь в известных климатических зонах, где среднее количество осадков оказывается недостаточным для обеспечения полного развития сельскохозяйственных растений, что, в полной мере касается территории Узбекистана, которая находится в аридной зоне. Зависимость водных ресурсов Узбекистана от метеорологических условий не подлежит сомнению, а с установлением этой зависимости открывается возможность предсказания, за некоторый промежуток времени вперед, водного и гидрохимического режима крупных рек Узбекистана. Практическое значение прогноза водных ресурсов очень велико, для целей управления водными ресурсами и солевыми стоками в бассейнах рек, следовательно, управлению их сельхозпроизводством.

Проблемы, связанные с изменениями водных ресурсов и гидрологического режима водных объектов, оказывают негативное влияние на темпы экономического развития, обеспечения жизненных потребностей, рациональное природопользование.

Сегодня Узбекистан, как и другие страны среднеазиатского региона, сталкивается с необходимостью поиска путей решения минимизации и, по возможности, предотвращения водных проблем и, прежде всего, смягчения водного дефицита.

Изменения водных ресурсов и гидрологических характеристик определяются согласно анализу Чуба В.Е [2007], двумя основными факторами - изменениями климата и хозяйственной деятельностью человека [51].

Данные длинно периодных наблюдений в регионе показывают, что происходящее глобальное потепление проявляется в среднеазиатском регионе в виде трендов некоторых компонентов гидрологического цикла: происходит увеличение слоя испарения, уменьшение снегонакопления и сокращение оледенения горных территорий. Наблюдается рост изменчивости гидрометеорологических рядов. В качестве климатической информационной базы для оценки возможных изменений стока рек бассейна Аральского моря в Узгидромете были использованы климатические сценарии - будущее состояние климатической системы, рассчитанное на основе возможных выбросов парниковых газов с использованием глобальных циркуляционных моделей.

Результаты исследований [Агальцева Н. А., Боровикова Л. Н. 2002, Агальцева Н.А, Пак А.В.2007, Чуб В.Е. 2007] показали, что в рассмотренном диапазоне изменений климатических параметров на базе региональных климатических сценариев на ближайшие 20-30 лет не следует ожидать существенного изменения водных ресурсов. Однако при потеплении климата произойдет снижение средних за вегетационный период расходов воды. Возможные изменения стока этого периода оценивались в пределах естественной изменчивости: от +3... 10 до 2... 7% .Изменение годового стока основных рек Средней Азии - Амударьи и Сырдарьи при реализации различных сценариев изменения климата (на время удвоения концентрации углекислого газа в атмосфере) предполагает сокращение водных ресурсов. По оценкам, полученным на базе отдельных «жестких» климатических сценариев, ожидается сокращение водных ресурсов Сырдарьи на 30%, а Амударьи - на 40%. Другие модели не предсказывают столь значительного изменения стока, однако ни один из сценариев не предполагает его увеличение [Агальцева Н.А., Боровикова Л.Н., Пак А.В. 2000-2007] [2,3,20,50].

В Обобщенном докладе МГЭИК 2001 года отмечается, что перспективная оценка на основе большинства климатических сценариев показывает уменьшение

ежегодного среднего стока в Средней Азии. В качестве примера приводятся прогнозируемые изменения среднегодового стока к 2050 году, которые показывают в одном случае уменьшение стока в Средней Азии и в другом - некоторое увеличение его в отдельных районах. Таким образом, совершенно очевидно, что оцениваемые объемы стока и осадков зависят от моделей, сценариев и методики, а оценки воздействия изменения климата на водные ресурсы рек для разных сценариев температуры и осадков колеблются в широких пределах.

В Узгидромете в 2008 году были составлены сценарии климатических изменений. [Второе национальное сообщение республики Узбекистан по рамочной конвенции ООН об изменении климата 2008], где по любой модели ожидается сценарий, увеличение температуры и уменьшение водных ресурсов.

Сценарии показывают существенное повышение температур воздуха по территории республики, особенно в зимний период. Повышение минимальных температур воздуха согласно расчетам будет происходить интенсивнее максимальных.

Для современной оценки воздействия изменения климата на водные ресурсы рек среднеазиатского региона были рассмотрены региональные климатические сценарии на основе выходных результатов шести моделей общей циркуляции атмосферы и океана в соответствии со сценариями эмиссии A1B, A2, B1, B2 и... трех временных интервалов (к 2030, 2050 и 2080 гг.).

Анализ неопределенности разработанных региональных климатических сценариев показывает, все различия в ожидаемых изменениях по сценариям B1 и B2 к 2030, 2050 и 2080 годам сравнимы с ошибкой исчисления средних значений по данным наблюдений. Следовательно, можно объединить сценарии B1 и B2 и рассматривать только один вариант. Такой же вывод можно сделать относительно сценариев A1 и A2 2080 года. Поэтому для проведения оценки воздействий изменения климата и разработки мер адаптации были выбраны региональные климатические сценарии A2 (неблагоприятный) и B2 (умеренный).

Воздействие изменений климата на сток меняется в зависимости от сценария и в значительной мере обусловлено различиями в ожидаемых по сценариям осадках. Учитывая высокую естественную изменчивость наблюдаемых осадков по станциям региона и отсутствие четких тенденций их изменения, а также некоторую к сценарную неопределенность, оценочные расчеты стока проводились в трех вариантах:

при условиях изменения осадков и температур согласно сценарию В2 (более влажный вариант); при условиях изменения осадков и температур согласно сценарию А2 (более сухой вариант); при условиях сценарного изменения температур и современных базовых норм осадков.

В качестве методического подхода для оценки влияния климатических изменений на сток использовалась математическая модель формирования стока горных рек практически реализованная в виде автоматизированной информационной системы гидрологических прогнозов и расчетов. Адаптация и параметризация модельного комплекса к условиям современного информационного дефицита и климатической ситуации позволяет использовать его для оценки изменения имеющихся водных ресурсов рек при реализации новых климатических сценариев на ближайшую и отдаленную перспективы [Агальцева Н.А, Пак А.В.2007] [3].

Авторами проведен анализ фондовых и литературных данных и создания банка данных по расходам воды и изменению климатических условий по характерным репрезентативным станциям речного бассейна р. Амударьи, описание которого приведено ниже.

3.2 Оценка источников питания рассматриваемых рек по критериям В.Л. Шульца

В.Л.Шульц (1965) предложил классификацию рек Средней Азии по типам питания, учитывающую зависимость распределения стока по сезонам от высоты водосбора, определяющей и тип питания реки: 1) реки ледникового-снегового питания; 2) реки снегового-ледникового питания; 3) реки снегового питания; 4) реки снегового-дождевого питания [56].

Более подробно характеристика рек, связывающая тип питания с высотой водосбора, фазами гидрографа, их продолжительностью и водностью, приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1- Критерии, служащие для отнесения рек к типу питания (по В.Л.Шульцу,.1965) [56]

Типы рек	Средняя высота водосбора, Н м	Типы рек	Критерии, служащие для отнесения рек к тому или иному типу		
			$\delta = \frac{W_{VII-IX}}{W_{III-VI}}$	W_{VII-IX} в % от год. стока	Месяц с максимальным стоком
Реки ледникового-снегового питания	> 3200	Реки ледникового-снегового питания	> 1,00	> 38	VII, VIII
Реки	3200-2500	Реки	0,99-0,27	40 – 17	V, VI

снегового- ледникового- питания		снегового- ледникового- питания			
Реки снегового питания	2500-1500	Реки снегового питания	0,27-0,18	16 - 12	IV, V
Реки снегового- дождевого питания	< 1500	Реки снегового- дождевого питания	0,17-0,00	13-0	III, IV, V

Тип питания бассейна реки Сурхандарьи. Средняя взвешенная высота водосбора 2546 м; высоты более 4000 м занимают в нем всего 3,1% общей площади, а высоты,

превышающие 3500 м,— 15,4 %. Незначительное распространение больших высот и расположение водосбора на южном склоне Гиссарского хребта обуславливают характер питания р. Туполанг: основная масса стока реки формируется за счет таяния сезонных снегов и снежников; участие вечных снегов, а тем более ледников, в стоке реки ничтожно. Туполанг относится к рекам снегово-ледникового питания с соответствующим характером внутригодового распределения стока [56].

При выходе реки из гор (с. Зарчуб, $F=2200 \text{ км}^2$) ход расходов воды следующий: незначительное увеличение наблюдается уже в конце февраля (начало половодья в среднем в марте), наибольших значений расходы воды достигают в июне, но средние месячные расходы мая немного уступают июньским; сток за март—июль более чем вдвое превосходит сток июля - сентября ($6=0,47$); с июля начинается спад расходов воды, продолжающийся до января, когда имеет место годовой минимум расходов. Конец половодья приходится на вторую-третью декаду сентября. Средний модуль стока р. Туполанг $M_0=23,6 \text{ л/сек, км}^2$. Средние годовые расходы укладываются в пределы 33,4 - 71,1 $\text{м}^3/\text{сек}$.

Коэффициент вариации годового стока $C_v = 0,18$, что свидетельствует о сравнительной устойчивости годового стока реки, если учесть характер ее питания.

Приток р. Туполанг р. Дашнабад имеет площадь водосбора 311 км^2 , средняя взвешенная высота его равна 2141 м. Средний расход реки исчисляется 6,02 $\text{м}^3/\text{сек}$, и средний модуль стока $M_0=19,4 \text{ л/сек, км}^2$. Максимальных значений расходы воды достигают в среднем в мае, а минимальных значений — в октябре-ноябре.

Сток Сурхандарьи и основном складывается из стока рек Туполанг и Каратаг, поэтому условия ее питания подробно не рассматриваются. Следует только отметить сильное изменение стока реки уже от места слияния рек Туполанг и Каратаг, так как последние, не говоря уж об их притоках, интенсивно разбираются на орошение тотчас

же по выходе из гор, усиленно теряют поверхностный сток на питание грунтовых вод в пределах своих конусов выноса (до 50% расходов при выходе из гор) и, наоборот, подпитываются грунтовыми водами в нижних течениях.

Все это приводит к тому, что расходы воды Сурхандарьи в верхнем течении в мае—сентябре существенно ниже суммарного расхода рек, в той или иной степени участвующих в формировании стока реки в ее верхнем течении. Наоборот, расходы реки в октябре—апреле лишь несколько меньше суммарных расходов или даже выше их.

Наиболее резкое уменьшение стока реки наблюдается в августе и сентябре, когда расходы воды небольшие, а потребление относительно велико. Продолжающийся процесс трансформации стока на протяжении реки при сопоставлении расходов учтенного поверхностного притока из гор в равнинную область бассейна с расходами Сурхандарьи у устья (у с. Мангузар).

Внутригодовое распределение стока Сурхандарьи на всем ее протяжении может быть охарактеризовано следующим образом: минимальные расходы воды наблюдаются в сентябре—октябре, затем сдвигается повышение расходов до мая, когда наблюдаются наивысшие значения их; июньский сток ничтожно меньше майского уже с июля расходы воды резко падают.

В верхнем течении (с. Караултепе) средний расход воды Сурхандарьи составляет $70,2 \text{ м}^3/\text{сек.}$, а в нижнем (с. Мангузар) - $68,2 \text{ м}^3/\text{сек.}$ при колебаниях средних годовых расходов от $31,0$ до $112 \text{ м}^3/\text{сек.}$ Незначительное уменьшение стока между селами Караултепе и Мангузар, несмотря на поды разбор на орошение между этими пунктами, объясняется главным образом поступлением в русла рек грунтовых вод, основная масса которых сосредоточена в верхнем течении Сурхандарьи. Так, районы нижнего течения рек Туполанг, Каратаг и Сангардак, а также верхнего течения Сурхандарьи являются районами избыточного увлажнения и выхода грунтовых вод на поверхность земли и в русла рек и каналов с Денау-Юрчинских и Кампыркульских болот. Сеть сбросов и коллекторов собирает и выносит в Сурхандарью значительное количество воды.

Сток даже не всех дополнительных вод составляет 25% учтенного поверхностного притока из горной области бассейна.

Расчеты количественных критериев, определяющих тип питания реки, были проведены по методу В.Л.Шульца, подробное содержание которого приведены в разделе 1.4 данного отчета. Результаты расчетов приведены в табл. 3.2 и 3.3.

Табл. 3.2.- Анализ типа питания р. Сурхандарья (г. Шурчи)

Годы	Критерии, служащие для отнесения рек к тому или иному типу		
	$\delta = \frac{W_{VII-IX}}{W_{III-VI}}$	W_{VII-IX} в % от годового стока	Месяц с максимальным стоком
2000	0,13	10,5	V
2001	0,24	17,5	IV
2002	0,29	16,2	VI
2003	0,12	6,3	V
2004	0,22	11,5	V
2005	0,2	13,9	VI
2006	0,4	23	VII
2007	0,11	6,9	V
2008	0,35	22,1	VI
2009	0,2	11,9	V
2010	0,19	13,4	V

Табл. 3.3. - Анализ типа питания р. Сурхандарья (нижн. бьеф Южносурханского вдхр)

Годы	Критерии, служащие для отнесения рек к тому или иному типу		
	$\delta = \frac{W_{VII-IX}}{W_{III-VI}}$	W_{VII-IX} в % от годового стока	Месяц с максимальным стоком
2000	0,34	24	VI
2001	0,19	15,1	V
2002	0,2	0,13	V
2003	0,06	0,04	III
2004	0,61	0,19	II
2005	0,15	0,13	IV
2006	0,15	12,6	IV
2007	0,19	14,6	V
2008	0,15	2,9	VI
2009	0,16	12,6	III
2010	0,1	8,6	IV

Проведенные расчеты показали, что за прошедшие годы тип питания р. Сурхандарья не изменился и в настоящее время она относится к рекам снегово–ледникового типу питания.

По характеру водного режима Амударья в прошлом веке относилась к Тянь-Шанскому типу, характеризующимся длительными весенне-летним (май-август) половодьем за счет таяния снегов в горах и устойчивой межени. Главный вывод- сток и

режим реки всецело определялся процессами водообразования в горной части бассейна- в пределах равнин ее воды не пополнялись, а только разбирались на орошение и расходовались на испарение и фильтрацию.

Амударья относилась к рекам снегово-ледникового питания — площадь ледников на правобережных водосборах составляет 7,3 тыс. км². Площадь водосбора 226 800 км². Изменчивость годового объема стока в многолетнем разрезе невысокая — коэффициент вариации составляет 0,15, — но резко выражена неравномерность внутригодового распределения: на апрель-сентябрь приходится до 77 — 50%, а на декабрь-февраль — около 10 — 13%. Расходы воды начинал возрастать в марте, достигая максимальных значений в июне, июле, реже в августе. На общем фоне подъема и спада наблюдались несколько резко выраженных «пиков», вызванных кратковременными дождями, усилением таяния снегов и ледников в горах [50,56].

Кроме поверхностного стока в бассейне выявлены значительные запасы подземных вод, которые распределяются по территории крайне неравномерно. Согласно исследованиям Узбекского гидрогеологического треста в 1963 г. (для обоснования «Генеральной схемы комплексного использования водных ресурсов р. Амударьи»), они составляли 630 м³/с. Дальнейшее уточнение запасов и возможности использования этих вод для промышленных и коммунально-бытовых нужд — очередная задача научных и проектных организаций.

Тип питания бассейна реки Кашкадарьи. Из рассмотренных притоков Кашкадарьи наибольшей высотой водосбора отличаются Яккабаг, Аксу и Танхаз. Средние взвешенные высоты водосбором соответственно равны 2702, 2444 и 2170 м.

Несмотря на большую среднюю взвешенную высоту водосбора, Яккабаг характеризуется существенно меньшим распространением значительных высот по сравнению с водосбором Аксу. В последней высоты более 4000 м занимают 2,2% всей площади водосбора, а высоты более 3500 м—11,8%. В к сборе р. Яккабаг высоты более 4000 м занимают всего 0,2 %, а высоты более 3500 м—10,8%. Не удивительно поэтому, что в водосборе Аксу отмечается хотя и незначительное, но все же большее оледенение, чем в водосборе р.Яккабаг. Наиболее крупными ледниками водосбора Аксу являются Батырбай и Северцева. Площадь первого ледника 1,3 км², а второго 1,38 км² [15,50,56].

Общая площадь оледенения водосбора не превышает 1,5 км². В водосборах других рек оледенение отсутствует. Отличаясь наиболее высоко расположенными

водосборами, реки Аксу, Яккабаг и Танхаз, вполне естественно, характеризуются наиболее поздней концентрацией стока и наиболее высокой удельной водоносностью.

Максимальных значений средние месячные расходы воды у всех трех рек достигают в июне, минимальных — в декабре—январе. Сток за июль—сентябрь р. Аксу составляет 72% стока за март—июнь, р. Яккабаг — 46% и р. Танхаз — 39%. Средние модули стока у них соответственно равны 14,6; 13,4 и л/сек, км². Средний годовой расход р. Аксу вместе с ее правым притоком Карасу равен 13,8 м³/сек.; р. Яккабаг с ее левым притоком Турнабулак — 8,08 м³/сек. и р. Танхаз — 4,30 м³/сек.

Эти три реки играют решающую роль в формировании режима Кашкадарьи в среднем течении, так как дают 78% поверхностного притока воды в верхнюю часть долины Кашкадарьи.

Водосборы Кашкадарьи и особенно Джиньдарьи отличаются незначительной высотой. Средняя взвешенная высота водосбора первой равна 1823 м, а второй—1573 м. Наивысшая отметка водосбора Кашкадарьи не превышает 3157 м, водосбора Джиньдарьи — 3050 м. Высоты ниже 2000 м занимают в водосборе первой 67%, а в водосборе второй 79,5%.

По этой причине Кашкадарья относится к рекам снегового питания, очень близко приближаясь к рекам снегово-дождевого питания, а Джиньдарья близ устья (с. Паландар) является типичной представительницей рек снегово-дождевого питания. Минимальные расходы у них приходятся на конец лета—начало осени, а наибольшие расходы, как правило, имеют место в апреле.

Сток июля—сентября, почти исключительно обусловленный подземным питанием, ничтожен и составляет у Кашкадарьи 11,7 % годового стока, а у Джиньдарьи — 4,4 и 15,1% (у с. Паландар и с. Джаус соответственно). Нужно иметь в виду, что режим р. Джиньдарьи как у с. Паландар, так и у с. Джаус изменен разбором воды на орошение, в особенности у первого селения.

Обе реки отличаются большой изменчивостью годового стока и особенно максимальных расходов, которые формируются при значительном участии ливней. В силу этого и паводки на этих реках, главным образом на Джиньдарье, носят селевой характер, и в отдельные годы реки в течение кратковременных периодов несут огромное количество воды.

Средний годовой расход Кашкадарьи и Джиньдарьи вместе взятых равен 6,89 м³/сек. Обращает на себя внимание высокое значение стока воды этих рек в октябре—феврале. Это является результатом, с одной стороны, значительного подземного

питания, а с другой стороны, малых ысот водосборов этих рек в силу чего выпадение жидких осадков и подтаивание снега возможны на большой площади в течение почти всего этого периода.

Расчеты количественных критерий, определяющих тип питания реки, были проведены по способу В.Л.Шульца, подробное содержание которого приведены в разделе 1.4 данного отчета. Результаты расчетов приведены в табл. 3.4 и 3.5.

Табл. 3.4. Анализ режима питания р. Кашкадарьи (Варганза)

Годы	Критерии, служащие для отнесения рек к тому или иному типу		
	$\delta = \frac{W_{VII-IX}}{W_{III-VI}}$	W_{VII-IX} в % от годового стока	Месяц с максимальным стоком
2000	0,18	9	IV
2001	0,14	7,5	III
2002	0,11	7,8	III
2003	0,1	7,4	IV
2004	0,12	6,6	III,IV
2005	0,13	8,5	III
2006	0,1	5,6	II,III
2007	0,11	7,6	IV
2008	0,12	7,6	III
2009	0,11	7,9	IV
2010	0,12	8,1	III

Табл. 3.5. Анализ режима питания р. Кашкадарьи (п. Чимкуртан)

Годы	Критерии, служащие для отнесения рек к тому или иному типу		
	$\delta = \frac{W_{VII-IX}}{W_{III-VI}}$	W_{VII-IX} в % от годового стока	Месяц с максимальным стоком
2000	0,11	9,2	IV
2001	0,15	12,1	III
2002	0,87	43,7	III
2003	0,15	10,8	IV
2004	0,08	5,8	III,IV
2005	0,34	21,1	III
2006	0,1	6,3	II,III
2007	0,57	31,8	IV

2008	0,11	8,6	III
2009	0,56	29,1	IV
2010	0.93	40,6	III

Проведенные расчеты показали, что за прошедшие годы тип питания р. Кашкадарьи не изменился и в настоящее время она относится к рекам снего-дождевого типу питания.

Общая характеристика бассейна Амударьи. Он на востоке ограничен меридианом 75° , а на западе условно границу можно принять по меридиану 57° в.д. Наиболее южная точка бассейна лежит на широте почти 35° , наиболее северная — приблизительно на 44° с. ш. Таким образом, с севера на юг бассейн Амударьи протягивается на 1000 км, а с востока на запад почти на 1500 км. На севере бассейн Амударьи граничит с бассейном Сырдарьи, на востоке — с бассейном р. Тарим и на юге с бассейнами рек Инд и Гильменд [50,56].

Границы бассейна четко определяются только в пределах горной области; в равнинной области водораздельная линия выражена неясно, поэтому общая площадь бассейна не может быть определена точно. Для створа, расположенного ниже устья его последнего притока р. Ширабад, площадь бассейна составляет 226 800 км². Водосборная (горная) часть бассейна, включая водосборы рек Зеравшан и Кашкадарья, занимает площадь 227 800 км², а без — 199 350 км².

В пределах горного рельефа границами бассейна являются на севере Алайский, Туркестанский и Нуратинский хребты, на юге хребет Гиндукуш и на востоке Сырыкольский хребет.

Отличительными особенностями климата горной области бассейна Амударьи, где формируется сток рек, являются:

1) преобладание зимне-весенних осадков; в нижних высотных зонах характерен острый февральско-мартовский максимум. Исключение представляют внутренние части горной области, где формируются летние осадки;

2) высокая увлажняемость атмосферными осадками периферийных хребтов Памиро-Алайской горной системы, имеющих южную ориентацию, так как они служат первыми горными поднятиями на пути циклонов, приходящих в Среднюю Азию с юга и юго-запада, и низкая увлажняемость северного склона Гиндукуша и Восточного Памира;

3) высокие температуры воздуха. В этом отношении горная область бассейна Амударьи уступает только рассмотренным выше бассейнам. Указанное обстоятельство обуславливает высокое положение снеговой линии, в особенности во внутренних частях горной области, где количество осадков невелико и сосредоточены они летом.

Восточная часть бассейна, являющаяся областью питания (образования стока), представляет собой типичную горную страну. Расположенные в области водосбора мощные горные хребты, тянущиеся преимущественно в широтном направлении (Туркестанский, Алайский, Зеравшанский, Гиссарский, Заалайский, Дарвазский, Ванчский, Якский, Музкол, Рушанский, Базардара, Шугнанский, Шахдара, Аличурский, Ваханский и Гиндукуш, только хребты Академии наук и Сарыкольский вытянуты в меридиональном направлении), отличаются очень большой высотой. Большинство перечисленных хребтов имеет среднюю высоту 5000—5500 м, а отдельные их вершины поднимаются до отметки 6000 м и даже 7000 м.

Не случайно поэтому горная область бассейна Амударьи, несмотря на южное положение и высокорасположенную снеговую линию (3800—5250 м), характеризуется исключительно большим распространением вечных снегов и оледенения, в состав которого входит более тысячи ледников, в том числе один из величайших долинных ледников земного шара — ледник Федченко длиной 77 км, а площадь оледенения (ледники и фирновые поля) приближается к 10 000 км².

Это обстоятельство определяет характер питания крупнейших рек бассейна, большинство которых является реками ледниково-снегового питания. К числу их относятся: Пяндж, Вахш, Зеравшан, большинство их притоков, а также сама Амударья. Только реки Яксу, Кызылсу, Кафирниган, Сурхандарья, Кашкадарья и Кундуздарья, берущие начало в западной части горной области бассейна со склонов хребтов, отличающихся пониженными отметками и по преимуществу южной экспозицией, относятся к рекам снегово-ледникового питания и частично снеговой питания. Этим бассейн Амударьи очень резко отличается от рассмотренных выше бассейнов р. Атрек и бессточных рек Туркмении и даже от расположенного от него к северу бассейна Сырдарьи, где преобладают реки снегово-ледникового питания с более ранней концентрацией жидкого стока, меньшей его устойчивостью и режимом, менее удобным для орошения земель хлопково-люцернового направления хозяйства.

Горная область бассейна Амударьи является ареной, где разворачиваются синоптические процессы, обуславливающие интенсивное выпадение осадков, и отличается большой высотой и преобладанием весенне-зимних осадков на весьма

значительной части площади. Поэтому данная область, за исключением юго-западного района (бассейн р. Кундуздарья) и особенно Восточного Памира, характеризуется высоким увлажнением атмосферными осадками, мощным снежным покровом и, следовательно, высокой абсолютной и удельной водоносностью, с 1 км² горной области бассейна Амударьи стекает 11 л/сек. Общий сток с горной области бассейна Амударьи исчисляется в 2500 м³/сек., или 79 млрд. м³ в год.

Другой особенностью бассейна Амударьи является яркое проявление здесь денудационных и эрозионных процессов, обуславливающих высокий сток наносов многих рек. С 1 км² площади водосбора, например, р. Вахш ежегодно выносятся в равнинную область 2680 т взвешенных наносов, а с 1 км² водосбора р. Пяндж — приблизительно 480 т/км².

Так же как и в других бассейнах рек Средней Азии, в бассейне Амударьи почти вся гидрографическая сеть сосредоточена в горной части. Уже западнее меридиана 66° в. д. речная сеть представлена реками Амударья, Зеравшан и Кашкадарья, а западнее меридиана 63° здесь имеется только один водоток — р. Амударья.

В условно-естественный период среднегодовые расходы поступления речных вод в дельту составляли 1060-2090 м³/с, в 1970-е годы они сократились до 850-1200 м³/с, а 2008-м годам — до 50-300 м³/с, позже в отдельные годы поступление речного стока в Арал не наблюдалось.

Тип питания реки Амударьи Сток этой реки в основном (82-83%) формируется стоком рек Пяндж и Вахш. Поэтому характер питания и режима жидкого стока Амударьи аналогичен таковым составляющих ее рек. Лишь несколько возрастает подземное питание, да в незначительной степени на режим и характер питания Амударьи оказывают влияние ее правые притоки Кафирниган и Сурхандарья (их суммарный сток не превышает 11 % стока Амударьи) и левый приток Кундуздарья (около 4%), несколько уменьшая в общем питании реки долю питания за счет таяния ледников и высокогорных снегов. Таким образом, Амударья является представительницей рек ледниково-снегового питания; основная масса ее стока обеспечивается снеговым питанием, причем роль таяния высокогорных снегов, снежников и ледников, в особенности первых, в ее питании значительна.

В полном соответствии с характером питания реки находится ее режим. В марте расходы воды обычно начинают увеличиваться, что вызывается таянием снега в нижних зонах водосбора реки. Одновременно с половодьем от снеготаяния в весенние месяцы — март, апрель, май — проходит ряд дождевых волн, создающих пики на

общем фоне снегового половодья. Пики от дождей, выпадающих в нижних зонах водосбора, отличаются быстротой подъема и спада и кратковременностью. В нижнем течении Амударьи такие дождевые паводки обычно сливаются в одну волну с резким повышением расходов воды. Летом — в июне, июле и августе — на Амударье имеют место наибольшие расходы воды, обусловленные таянием снежного покрова среднего и верхнего ярусов гор и таянием ледников. Нарастание и спад волн половодья происходит медленно, волны продолжительны, поскольку они совпадают с устойчивым периодом высоких температур в горах. Только сильные похолодания вызывают значительное снижение водоносности, и поэтому в летние месяцы по Амударье проходит всего несколько больших волн половодья. Наивысших значений расходы воды у г. Керки обычно достигали в июле, реже — в июне или августе. С августа или сентября начинался спад расходов, продолжающийся до января—февраля, когда в реке обычно наблюдается годовой минимум расходов; в очень редкие годы он захватывает и март. В сентябре и октябре питание реки обусловлено в основном таянием высокогорных снегов и частично ледников. Это особенно справедливо в отношении сентября. С ноября основным источником питания становятся подземные воды.

Ход расходов Амударьи в нижнем течении у г. Нукус аналогичен ходу расходов у г. Керки. Следует только отметить некоторую сдвигку во времени, сглаживание отдельных волн половодья и слияние отдельных дождевых пиков, о чем говорилось выше.

Расчеты количественных критериев, определяющих тип питания реки, были проведены по способу В.Л.Шульца.. Результаты расчетов приведены в табл. 3.6.

Таблица 3.6. - Анализ режима питания р. Амударьи у створа Атамурат (Керки).

Годы	Критерии, служащие для отнесения рек к тому или иному типу		
	$\delta = \frac{W_{VII-IX}}{W_{III-VI}}$	W_{VII-IX} в % от годового стока	Месяц с максимальным стоком
2000	0,88	32	VII
2001	1,09	39	VI
2002	1,14	43	VII
2003	0,75	35	VI
2004	0,7	31	VI

2005	0,96	39	VII
2006	0,92	36	VII
2007	0,79	34	VII
2008	0,9	34	VI
2009	1,28	46	VIII
2010	1,13	44	VIII
2011	1,31	41	VIII

Проведенные расчеты показали, что за прошедшие годы тип питания р. Амударьи не изменился и в настоящее время она относится к рекам ледниково–снегового типа питания.

3.3 Изменение водности рек за многолетний период и по их длине

Анализ формирования речного стока бассейна р. Сурхандарьи. В бассейн Сурхандарьи включены: непосредственно бассейн р. Сурхандарьи и бассейн р. Шерабад. Притоки Сурхандарьи реки Каратаг, Шеркент и левобережная часть р. Обизаранг относятся к Таджикистану. В самом бассейне Сурхандарьи на территории Узбекистана насчитывается 4355 рек, из них длин 10 км и более - 105 рек, а длиной более 20 км всего 33 водотока, не считая разветвленной сети оросительных каналов и коллекторов. В различное время наблюдения за стоком проводились на 20 водотоках в 43 створах, для оценки естественного стока могут быть использованы данные 22 пунктов [51].

В табл. 3.7-3.8 приведены данные расчетных средних многолетних величин стока по этим пунктам с учетом восстановленных рядов наблюдений. В это всех последующих таблицах приняты следующие обозначения: F - площадь водосбора (км^2), H - сред взвешенная высота водосбора реки (км), T - период наблюдений (годы), N - количество лет наблюдения, W - объем стока за год (млн. м^3), Q - средний годовой расход ($\text{м}^3/\text{с}$), M - модуль стока водосбора ρ ($\text{л}/\text{с}\cdot\text{км}^2$), h - слой стока с водосбора реки за год (мм), C_u - коэффициент вариации годового стока реки, b - параметр внутригодового распределения стока реки.

Таблица 3.7 - Средний многолетний сток в области его формирования в бассейне Сурхандарьи [51]

Река — пост	F	H	Величина стока		M	h
			W	Q		
1	2	3	4	5	6	7
Тупаланг - кишл. Зарчуб	2200	2,57	1721	54,6	24,8	782
Гулиоб - кишл. Газарак	38,0	1,83	5,93	0,19	4,95	156

Шаргун - кишл. Чинар	59,2	2,06	25,8	0,«2	13, В	436
Гуруфатья - кишл. Караны	103	2,08	52,8	1,68	16,3	513
Каратаг - кишл. Каратаг	684	2,65	723	23,0	33,0	1057
Шеркент - кишл. Дебивак	319	2,46	295	9,38	29,4	926
Сагардак - кишл. Кинг-Гузар	901	2,35	500	15,9-	17,6	555
Халкаджар - кишл. Базар-Джой	577	2,13	184	6,35	11,0	347
Аксу - 1,1 км выше устья	49,1	1,90	14,3	0,45	9,23	291
Хангаронсай - кишл. Байсун	55,8	2,12	27,6	0,88	15,7	494
Шерабад - г. Шерабад	2950	1,44	196	6,07	2,06	65
Всего	7956,1		3692,63	119,32	15,0	463

Таблица 3.8 - Характеристики изменчивости стока рек бассейна Сурхандарьи
(Чуб В.Е., 2007)

Река - пост	<i>F</i>	<i>H</i>	<i>T</i>	<i>N</i>	<i>Q</i>	<i>б</i>	<i>C_v</i>
1	2	3	4	5	6	7	8
Тупаланг - кишл. Зарчуб	2200	2,570	1923-2000	70	54,6	0,467	0,193
Обизаранг - кишл. Дашнабад	330	2,100	1936-2000	64	4,69	0,114	0,388
Гулиоб - кишл. Газарак	38,0	1,830	1964-1987	49	0,188	0,050	0,596
Гуруфатья - кишл. Караны	103	2,080	1964-1991	69	1,68	0,230	0,286
Каратаг - кишл. Каратаг	689	2,650	1928-1986	60	23,0	0,575	0,188
Каратаг - устье	2340	-	1982-2000	17	26,8	0,223	0,343
Савургон - кишл. Пшти-М иона	134	2,230	1948-1987	41	3,25	0,289	0,261
Акджар - кишл. Кампар-Боло	32,8	1,910	1948-1964	43	0,635	0,091	0,360
Шеркент - кишл. Джаросурх	268	2,530	1956-1987	58	10,5	0,392	0,296
Шеркент - кишл. Дебивак	319	2,460	1928-1956	25	9,38	0,405	0,200
Сангардак - кишл. Кинг-Гузар	901	2,350	1928-2000	68	15,9	0,248	0,283
Салкаджар - кишл. Базар-Джой	577	2,130	1952-2000	47	6,35	0,117	0,373
Аксу - 1,1 км выше устья	49,1	1,900	1953-1987	44	0,453	0,106	0,652
Аккапчмигай - устье	583	-	1983-2000	16	0,504	0,276	0,531
Хангаронсай - кишл. Байсун	55,8	2,120	1971-2000	57	0,876	0,649	0,497
Шерабад - кишл. Комарчи	300	2,480	1951-1953 1962-1986	40	2,54	0,225	0,372
Шерабад - кишл. Дербент	949	2,070	1957-2000	45	5,51	0,300	0,370
Шерабад - 0,1 км выше устья р. Майдан	2660	1,460	1960-2000	37	5,40	0,278	0,464
Шерабад - г. Шерабад	2950	1,440	1928-1960	44	6,07	0,278	0,361
Майдан - устье	312	1,110	1970-1991	17	0,099	0,025	0,771

Примечание: *N* - количество лет с учетом восстановленных данных.

В расчетах не учтены водные ресурсы небольших саев левобережья Сурхандарьи. Это пересыхающие сая Далансай, Акташсай, Тамчисай, Анарбулак, образуемые родниками на западном склоне хребта Бабатаг. Общее их количество превышает двадцать, так что они должны, видимо, давать расход не менее 1 м³/с. Вода большинства этих родников соленая.

Не учтен также сток воды, поступающий в бассейн по Большому Гиссарскому каналу из бассейна р. Кафирниган в Каратаг, поскольку это неестественные водные ресурсы бассейна.

Общий сток рек бассейна составляет по данным Чуба В.Е всего 119 м³/с или 3, 692 км³/год. Внутригодовое распределение стока характеризуется параметром β , равным отношению стока воды за июль-сентябрь к стоку за март-май. По величине

этого параметра реки бассейна Сурхандарьи относятся к рекам снегового-ледникового питания (реки Каратаг, Шеркент, Тупаланг), рекам снегового типа питания (реки Шерабад, Гуруфатьма, Сангардак), и рекам снегово-дождевого типа (реки Обизаранг, Халкаджар, Аккапчигай и другие). Характер внутригодового типа питания в целом определяется высотным положением бассейна. Однако в чистом виде рек какого-то одного типа питания в бассейне нет, поскольку на волны расходов за счет таяния снега и немногочисленных ледников накладываются дождевые пики. Значения расходов воды различной обеспеченности, были проанализированы по данным, представленных в табл.3.9.

Таблица 3.9 - Средние годовые расходы воды различной обеспеченности рек бассейна Сурхандарьи [51]

Река - пункт	Расходы воды обеспеченностью, %							
	средний	5	10	25	50	75	90	95
Тупаланг - кишл. Зарчуб	54,6	73,5	65,0	61,4	54,5	46,9	42,5	38,7
Обизаранг - кишл. Дашнабад	4,69	7,50	7,13	6,23	4,78	32,2	2,24	1,48
Гулиоб — кишл. Газарак	0,188	0,402	0,370	0,230	0,170	0,265	0,060	0,047
Гуруфатьма - кишл. Караны	1,68	2,60	2,16	1,85	1,66	1,38	1,09	1,00
Каратаг - кишл. Каратаг	23,0	32,0	27,6	25,5	22,9	19,4	17,4	16,8
Каратаг - устье	26,8	45,2	41,5	33,6	23,6	21,2	16,0	12,5
Савургон - кишл. Пшти-Миона	3,25	5,12	4,58	3,60	3,07	2,51	2,40	2,15
Акджар - кишл. Камбар-Боло	0,635	2,12	1,05	0,753	0,600	0,450	0,740	0,335
Шеркент - кишл. Джаросурх	10,5	17,0	14,2	12,9	9,89	8,44	6,70	6,05
Шеркент - кишл. Дебивак	9,38	16,8	11,6	10,8	9,02	7,80	7,38	6,60
Сангардак - кишл. Кинг-Гузар	15,9	23,8	21,4	17,5	15,4	17,9	11,3	9,80
Халкаджар - кишл. Базар-Джой	6,35	10,8	9,18	7,30	5,85	4,75	3,95	3,71
Аксу - устье	0,453	1,10	0,635	0,505	0,355	0,293	0,252	0,145
Хангаронсай - кишл. Байсун	0,876	1,65	1,57	1,18	0,820	0,500	0,330	0,270
Шерабад - кишл. Комарчи	2,54	5,38	3,14	2,81	2,45	1,98	1,69	1,47
Шерабад - кишл. Дербент	5,51	9,65	6,74	5,90	5,11	4,05	3,71	3,26
Шерабад - устье р. Майдан	5,40	9,75	7,13	6,34	5,34	4,21	3,31	2,84
Шерабад - г. Шерабад	6,07	9,90	9,10	7,76	5,65	4,48	3,23	2,71

Сток Сурхандарьи в основном складывается из стока рек Туполанг и Каратаг, поэтому условия ее питания подробно не рассматриваются. Следует только отметить, сильное изменение стока реки уже от места слияния рек Туполанг и Каратаг, так как последние, не говоря уж об их притоках, интенсивно разбираются на орошение тотчас же по выходе из гор, усиленно теряют поверхностный сток на питание грунтовых вод в

пределах своих конусов выноса (до 50% расходов при выходе из гор) и, наоборот, подпитываются грунтовыми водами в нижних течениях.

Все это приводит к тому, что расходы воды Сурхандарьи в верхнем течении в мае—сентябре существенно ниже суммарного расхода рек, в той или иной степени участвующих в формировании стока реки в ее верхнем течении. Наоборот, расходы реки в октябре—апреле лишь несколько меньше суммарных расходов или даже выше их.

Наиболее резкое уменьшение стока реки наблюдается в августе и сентябре, когда расходы воды небольшие, а потребление относительно велико. Продолжающийся процесс трансформации стока на протяжении реки при сопоставлении расходов учтенного поверхностного притока из гор в равнинную область бассейна с расходами Сурхандарьи у устья (у с. Мангузар).

Внутригодовое распределение стока Сурхандарьи на всем ее протяжении может быть охарактеризовано следующим образом: минимальные расходы воды наблюдаются в сентябре—октябре, затем сдвигается повышение расходов до мая, когда наблюдаются наивысшие значения их; июньский сток ничтожно меньше майского уже с июля расходы воды резко падают.

В верхнем течении (с. Караултепе) средний расход воды Сурхандарьи составляет $70,2 \text{ м}^3/\text{сек.}$, а в нижнем (с. Мангузар) - $68,2 \text{ м}^3/\text{сек.}$ при колебаниях средних годовых расходов от $31,0$ до $112 \text{ м}^3/\text{сек.}$ Незначительное уменьшение стока между селами Караултепе и Мангузар, несмотря на поды разбор на орошение между этими пунктами, объясняется главным образом поступлением в русла рек грунтовых вод, основная масса которых сосредоточена в верхнем течении Сурхандарьи. Так, районы нижнего течения рек Туполанг, Каратаг и Сангардак, а также верхнего течения Сурхандарьи являются районами избыточного увлажнения и выхода грунтовых вод на поверхность земли и в русла рек и каналов с Денау-Юрчинских и Кампыркульских болот. Сеть сбросов и коллекторов собирает и выносит в Сурхандарью значительное количество воды.

Сток даже не всех дополнительных вод составляет 25% учтенного поверхностного притока из горной области бассейна.

Ниже за различные периоды лет, включая и современное состояние приведены графики анализа внутригодового расхода воды р. Сурхандарья –к. Шурчи (рис. 3.1-3.2). Из них видно, что наименьшие расходы воды наблюдаются в августе-декабре месяце, небольшое их повышение происходит в январе-марте, с апреля по июнь месяцы

наблюдаются максимальные расходы воды. Таким образом, наблюдается небольшое смещения половодья с летнего периода на конец весны, что обусловлено влиянием климатических факторов [34,45,46].

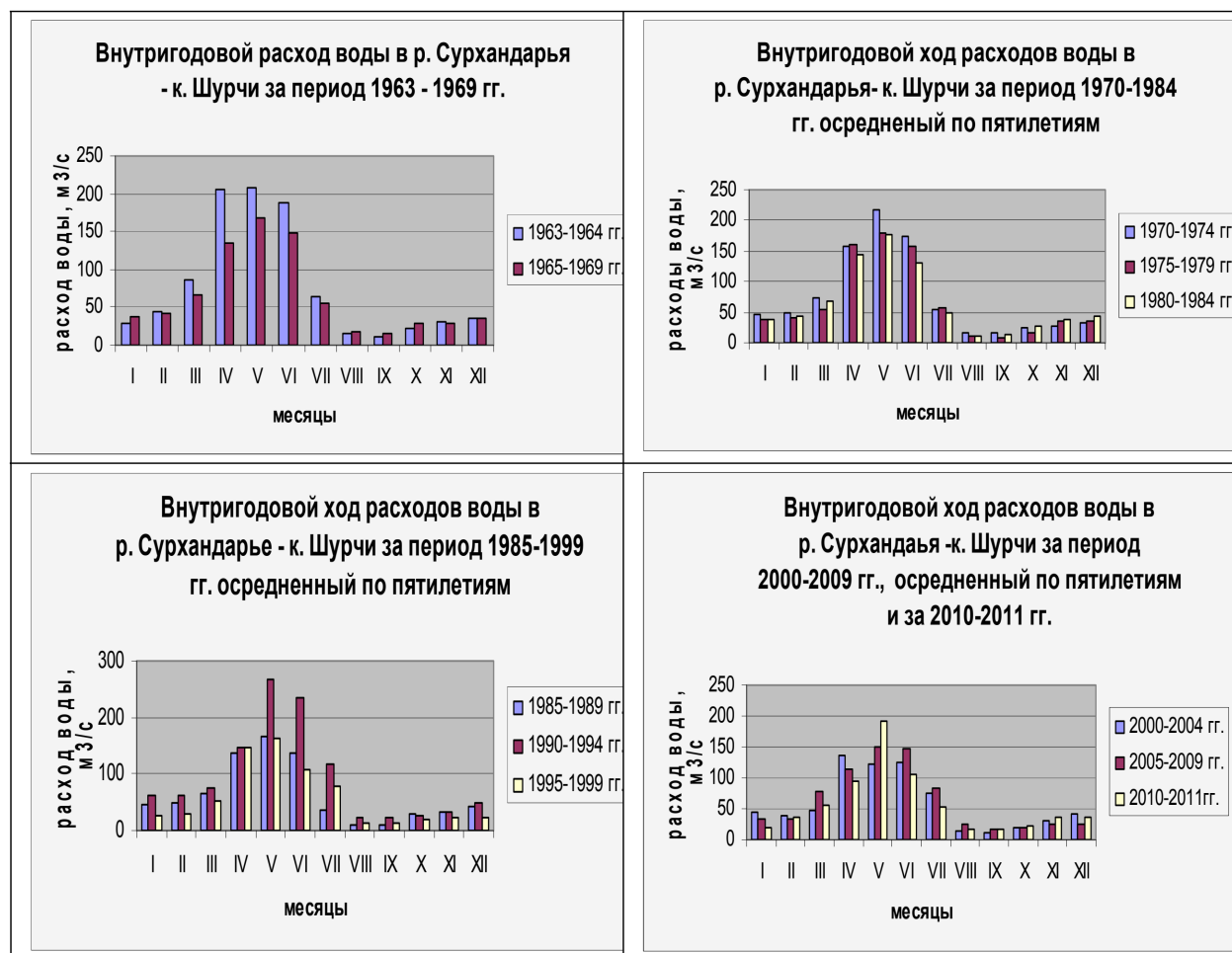
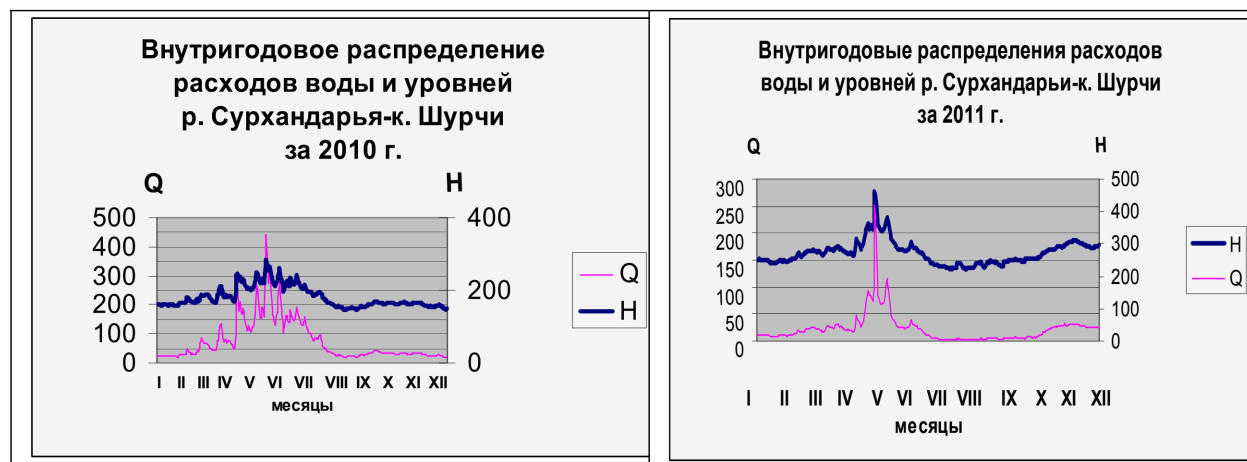


Рисунок 3.1- Анализ внутригодового расхода воды р. Сурхандарья за различные периоды лет в створе к. Шурчи.



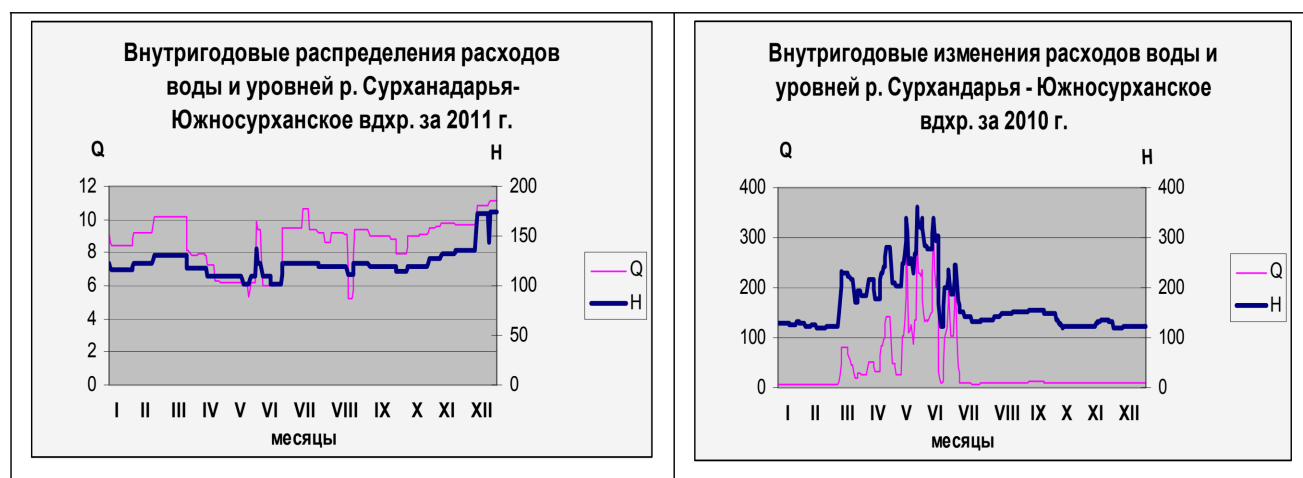


Рисунок 3.2- Анализ ежедневных расходов воды и уровней р. Сурхандарья - Южносурханское вдхр. и Шурчи

Все собранные гидрологические данные по величинам среднегодовых расходов воды были разделены на три группы: а) маловодные годы; б) годы средние по водности; в) многоводные годы (табл. 3.10.).

Таблица 3.10- Разделение водности р. Сурхандарья – к. Шурчи по величинам среднегодовых расходов за период 1963-2011 гг.

№№/пп.	Маловодные годы	Средние по водности года	Многоводные годы
1	1967	1963	1964
2	1971	1965	1969
3	1974	1966	1973
4	1975	1968	1976
5	1977	1970	1992
6	1980	1972	1993
7	1986	1978	1994
8	1989	1979	1998
9	1995	1981	2003
10	1996	1982	2005
11	1997	1983	
12	1999	1984	
13	2000	1985	
14	2001	1987	
15	2006	1988	
16	2008	1990	
17	2011	1991	
18		2002	
19		2007	
20		2009	

21		2010	
----	--	------	--

Анализ формирования речного стока бассейна р. Кашкадарья. В бассейне р. Кашкадарья развито интенсивное орошаемое земледелие, и поэтому как сама Кашкадарья, так и ее притоки практически полностью разбираются на орошение. Собственных водных ресурсов для этой цели в бассейне не хватает и оросительные системы подпитываются каналом из бассейна р. Зеравшан. Вся западная часть бассейна питается водами Амударьи, подаваемыми по Каршинскому магистральному каналу [29,48].

В бассейне Кашкадарья насчитывается 3122 реки, из них всего 149 рек длиной более 10 км. 33 имеют длину 20 и более км. В разное время наблюдения за стоком воды проводились или проводятся на 18 реках в 51 створе, причем реки Карасу-нижняя, Гараучашма и Шурабсай не являются реками как таковыми, а так называемыми в Средней Азии "карасу", то есть водными объектами, образовавшимися благодаря просачиванию оросительных вод в почвогрунты и выходу их на поверхность земли естественным путем ниже зон орошения и имеющими все признаки естественных рек.

Бассейн р. Кашкадарья отличается большим разнообразием черт режима, типов питания и внутригодового распределения стока рек, в него входящих. Здесь можно встретить реки всех типов питания, за исключением ледниково-снеговых. Ограниченная западными оконечностями Зарафшанского и Гиссарского хребтов, Кашкадарья свои основные притоки принимает с северо-западных склонов Гиссарского хребта, гребни которого уже редко поднимаются за 4-километровую высоту. Средневзвешенные высоты водосборов поэтому не превышают 3,0 км. Незначительное оледенение встречается только в бассейне р. Акдарья.

Годовая сумма осадков 500—700 мм. Из них большая доля (80—90%) выпадает в зимне-весенний период. Снежный покров неустойчив, высота его достигает 5—7 см.

Черты режима и распределение стока находятся здесь в прямой зависимости от высоты. Наиболее высоко расположенные водосборы (Акдарья, Танхизыдарья, Яккабагдарья) бассейна характеризуются более поздней концентрацией стока и наиболее высокой удельной водоносностью (около 15 л/сек, с 1 км²). На этих реках, средневзвешенные высоты водосборов которых немногим более 2,0—2,5 км, половодье начинается в марте и оканчивается в сентябре—октябре. Гребень волны половодья проходит в мае—июне. Величина δ колеблется от 0,40 до 0,70. По характеру режима и

внутригодовому распределению стока реки относятся к типу рек со снего-ледниковым питанием.

Реки Джиндыдарья, Гузардарья, Лянгар и другие, средние высоты водосборов которых 1,5— 2,0 км, относятся к типу рек со снеговым питанием. Они характеризуются меньшей (около 15%) долей стока за июль—сентябрь, более ранним прохождением половодья и максимальных расходов, большой изменчивостью годового стока. Величины $\bar{b}$ не поднимаются выше 0,30.

Самые низкогорные реки бассейна (Кашкадарья, Кумдарья и др.) со средними высотами бассейнов ниже 1,5 км относятся к водотокам со снего-дождевым питанием. Сток половодья на этих реках концентрируется в период с февраля по июль—август. Максимальные расходы в силу значительного участия в формировании их ливневых дождей имеют часто селевой характер и проходят в апреле. Сток за июль—сентябрь ничтожен (менее 10%).

Из 51 поста 25 расположены на участках рек с ненарушенным хозяйственной деятельностью режимом стока. с учетом поста Акдарья - кишл. Хазарнау, который до создания водохранилища выше поста в 1984 году также находился на реке с неискаженным стоком. Следовательно, только данные этих 25 постов используются для оценки естественных водных ресурсов бассейна.

В бассейне Кашкадарьи, как и во многих речных бассейнах Средней Азии, четко выделяются две области: область формирования стока и область его рассеивания. Границу между ними можно условно провести по изогипсе 600-700 м. В соответствии с общим увеличением водности рек с запада на восток и с юга на северо-восток в бассейне Кашкадарьи выделяется три района по зависимости средних многолетних модулей стока от средних высот бассейнов.

Первый район расположен в западной части южного склона Зеравшанского хребта и охватывает реки бассейна Кумдарьи. Это относительно многоводный район, учитывая, что его бассейны расположены в низкогорной зоне, средняя высота их не превышает 1,4 км. Во второй район вошла сама Кашкадарья и ее самый многоводный приток Аксу. Все остальные реки южнее и юго-западнее р. Аксу образуют маловодный третий район, к которому отнесены реки со средними высотами бассейнов от 1,4 км до 3,0 км. Зависимость $M = f(h)$ этого района идет практически параллельно таковой для второго района, но со сдвигом по оси высот на 600-800 м.

Из общей площади бассейна Кашкадарьи в 12000 км² непосредственно водосборной являются около 8000 км² или 67%. Из этой площади 6499 км² охвачены

гидрометрическими наблюдениями и образуют непосредственно водосборную площадь, где можно пренебречь влиянием забора воды на орошение, поскольку в пределах горной области он весьма мал. Таким образом, не учитывается сток с 1501 км водосборной площади бассейна. Из этой площади примерно 300 км² является водосборной площадью, не охваченной учетом стока, и представляют собою небольшие саи в пределах горной водосборной площади.

На остающихся 1200 км² происходит формирование стока, но в небольших размерах, и на них осуществляется значительный забор воды на орошение, поэтому сложно оценить величину стока, сформировавшегося на этой территории. Так, до створа Чиракчи на р. Кашкадарье по данным учета гидрометеослужбы поступает 30,3 м³/с. Это сток Кашкадарьи у Варганзи в 5,22 м³/с, Джиндыдарьи у Джауса в 1,56 м³/с, р. Карабулак у Карабулака в 1,19 м³/с, Акдарьи у Хазарнау в 17,1 м³/с и Танхизыдарьи у Нушкента в 5,21 м³/с. На участке от Варганзи до Чиракчей по данным официального учета Минсельводхоза из реки забирается всего 6,44 м³/с за вычетом сбросов по коллекторам. Следовательно, у поста Чиракчи должно бы проходить 23,8 м³/с. Фактически же сток у поста Чиракчи составляет всего 21,9 м³/с, то есть теряется почти 2 м³/с. Разница в стоке объясняется неучтенным водозабором. Если принять во внимание, что сток по коллекторам занижен за счет того, что большая часть возвратных вод поступает непосредственно в русла рек, и несмотря на это, сток на посту Чиракчи незначителен по сравнению с общим притоком, то можно сделать вывод, что в низкогорной области площадью около 1200 км² вряд ли формируется существенный сток. Таким образом, учтенные водные ресурсы бассейна можно оценить следующим образом (табл.3.11).

Таблица 3.11 -Средний многолетний сток в области его формирования в бассейне Кашкадарьи (Чуб,2007) [51]

Река- пост	<i>F</i>	<i>H</i>	<i>W</i>	<i>Q</i>	<i>M</i>	<i>h</i>
Кашкадарья - кишл. Варганза	511,0	1,80	164,5	5,22	10,2	322
Лжиндыдарья - кишл. Джауз	152,0	1,97	49,1	1,56	10,3	323
Карабулак - кишл. Карабулак	22,0	1,19	37,4	1,19	45,6	1438
АКдарья - кишл. Хисарак	755,0		406,0	12,9	17,1	537
Карасу-верхняя - кишл. Улян	139,0	1,83	49,4	1,57	11,3	357
Танхизыдарья - кишл. Касатараш	438,0	2,41	129,2	4,11	9,44	297
Яккабагдарья - кишл. Татар	514,0	2,73	192,6	6,11	12,1	382
Тырна - кишл. Ишкент	151,0	2,34	43,4	1,38	9,11	287
Гульдара - кишл. Гульдара	24,4	2,34	5,7	0,18	7,36	238
Джар - кишл. Канжигалы	124,0	1,37	42,2	1,34	10,8	341
Лянгар - кишл. Калтатай	180,0	1,79	23,3	0,74	4,09	129
Кичикурыдарья - кишл. Кулькишлак	2000,0	1,42	53,2	1,69	0,84	26,6
Урядарья - кишл. Базартепа	1250,0	1,85	151,8	4,81	3,85	121
Кумдарья - кишл. Чамбил	354,0	1,18	66,2	2,10	5,93	187

Всего	6614,4		1414,0	44,9	6,79	214
-------	--------	--	--------	------	------	-----

Изменчивость стока в многолетнем разрезе в бассейне довольно велика, коэффициенты вариации средних годовых расходов изменяются от 0,147 до 1,00 в зависимости от высотного положения бассейнов и уменьшаются с ростом высот последних.

Значения коэффициентов вариации изученных рек приведены в табл.3.12, а годовые расходы различной обеспеченности в табл.3.13.

Таблица. 3.12 - Характеристики изменчивости стока рек бассейна Кашкадарьи [51]

Река - пост	<i>F</i>	<i>H</i>	<i>T</i>	<i>N</i>	<i>Q</i>		<i>Cy</i>
1	2	3	4	5	6	7	8
Кашкадарья - кишл. Варганза	511	1,800	1926-2002	76	5,22	0,165	0,387
Кашкадарья - кишл. Чиракчи	1970	1,720	1944-2002	54	22,7	0,108	0,495
Джиндыдарья - кишл. Джауз	152	1,970	1941-1990	70	1,56	0,330	0,390
Аксу - 3,5 км к западу от перевала Макбель	64,1	3,500	1931-1974	34	2,02	1,346	0,146
Акдарья - кишл. Хисарак	755	-	1984-2002	19	11,8	0,666	0,347
Аксу - кишл. Хазарнау	845	2,550	1927-2002	76	12,1	1,014	0,240
Карасу - кишл. Улян	139	1,830	1927-1987	43	1,31	0,287	0,386
Шурабсай - кишл. Кумыртепа	169	0,940	1936-1970	34	0,636	0,254	0,484
Танхизыдарья - кишл. Касатараш	222	2,970	1941-1970	11	3,47	0,449	0,304
Танхизыдарья - кишл. Атчиги	401	2,300	1926-1940	13	4,25	0,414	0,312
Танхизыдарья - кишл. Катгаган	425	2,210	1951-2002	46	4,11	0,288	0,368
Танхизыдарья - кишл. Нушкент	1910	1,8,80	1930-1974	35	5,46	0,102	0,563
Яккабагдарья - кишл. Татар	504	2,730	1930-2002	75	6,11	0,444	0,292
Тырна - кишл. Ишкент	151	2,340	1930-1984	72	1,38	0,168	0,410
Гульдара - кишл. Гульдара	24,4	2,340	1948-1966	33	0,180	0,435	0,338
Джар(Кичикджар) - кишл Канжигалы	124	1,370	1941, 1946-1947, 1951-1991	69	1,34	0,009	0,510
Джар(Аякчиджар) - кишл. Чиракчи	348	0,910	1930-1974	38	1,16	0,049	0,825
Лянгар - кишл. Уртадара	59,9	2,270	1947-1972	39	0,508	0,258	0,490
Лянгар - кишл. Калтатай	180	1,706	1976-1987	10	0,558	0,223	0,437
Лянгар - кишл. Таль	236	1,560	1932-933, 1938-1974	31'	0,712	0,358	0,609
Гузардарья - кишл. Яртепа	3170	1.520	1928-1965	35	5,95	0,232	0,384
Кичикурядарья - кишл. Дехканабад	1170	1,560	1959-1968	7	1,03	0,029	0,560

Кичикурядарья - кишл. Гумбулак	1570	-	1968-2002	37	1,29	0,134	1,03
Кичикурядарья - кишл. Кулькишлак		1,420	1928-1962	66	1,69	0,052	0,740
Урядарья - кишл. Базартепа	1250	-	1965-2002	71	4,81	0,248	0,476

Примечание: *N* - количество лет с учетом восстановлений.

Таблица. 3.13 - Средние годовые расходы воды различной обеспеченности рек бассейна Кашкадарьи [51]

Река - пункт	Расходы воды обеспеченностью, %							
	средний	5	10	25	50	75	90	95
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кашкадарья - кишл. Варганза	5,22	8,65	7,77	6,49	4,84	3,80	3,20	2,90
Кашкадарья - кишл. Чиракчи	22,7	45,8	40,5	28,36	18,5	14,6	11,3	10,0
Джиндыдарья - кишл. Джауз	1,56	2,86	2,65	1,95	1,41	1,08	0,883	0,860
Аксу - 3,5 км к западу от пер. Макбель	2,02	2,39	2,35	2,26	2,00	1,81	1,68	1,27
Акдарья - кишл. Хисарак	11,8	15,6	14,9	13,2	11,0	9,96	8,72	8,21
Акдарья - кишл. Хазарнау	12,1	16,6	15,6	13,6	11,7	10,2	8,64	8,01
Карасу (верхняя) - кишл. Улян	1,31	2,62	1,94	1,59	1,12	0,950	0,876	0,750
Шурабсай - кишл. Кумыртепа	0,636	1,46	0,930	0,800	0,605	0,430	0,320	0,280
Танхизыдарья - кишл. Касатараш	4,11	6,42	5,86	4,77	3,93	3,12	2,34	2,01
Танхизыдарья - кишл. Атчиги	4,25	6,52	6,01	5,13	4,09	3,40	2,60	2,31
Яккабагдарья - кишл. Татар	6,11	9,14	8,45	7,12	5,83	4,73	3,72	3,57
Тырна - кишл. Ишкент	1,38	2,38	2,15	1,68	1,27	1,04	0,700	0,610
Гульдара - кишл. Гульдара	0,180	0,283	0,267	0,222	0,160	0,130	0,110	0,099
Джар - кишл. Канжигналы	1,34	2,55	2,19	1,80	1,29	0,770	0,530	0,510
Лянгар - кишл. Уртадара	0,508	1,00	0,890	0,671	0,467	0,354	0,110	0,091
Гузардарья - кишл. Яртепа	5,95	11,0	9,63	7,17	5,41	3,99	3,91	2,63
Кичикурядарья - кишл. Кулькишлак	1,69	4,31	3,88	2,55	1,24	0,666	0,440	0,266
Урядарья - кишл. Базартепа	4,81	8,98	8,24	5,95	4,44	3,02	2,16	1,67
Кумдарья - кишл. Чамбил	2,10	3,90	3,68	2,83	1,65	1,46	0,860	0,577

м. Наивысшая отметка водосбора Кашкадарьи не превышает 3157 м, водосбора Джиныдарьи — 3050 м. Высоты ниже 2000 м занимают в водосборе первой 67%, а в водосборе второй 79,5%.

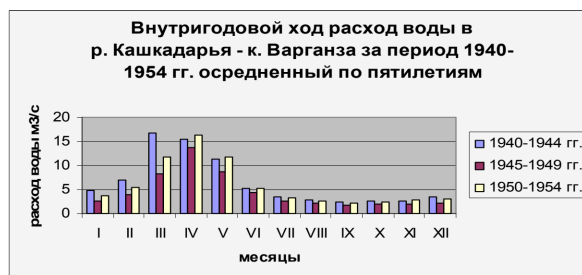
По этой причине Кашкадарья относится к рекам снегового питания, очень близко приближаясь к рекам снегово-дождевого питания, а Джиныдарья близ устья (с. Паландар) является типичной представительницей рек снегово-дождевого питания. Минимальные расходы у них приходятся на конец лета—начало осени, а наибольшие расходы, как правило, имеют место в апреле.

Сток июля—сентября, почти исключительно обусловленный подземным питанием, ничтожен и составляет у Кашкадарьи 11,7 % годового стока, а у Джиныдарьи — 4,4 и 15,1% (у с. Паландар и с. Джаус соответственно). Нужно иметь в виду, что режим р. Джиныдарьи как у с. Паландар, так и у с. Джаус изменен разбором воды на орошение, в особенности у первого селения.

Обе реки отличаются большой изменчивостью годового стока и особенно максимальных расходов, которые формируются при значительном участии ливней. В силу этого и паводки на этих реках, главным образом на Джиныдарье, носят селевой характер, и в отдельные годы реки в течение кратковременных периодов несут огромное количество воды.

Средний годовой расход Кашкадарьи и Джиныдарьи вместе взятых равен 6,89 м³/сек. Обращает на себя внимание высокое значение стока воды этих рек в октябре—феврале. Это является результатом, с одной стороны, значительного подземного питания, а с другой стороны, малых высот водосборов этих рек в силу чего выпадение жидких осадков и подтаивание снега возможны на большой площади в течение почти всего этого периода.

Проведен анализ внутригодового расхода воды р. Кашкадарья за различные периоды лет (рис. 3.3-3.5).



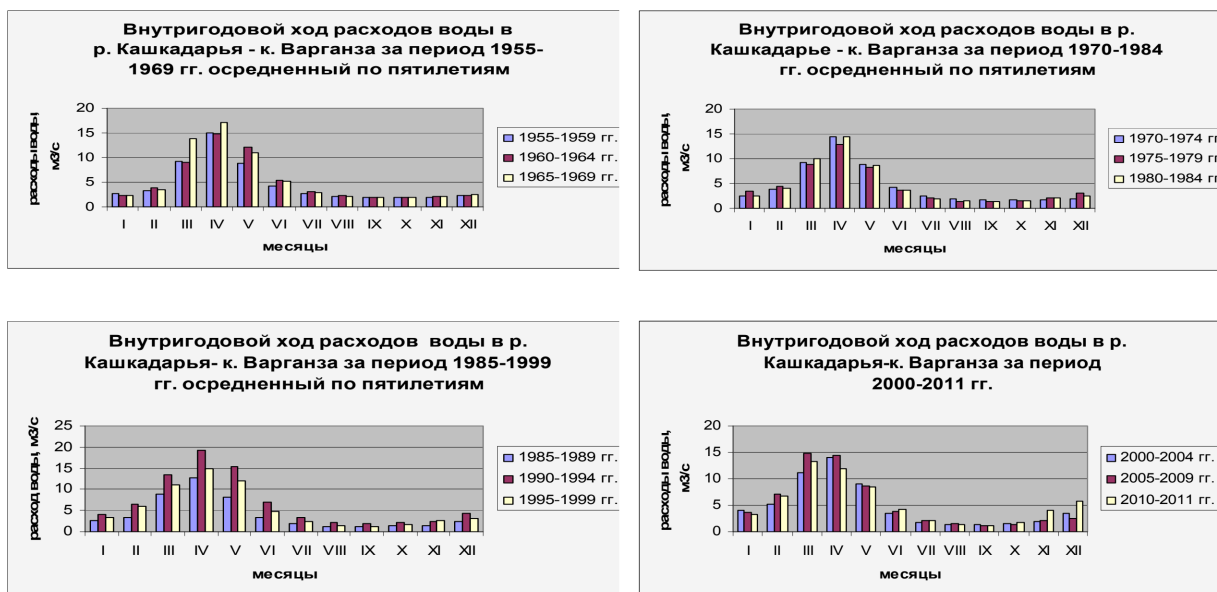


Рис.3.3- Внутригодовой расход воды, осредненный по пятилетиям с 1926-2009 гг. и за 2010-2011 гг.

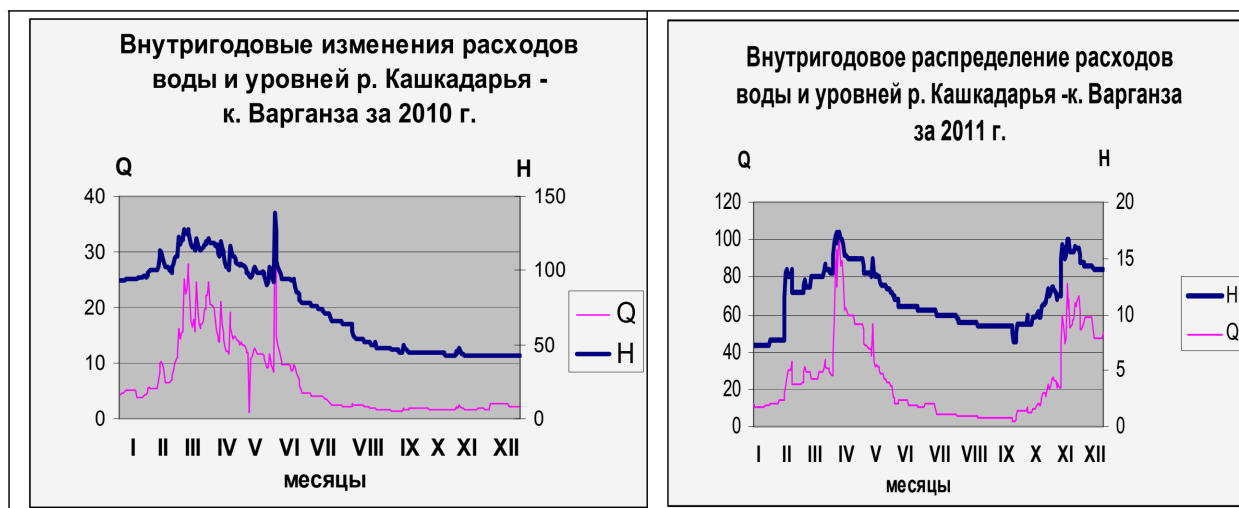


Рис. 3.4 -Анализ ежедневных расходов воды р.Кашкадарья (Варганза)

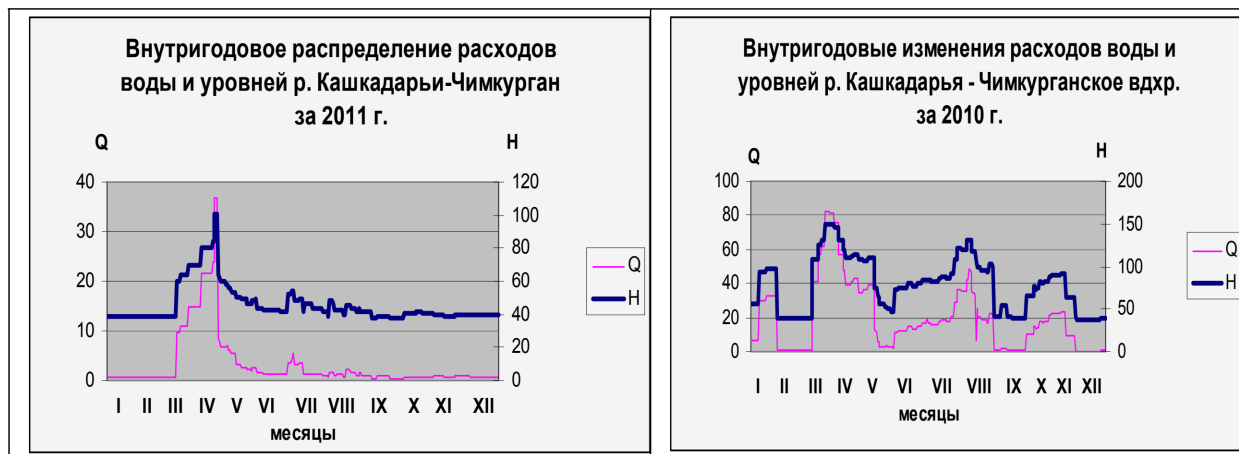


Рис. 3.5 - Анализ ежедневных расходов воды р. Кашкадарья (Чимкуртанское вдхр)

Все собранные гидрологические данные по величинам среднегодовых расходов воды были разделены на три группы: а) маловодные годы; б) годы средние по водности; в) многоводные годы (табл. 3.14).

Таблица 3.14 - Разделение водности р. Кашкадарьи – к. Чиракчи по величинам среднегодовых расходов за период 1947-2010 гг.

№№/пп.	Маловодные годы	Средние по водности года	Многоводные годы
1	1947	1950	1952
2	1948	1955	1953
3	1951	1956	1954
4	1957	1960	1958
5	1959	1961	1969
6	1962	1968	1992
7	1965	1972	1998
8	1966	1973	
9	1967	1974	
10	1970	1976	
11	1971	1978	
12	1975	1979	
13	1977	1980	
14	1982	1981	
15	1983	1987	
16	1984	1988	
17	1985	1994	
18	1986	2002	
19	1989	2003	
20	1990	2004	
21	1995	2005	
22	1996	2009	
23	1997	2010	
24	2000		
25	2001		
26	2006		
27	2007		
28	2008		

Анализ формирования речного стока в бассейне р. Амударьи.

Гидрографическая сеть бассейна р.Амударьи, зависит от рельефа и тектоники, опосредованно также влияет на распределение химического состава речной воды по территории бассейна. Всего на территории бассейна Амударьи насчитывается 40615 рек, в том числе 2289 бессточных.

При анализе изменения водного режима р.Амударьи во времени и по длине реки рассмотрены следующие характеристики: а) изменение среднемесячных расходов воды за

различные периоды лет: 1997-2000 гг.; 2001-2005 гг.; 2006-2012 гг.; б) зависимость осредненных среднемесячных расходов воды от осредненных среднемесячных уровней воды; в) зависимость среднемесячных расходов воды нижних створов от среднемесячных расходов воды верхних створов.

Само значение измеренного расхода воды имеет некоторую погрешность, которая обуславливается рядом объективных причин. Погрешность измерения расхода воды в Амударье может достигать значительных размеров и иногда доходит до 20 % от стока. Эти погрешности обуславливаются сложным строением русла реки, которое имеет широкую пойму, затопляемую паводком, где на скорость течения влияют затопленные сезонные кустарники, косоструйностью течения и многое другое.

Многими исследователями ставилась задача моделирования трансформации паводка по реке Амударье. Однако, в конечном результате модель не соответствовала по требуемой точности для применения в практике гидрологических прогнозов в виду чрезвычайной сложности гидрологических процессов, которые происходят в русле.

По генетическим признакам в годовом ходе стока рек бассейна Амударьи выделяется три основных фазово-однородных периода по методике Ю.Н.Иванова 1971 года:

- 1) период снегового половодья, формируемого преимущественно талыми водами сезонных снегов нижних и средних ярусов гор. Начало половодья зависит от наступления устойчивой положительной температуры воздуха. Объем половодья в основном определяется осадками предшествующей зимы;
- 2) период снего-ледникового половодья, формируемого преимущественно талыми водами высокогорных снегов, снежников и ледников. Этот период совпадает с наиболее теплым периодом года и для него связь между стоком и температурой воздуха выражена наиболее четко;
- 3) период межени, когда речной сток формируется в основном за счет подземных вод.

Этот период характеризуется устойчивыми небольшими расходами, в основном плавно снижающимися к началу половодья.

Бассейн реки Амударьи- самой многоводной реки Центральной Азии, охватывает более 80 крупных рек, расположенных на территории Узбекистана, Таджикистана, Туркмении, Туркмении. С севера на юг он вытянут на 1230 км и с запада на восток на 14070 км, а расстояние от устья до наиболее удаленной точки речной системы (по руслу) составляет 26020 км.

По условиям формирования стока бассейн Амударьи гидрологи делят на несколько частей: 1) бассейн р.Пяндж, которая в свою очередь делится на две гидрологические области: Таджикский Памир, отличающийся сравнительным многоводьем, и южную Афганскую часть бассейна, очень маловодную; 2) бассейн р.Вахш; 3) бассейны рек, стекающих с южных склонов Гиссарского хребта (Кафирниган, Сурхандарья, Шерабад); 4) бассейны р.Кашкадарья и Зарафшан, которые должны быть отнесены по орографическим и гидрографическим признакам к бассейну Амударьи, хотя сами реки давно потеряли связь с Амударьей; 5) равнинная часть бассейна. Условно, верхней границей области принят створ Керки.

С точки зрения потребления стока для гидроэкологического мониторинга использовали разделение на следующие водохозяйственные районы: 1) верхнее течение замыкается створом г.Керки; 2) среднее течение-замыкающий створ Тюямуянского гидроузла- Чарджоуская область Туркмении, Бухарская и Кашкадарьинская область Узбекистана; 3) низовья -Ташаузская область Туркмении, Хорезмская область, Каракалпакистан.

Таблица 3.15 -Водные ресурсы бассейна Амударьи (в зоне формирования, км³/год) [51,56]

№ п/п	Название рек (створ) бассейна	Коэффициент вариации (Cv) «стока»	Норма стока (или водные ресурсы 50% обеспеченности)	Водные ресурсы 90% обеспеченности
1.	Сток рек верхнего течения Амударьи	0,14	65,9(65,4)	54,4
1.1	В том числе Пяндж (Нижний Пяндж)	0,12	33,1(32,9)	28,1
1.2	Вахш (Туткаул)	0,14	19,9(19,9)	16,4
1.3	Кундуз (Аскархона)	0,23	3,50(3,42)	2,50
1.4	Кафирниган	0,19	5,51(5,41)	4,19
1.5	Сурхандарья	0,19	3,67(3,60)	2,80
1.6	Шерабад	0,32	0,22(0,22)	0,14

2	Сток рек Юго-Западного Узбекистана		6,55(6,48)	5,17
2.1	В том числе Зарафшан	0,15	5,28(5,24)	4,30
2.2	Кашкадарья	0,26	1,27(1,24)	0,87
3	Сток рек Туркменистана		2,77(2,60)	1,35
3.1	В том числе Мургаб	0,29	1,54(1,50)	1,0
3.2	Теджен	0,58	0,96(0,86)	0,35
Итого по Большому Амударьинскому бассейну (без бесприточных рек Северного Афганистана)			75,2(74,6)	60,9

Оценка доступных водных ресурсов по мнению В.Е.Чуба [87], в настоящее время, так на перспективу требует регионального подхода, поскольку непосредственно на территории Узбекистана, формируется всего около 8% водных ресурсов, основная зона формирования - это территория сопредельных государств. Чтобы адекватно оценить доступные водные ресурсы требуется большой объем информации с территорий соседних государств- метеорологические, гидрологические и гляциологические данные. Необходимо региональное сотрудничество для улучшения освещенности территории данными наблюдений (исторические ряды, восстановление рядов, использование цифровых моделей рельефа и т.д.), что позволяет более обоснованно применять модельные методы оценки для каждого бассейна.

Согласно мнению В.Е. Чуба [51], ожидаемые в будущем изменения климата также могут усилить недостаток воды. Оценка максимальной глубины маловодья на базе экстремальных климатических сценариев показывает, что сток в период вегетации в бассейне реки Амударьи в годы засухи может уменьшиться на 25-40%.

В засушливые годы ситуация с водными ресурсами приобретает критический характер. В годы экстремальных проявлений климатической изменчивости могут начаться значительные потери в сельскохозяйственном производстве и проблемы в обеспечении населения питьевой водой. Глобальное потепление будет и дальше способствовать увеличению числа экстремальных погодных условий в регионе, то есть периодов с засухами и высокими летними температурами, изменению в режиме формирования водных ресурсов, что может привести к дополнительным негативным последствиям в бассейне р. Амударьи и особенно в Приаралье.

Как показывают исследования [2,3,50], потепление в Центральной Азии сопровождается усилением экстремальности погоды, в частности увеличением числа сильных осадков.

Исторически уже более 60 лет происходит регулирование стока рек Узбекистана, поэтому естественный гидрологический режим искажается, что затрудняет применение гидрологических моделей, особенно в бассейне р. Амударья. В настоящее время наиболее приоритетная региональная Центральноазиатская проблема – уменьшение снежно-ледовых ресурсов бассейна р. Амударьи из-за глобального потепления.

Решение проблемы устойчивого водозабора из трансграничной р. Амударьи в складывающейся экстремальной водохозяйственной обстановке имеет важное народнохозяйственное значение для жизни и развития многомиллионного населения шести вилоятов Республики Узбекистан и Республики Каракалпакстан, находящейся в низовьях бассейна. В связи с этим определенное значение имеет описание некоторых элементов гидрологических и гидрохимических режимов воды р. Амударьи.

Для их определения были использованы сведения собранные в фондах Узгидромета и БВО «Амударья» по створам, указанным в табл. 3.16.

Табл. 3.16 - Анализ створов, располагающихся по р. Амударья

название водного объекта	местонахождение, название поста	Расстояние от устья, км	площадь водосбора, км ²	отметка нуля поста, высота в м	период действия число, месяц, год.
р. Амударья	пристань Термез	1302	231000	289,72	01.10.1932
р. Амударья	г. Атамырат (Керки)	1070	309000	237,57	21.07.1910
р. Амударья	г. Бирата (Дарганата)	636	-	142,02	12.05.1955
р. Амударья	теснина Тюямуюн	475	-	107,08	16.07.1924 (05.10.1979)
р. Амударья	с. Ташсака	467	-	105,23	10.06.1912 (17.04.1993)
р. Амударья	г. Бируни	399	-	91,00	1.03.1978
р. Амударья	г. Кипчак	308	-	76,20	07.03.1934 (01.01.2003)

р. Амударья	урот. Ниетбайтас	263	-	71,00	15.03.1983
р. Амударья	кишл. Кызкеткан	257	-	70,00	17.03.1974
р. Амударья	кишл. Саманбай	240	-	65,00	17.11.1972
р. Амударья	кишл. Кызылджар	127	-	53,00	01.10.1950 (01.01.1974)
р. Амударья	кишл. Парлатау	54	-	46,00	22.05.1988

Фактически в бассейне Амударьи вода в республику поступает по каналу Аму-Занг в Сурхандарьинском вилояте, каналам Каршинский, Аму-Бухарский в Кашкадарьинский и Бухарский вилояты, каналам Левобережный, Правобережный ниже Тюямуюнского водохранилища и по посту Тюямуюн на Амударье в Хорезмский вилоят и Каракалпакстан.

Из Сурхандарьинского вилоята существует незначительный сток в Амударью по Сурхандарье. Из остальных вилоятов стока речных вод нет. Только из Каракалпакстана по Амударье вода поступает в Аральское море и передается по каналам из Хорезмского вилоята и Каракалпакстана в Туркменистан.

Учет стока по вышеуказанным каналам ведется органами Министерства водного и сельского хозяйства Узбекистана, на реках Сурхандарья и Амударья станциями Узгидромета. В целом за многолетний период данные этого учета можно считать надежными.

Таблица 3.17 -Приток речных вод в Республику Узбекистан и отток их из нее

Откуда поступает приток	м ³ /с	км ³ /год
Поступление в бассейн Амударьи		
Приток в бассейне Сурхандарьи	23,0	0,724
Приток по каналу Аму-Занг	15,5	0,489
Приток по Кашкадарье	2,5	0,078
Приток по каналам Каршинский, Аму-Бухарский	267,0	8,421
Приток в бассейне р. Зеравшан	163,0	5,141
Приток по каналам Левобережный, Тюямуюн, Питнякарна	136,0	4,289
Поступление по Амударье у Тюямуюна	1051,0	33,149
Общий приток в бассейне Амударьи	1658,1	52'291
Сток из Узбекистана в бассейне Амударьи		
Сток по Сурхандарье	15,5	0,489
Передача в Туркменистан	454,0	14,319
Сток в Аральское море	20,0	0,631
Общий отток в бассейне Амударьи	489,5	15,439
Итого по бассейну Амударьи	1168,6	36,852

В настоящее время крайне трудно оценить сток в Аральское море по Амударье. В дельтовой части реки находятся два поста Кызылджар и Парлытау. Расстояние

между ними 73 км. За последние 5 лет в Кызылджаре все годы фиксируется значительный сток, превышающий $100 \text{ м}^3/\text{с}$. В Парлытау только в 1992 и 1993 годах отмечен сток с расходами в 234 и $59,3 \text{ м}^3/\text{с}$. Следовательно, в среднем в год за период 1992-2005 годов через створ прошло $20 \text{ м}^3/\text{с}$ и можно считать это стоком речных вод из Каракалпакстана в Аральское море.

Анализ расходов воды р. Амударьи у г/п Атамурат и Дарганата за разные периоды лет приведены на рис.3.6 – 3.7, из которых видно, что в последние годы водоносность реки несколько уменьшилась.

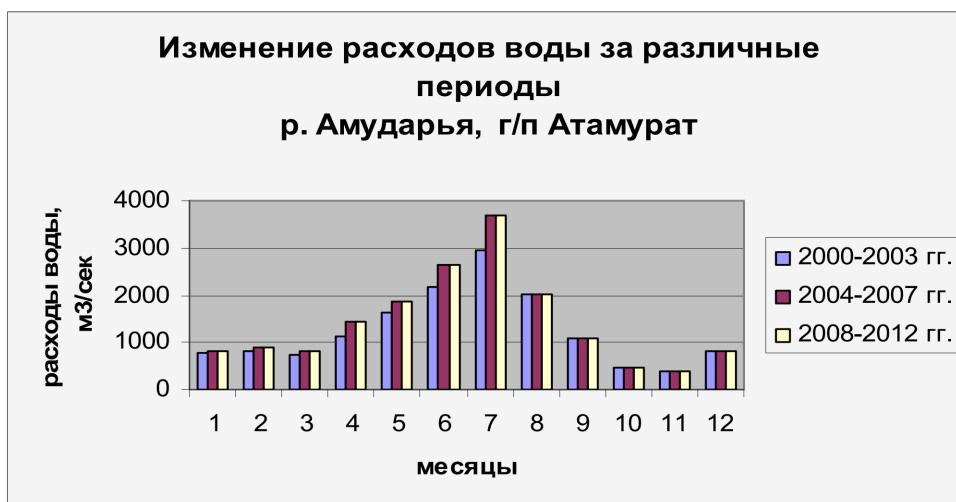


Рис.3.6. - Анализ расходов воды р. Амударьи у г/п Атамурат за разные периоды

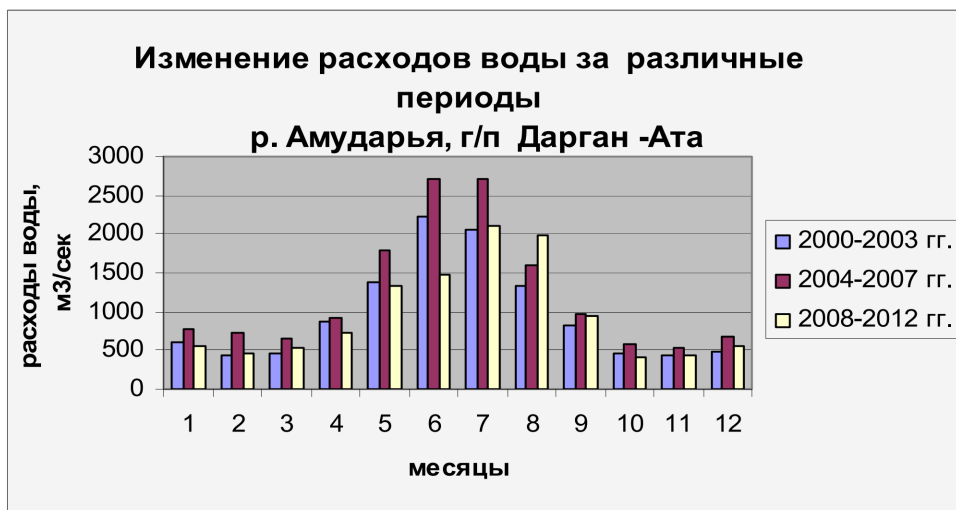


Рис. 3.7. - Анализ расходов воды р. Амударьи у г/п Дарганата за разные периоды

Интенсивно возрастающее использование в народном хозяйстве водных ресурсов приводит к существенным изменениям стока рек, водного режима территории их бассейнов и водоприемников. Особенно велико это влияние в аридных и полупустынных областях. В ряде районов деятельность человека в области управления водными

ресурсами суши по своим масштабам становится соизмеримой с воздействием на них природных факторов. Влияние антропогенных факторов увеличивается по мере интенсификации использования водных ресурсов и на определенном уровне рациональное использование последних уже невозможно без достоверных знаний об изменениях, произошедших в водном режиме территории и стоке рек под их воздействием.

Однако, начиная с водозаборов в Каракумский, Каршинский, Аму-Бухарский каналы и так до гидропоста Саманбай сток по стволу реки многократно сокращаются и теперь редко наполняет её протоки.

В бассейне р.Амударьи зону формирования стока можно ограничить створами Термез и Атамырат (Керки), зону транзита - створами Бирата (Дарганата)- теснина Туямуюн, и зону рассеивания стока – створами Саманбай (г. Нукус) и Кызылджар.

Годовой гидрологический цикл для горных рек бассейна Амударьи отчетливо делится на два периода: весенне-летнее половодье и межень. Осенью, зимой и ранней весной большая часть рек пребывает в состоянии межени. Уровень и расходы воды в них в этот период изменяются весьма незначительно, так как в это время по рекам стекают только грунтовые и частично дождевые воды. Затем в феврале—мае на реках начинаются весенне-летние паводки и половодье.

Средний многолетний расход воды Амударьи в створе п. Керки за период 1911-1960 годы составлял $2010 \text{ м}^3/\text{с}$. В период март-сентябрь - $2800 \text{ м}^3/\text{с}$, в период декабрь-февраль - $898 \text{ м}^3/\text{с}$. За период 1960-1995 годы средний годовой расход составил $1550 \text{ м}^3/\text{с}$. За март-сентябрь $2150 \text{ м}^3/\text{с}$ и декабрь-февраль - $764 \text{ м}^3/\text{с}$. В 2011-2012 гг. средние декадные расходы воды изменялись от $391 - 4145 \text{ м}^3/\text{с}$.

При анализе изменения водного режима р.Амударьи во времени и по длине реки рассмотрены следующие характеристики: а) изменение среднемесячных расходов воды за различные периоды лет: 1997-2000гг.; 2001-2005гг.; 2006-2012гг.; б) зависимость осредненных среднемесячных расходов воды от осредненных среднемесячных уровней воды; в) зависимость среднемесячных расходов воды нижних створов от среднемесячных расходов воды верхних створов.

Согласно построенным графикам, в верховьях р. Амударьи (г/п Атамырат-Керки) водность реки в периоды 2000-2003, 2004-2007, 2008-2012 уменьшилась по сравнению с периодами 1911-1917гг. и 1935-1936 в 1,3-1,6 раза. Время прохождения половодья практически не изменилось, оно, как и раньше в среднем начинается в конце марта-апреле, а заканчивается в сентябре-начале октября.

Для использования в практических расчетах построены многочисленные зависимости осредненных среднемесячных расходов воды от осредненных среднемесячных уровней воды для створов Термез, Атамырат, Бирата, Тюямуюн. Во всех приведенных случаях зависимости получились довольно тесные, коэффициент корреляции равен 0,90-0,97. Пользуясь этими зависимостями можно определить расходы воды на рассматриваемых створах при известных величинах уровней воды.

На рис. 3.8 приведена зависимость расхода воды от уровня воды в створе Керки за IV-IX месяцы, осредненные по декадным значениям за 2001 г. Видно, что данная зависимость получилась довольно тесной, коэффициент корреляции равен 0,95.

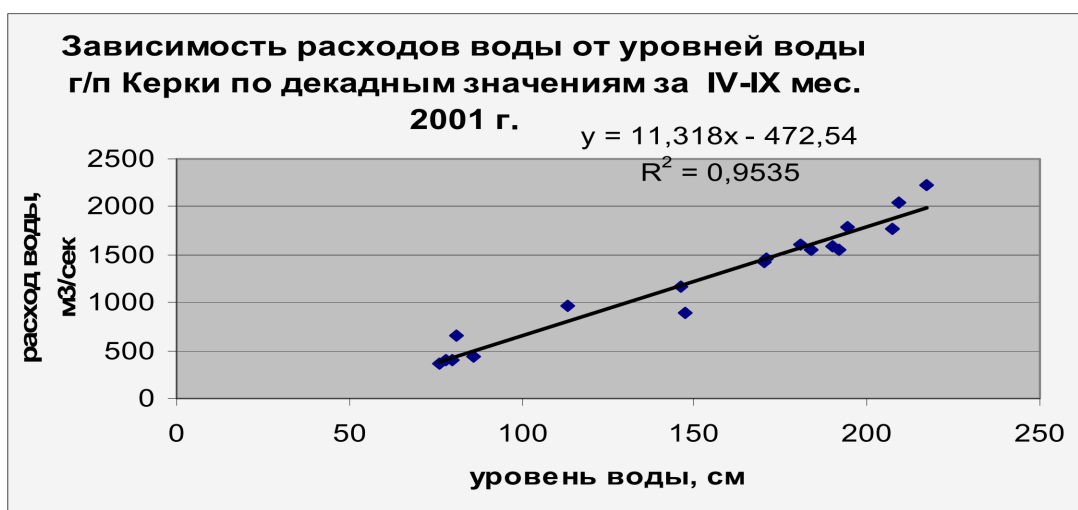


Рисунок 3.8 - Зависимость расхода воды от уровня воды в створе Керки

На рис. 3.9 приведена зависимость расхода воды от уровня воды в створе Керки за X-III месяцы, осредненные по декадным значениям за 2001 г. Видно, что данная зависимость получилась довольно тесной, коэффициент корреляции равен 0,88.



Рисунок 3.9- Зависимость расхода воды от уровня воды в створе Керки

Согласно проведенным расчетам все собранные гидрологические данные по величинам среднегодовых расходов воды были разделены на три группы: а) маловодные годы; б) годы средние по водности; в) многоводные годы (табл.3.18).

Таблица 3.18 -Разделение водности р. Амударьи – г/п Атамырат (Керки) по величинам среднегодовых расходов за период 1963-1970; 2000-2012 гг.

№	Маловодные годы	Средние по водности года	Многоводные годы
1	2000	1963	1964
2	2001	1965	1966
3	2008	2002	1967
4	2011	2004	1968
5		2006	1969
6		2007	1970
7		2009	2003
8			2005
9			2010
10			2012

Выводы:

- согласно исследованиям специалистов, изменения водных ресурсов и гидрологических характеристик определяются двумя основными факторами - изменениями климата и хозяйственной деятельностью человека; в распределении стока внутри года и в формировании половодья большую роль в естественных условиях играет наличие снежного покрова в водосборной части речного бассейна и его запасы; так же одним из главных факторов в распределении речного стока внутри года является также высотная характеристика водосбора. Например, на наиболее низком расположенном водосборе р.Кашкадарья площадь возможного одновременного снеготаяния в естественных условиях достигает наибольшего размера в марте, а объем талых вод – в апреле. На водосборе данного бассейна, расположенном наиболее низко, половодье начинается в феврале и заканчивается в июне. Начало снеготаяния и талого стока в наиболее высоко расположенных водосборах наблюдается по существу в апреле и заканчивается в сентябре- октябре;

- данные длинно-периодных наблюдений в регионе показывают, что происходящее глобальное потепление проявляется в среднеазиатском регионе в виде трендов некоторых компонентов гидрологического цикла: происходит увеличение слоя испарения, уменьшение снегонакопления и сокращение оледенения горных территорий. В качестве климатической информационной базы для оценки возможных изменений стока рек бассейна Аральского моря в Узгидромете были использованы

климатические сценарии - будущее состояние климатической системы, рассчитанное на основе возможных выбросов парниковых газов с использованием глобальных циркуляционных моделей.

Результаты исследований показали, что в рассмотренном диапазоне изменений климатических параметров на базе региональных климатических сценариев на ближайшие 20-30 лет не следует ожидать существенного изменения водных ресурсов. Однако при потеплении климата произойдет снижение средних за вегетационный период расходов воды. Возможные изменения стока этого периода оценивались в пределах естественной изменчивости: от +3... 10 до 2... 7% . Изменение годового стока основных рек Средней Азии - Амударьи и Сырдарьи при реализации различных сценариев изменения климата (на время удвоения концентрации углекислого газа в атмосфере) предполагает сокращение водных ресурсов. По оценкам, полученным на базе отдельных «жестких» климатических сценариев, ожидается сокращение водных ресурсов Сырдарьи на 30%, а Амударьи - на 40%. Другие модели не предсказывают столь значительного изменения стока, однако ни один из сценариев не предполагает его увеличение:

- объектами исследования являются бассейны рек Сурхандарьи Кашкадарьи и низовья р.Амударьи (Хоремский оазис и Республика Каракалпакстан). Согласно проведенным расчетам было выявлено, что в настоящее время река Амударья в верхнем течении относится к ледниково-снеговому типу питания, р.Кашкадарья – к снегово-дождевому типу питания, а р. Сурхандарья – к ледниково-снеговому типу;

- внутригодовое распределение стока Сурхандарьи на всем ее протяжении может быть охарактеризовано следующим образом: минимальные расходы воды наблюдаются в сентябре—октябре, затем следует повышение расходов до мая, когда наблюдаются наивысшие значения их; июньский сток ничтожно меньше майского уже с июля расходы воды резко падают;

- за различные периоды лет, включая и современное состояние были приведены графики анализа внутригодового расхода воды р. Сурхандарья –к. Шурчи . Из них видно, что наименьшие расходы воды наблюдаются в августе-декабре месяце, небольшое их повышение происходит в январе-марте, с апреля по июнь месяцы наблюдаются максимальные расходы воды. Таким образом, наблюдается небольшое смещения половодья с летнего периода на конец весны, что обусловлено влиянием климатических факторов;

- в бассейне Кашкадарьи максимальных значений средние месячные расходы воды у трех рек Яккабаг, Аксу, Танхаз (притоки Кашкадарьи) достигают в июне, минимальных — в декабре— январе. Сток за июль—сентябрь р. Аксу составляет 72% стока за март—июнь, р. Яккабаг — 46% и р. Танхаз — 39%. Средние модули стока у них соответственно равны 14,6; 13,4 и л/сек, км². Средний годовой расход р. Аксу вместе с ее правым притоком Карасу равен 13,8 м³/сек.; р. Яккабаг с ее левым притоком Турнабулак — 8,08 м³/сек. и р. Танхаз — 4,30 м³/сек. Эти три реки играют решающую роль в формировании режима Кашкадарьи в среднем течении, так как дают 78% поверхностного притока воды в верхнюю часть долины Кашкадарьи.

- Были составлены графики внутригодового расхода воды за различные периоды лет, включая и современное состояние, р. Кашкадарьи —к. Варганза . Из них видно, что наименьшие расходы воды наблюдаются в июле-ноябре месяце, небольшое их повышение происходит в феврале, с марта по июнь месяцы наблюдаются максимальные расходы воды. Таким образом, наблюдается небольшое смещения половодья с летнего периода на конец весны, что обусловлено влиянием климатических факторов.

- в бассейне р.Амударьи зону формирования стока можно ограничить створами Термез и Атамырат (Керки), зону транзита - створами Бирата (Дарганата)- теснина Туямуюн, и зону рассеивания стока – створами Саманбай (г. Нукус) и Кызылджар.

Годовой гидрологический цикл для горных рек бассейна Амударьи отчетливо делится на два периода: весенне-летнее половодье и межень. Осенью, зимой и ранней весной большая часть рек пребывает в состоянии межени. Уровень и расходы воды в них в этот период изменяются весьма незначительно, так как в это время по рекам стекают только грунтовые и частично дождевые воды. Затем в феврале—мае на реках начинаются весенне-летние паводки и половодье.

- При анализе изменения водного режима р.Амударьи во времени и по длине реки рассмотрены следующие характеристики: а) изменение среднемесячных расходов воды за различные периоды лет: 1997-2000 гг.; 2001-2005 гг.; 2006-2012 гг.; б) зависимость осредненных среднемесячных расходов воды от осредненных среднемесячных уровней воды;

-Согласно построенным графикам, в верховьях р. Амударьи (г/п Атамырат-Керки) водность реки в периоды 2000-2003, 2004-2007,2008-2012 уменьшилась по сравнению с периодами1911-1917гг. и 1935-1936 в 1,3-1,6 раза. Время прохождения

половодья практически не изменилось, оно, как и раньше в среднем начинается в конце марта-апреле, а заканчивается в сентябре-начале октября.

- Для использования в практических расчетах построены многочисленные зависимости осредненных среднемесячных расходов воды от осредненных среднемесячных уровней воды для створов Термез, Атамырат, Бирата, Тюямуюн. Во всех приведенных случаях зависимости получились довольно тесные, коэффициент корреляции равен 0,90-0,97. Пользуясь этими зависимостями можно определить расходы воды на рассматриваемых створах при известных величинах уровней воды.

4. Современное состояние агроландшафтов и их историческое изменение

Принцип приоритета сельского хозяйства на землю, зафиксированный в Земельном кодексе Республики Узбекистан, определяется той экономической ролью, которую играет земля в сельском хозяйстве. Здесь она - главное средство производства.

Преимущественное право сельского хозяйства на землю обусловлено ограниченностью земель, которые могут быть использованы для производства сельскохозяйственных продуктов. Оно требует предоставления плодородных земель прежде всего сельскому хозяйству, рекультивации и возврата земель, нарушенных в результате горных, строительных и других работ, связанных с нарушением плодородного слоя, обязательного возмещения сельскому хозяйству потерь от изъятия части его земель из сельскохозяйственного оборота, проведения мероприятий по неуклонному повышению плодородия почв и всемерной охраны сельскохозяйственных земель.

Происходят изменения также в структуре посевных площадей, в частности, сохраняется тенденция уменьшения площадей под хлопчатником и увеличения площади зерновых культур (в том числе пшеницы), овощей, кормовых культур и других (табл. 4.1). Так, к 2010г. площади отводимые под хлопчатник сократились по сравнению с 2007 г. на 108,8 тыс.га, а площадь под посевы зерновых увеличились на 140,9 тыс.га (в.т.ч. пшеницы на 84,1 тыс.га).

В настоящее время (2010г.) доля хлопчатника в структуре посевных площадей составляет 36,2%, зерновых - 45,3 (в.т.ч. пшеницы -39,5%), кормовых - 8,6 %, овощей - 4,7%. Эти факты свидетельствуют, что в развитии земледелия Узбекистан уделяет внимание выращиванию продовольственных сельхозкультур. Отмечающаяся 2007-2010гг. тенденция увеличения площадей занятых зернобобовыми и кормовыми культурами (в т.ч. люцерны), способствуют повышению плодородия почв, однако всё ещё не получает должного развития. Так в 2010 г. площади занятые под зернобобовыми составили 0,5% (17,5 тыс.га) от общей площади посевных земель и кормовых -8,6% (320,4 тыс.га), тогда как в 1999 г. суммарная площадь зернобобовых и кормовых культур составляла 13,2% (475,2 тыс.га) [9,20].

Таблица 4.1- Структура посевных площадей (агроландшафтов) по видам сельхозпродукции Республики Узбекистан

Наименование культур	2007 г.		2008 г.		2009 г.		2010 г.	
	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%	тыс.га	%
Вся посевная	3560,3	100	3609,7	100	3608,6	100	3708,4	100

площадь								
Зерновые культуры	1538,5	43,2	1559	43,2	1610,7	44,6	1679,4	45,3
в т.ч. зерноколосовые	1431,5	40,2	1472,3	40,8	1517,7	42,1	1559,9	42,1
из них: пшеница	1382,2	38,8	1373,1	38	1354,7	37,5	1466,3	39,5
кукуруза на зерно	34,1	1,0	32,3	0,9	30,1	0,8	28,3	0,8
рис	48	1,3	33,8	0,9	43,6	1,2	69,2	1,9
зернобобовые	20,9	0,6	15,9	0,4	14,5	0,4	17,5	0,5
Технические культуры	1477,1	41,5	1507,2	41,7	1423,1	39,4	1417	38,2
в т.ч.хлопчатник	1451,3	40,8	1425,1	39,5	1347	37,3	1342,5	36,2
Картофель	55,6	1,6	59,9	1,7	62,8	1,8	70,7	1,9
Овощи	159,8	4,5	162,8	4,5	165,4	4,6	173	4,7
Бахчи	39	1,1	42,2	1,2	44	1,2	47,9	1,3
Кормовые культуры	290	8,1	278,5	7,7	302,5	8,4	320,4	8,6

4.1. История развития агроландшафтов в рассматриваемых областях

Ниже рассмотрим историю развития агроландшафтов в Сурхандарьинской, Кашкадарьинской и Хорезмской областях и Республики Каракалпакстан [5,14,53,54,55].

Сурхандарьинская область. В VIII—VI в. до н. э. на территории Сурхандарьинской области существовало могучее Бактрийское государство, основой экономики которого было поливное земледелие, связанное со строительством плотин и крупных каналов. Столица Бактрии— Балх наряду с Самаркандом, Неврашем и Гератоном был крупнейшим городом, находился он на левом берегу р. Сурхандарьи в 50—60 км от Термеза.

Как и вся территория Средней Азии, это государство подвергалось многочисленным нашествиям завоевателей. В IV в. до н.э. Бактрия была покорена Александром Македонским, в VIII в. н.э. завоевана арабами, а в начале XIII в.— монголами. В результате разрушений, причиненных завоевателями, государство уже не смогло достигнуть прежнего расцвета. В середине XV в. рассматриваемая территория относилась к Бухарскому ханству, а в 1868 г. была присоединена к России.

О развитии древнейшего орошения свидетельствуют сохранившиеся следы канала, забиравшего воду из р. Сангардака. Проходя по высокому правому берегу р. Сурхандарьи, он пересекал большое количество оврагов по каменным акведукам, один из которых («Македонский мост») сохранился до настоящего времени. Разделяясь

выше г. Джаркургана на две ветки, канал орошал земли Шерабадской степи на правом и левом берегах р. Карасу и территорию Термезского района.

Северная зона бассейна р. Сурхандарьи орошалась веером арыков из Дашнабада, Туполанга, Сангардака. Постоянные паводки создавали здесь значительные районы заболачивания, в частности на территории Денауского и Юрчинского районов.

Южная зона, напротив, испытывала недостаток в оросительной воде. Земли низовий р. Сурхандарьи орошались за счет остатков воды в ней. В верхней части Шерабадской долины при помощи арыков из р. Шерабада орошалось 6 тыс., в нижней — 3 тыс. га.

Кроме отдельных арыков, орошавших небольшие участки земли, имелось четыре оросительных системы: Джаркурганская (канал Занг) и Термезская—на правом берегу р. Сурхандарьи, Кокайдыкская и Янгиарыкская—на левом. Они были несовершенными с примитивным забором воды дамбами из местных материалов (сипайными, каменно-хворостяными и т. п.). В качестве головного регулятора использовалось сооружение из круглых балок-кольев—«юги». Распределение воды осуществлялось пропорционально площадям орошаемых земель устройством «кунда» (бревно) поперек арыка, служившим водосливом. Для определения времени полива применялся «кузасу» — глиняный кувшин с маленьким отверстием в конусообразном дне, выполнявший роль песочных часов.

Проводившиеся царским правительством мероприятия по орошению земель существенно не повлияли на сложившуюся схему водопользования, поскольку в основном сводились к реконструкции ирригационных сооружений, причем только на территории Термезского района.

Первой инженерной системой, строительство которой связано с деятельностью военного ведомства, была Термезская, предназначенная для снабжения водой г. Термеза и орошения прилегающих земель. Работы начались в октябре 1900 г. и только лишь в мае 1906г. состоялось ее официальное открытие. Водозабор из р. Сурхандарьи осуществлялся при помощи свайно-каменной захватной шпоры с шестью промывными отверстиями перед головным регулятором. Трехпролетный головной регулятор из каменной кладки на свайном ростверке и бетонном тьюфяке подавал воду в магистральный капал расходом около 5 м³/с. Для защиты от наносов в головной части были устроены два осадочных бассейна (впоследствии их число доведено до семи).

Кроме магистрального канала протяженностью около 11 км и распределителей, система включала 8 шлюзов из каменной кладки, 22 моста, эстакаду из 671 сваи для защиты от подмыва.

Общая орошаемая площадь 4 тыс. дес., стоимость строительства системы 280 тыс. руб. Позже на магистральном канале была построена насосная станция с четырьмя центробежными насосами общей мощностью 120 л. с., что позволило увеличить орошаемую площадь до 12 тыс. дес.

В 1910 г. военный инженер А.Г.Ананьев занялся выявлением элементов земельно-водного баланса Шерабадской степи. При содействии генерал-губернатора Туркестанского края А.Г.Ананьевым, а также уполномоченным эмира в 1912 г. был подписан договор, в котором предусматривалось орошение 72,5 тыс. дес. в Шерабадском и Байсунском бекствах отводом воды из р. Сурхандарьи в вегетационный период 90 м³/с и 40—в невегетационный [5,22,23].

Выполненные после подписания договора проектно-изыскательские работы определили элементы схемы орошения: предусматривалось построить плотину на р. Сурхандарье около кишлака Джаркурган с двумя головными регуляторами для забора воды на правый и левый берег, а также левобережный и правобережный магистральные каналы с комплексом сооружений. Правобережный канал, пересекая территорию Шерабадской степи, должен был впадать в р. Амударью.

В 1913 г. для реализации договора было создано акционерное общество «Шерабад», в задачу которого, кроме непосредственной аренды земель, входила переработка и продажа полученной продукции. В 1916 г. выполнены некоторые подготовительные и изыскательские работы, незавершенные в связи с гражданской войной. В 1918 г. акционерное общество прекратило существование.

Вопросами развития орошения долины с 1924 г. после образования Узбекской ССР стали заниматься организации Управления водного хозяйства республики. Широкое развитие хозяйства области на социалистической основе определили декреты, принятые Чрезвычайной сессией ЦИК Узбекской ССР 2 декабря 1925 г. «О национализации земли и воды», а в 1928 г. «О земельно-водной реформе». В годы первых пятилеток проводились мероприятия по организации водораспределения на строгих началах коллективного водопользования и осуществлялось строительство новых систем.

В 1931—1938 гг. построены крупные инженерные системы каналов Кумкурган а Хазарбаг общей площадью орошения около 30 тыс. га, где созданы три хлопковых

совхоза: «Сурхан», им. 30-летия ВЛКСМ и «Хазарбаг». Началось развитие орошения колхозных земель, было осуществлено осушение Денау-Юрчинских болот.

В 1940 г. началось строительство 1-й очереди канала Кафирниган — Варзоб — Ка-ратаг (Большой Гиссарский канал — БГК) на участке Варзоб (Дюшанбинка) — Каратаг, намеченное проектными проработками 1939—1940 гг. В 1948—1949 гг. был расширен канал Занг и построена Талимаранская ветка для орошения новых земель на Тали-маранском массиве. В 1952 г. вступила в строй 1-я очередь БГК- Составленные в 1953—1956 гг. проекты строительства 2-й очереди не были осуществлены.

Для более полного использования стока реки построены наливные водохранилища— Учкызылское емк. 160 млн. м³ в системе канала Занг (1953—1967) и Дегресское емк. 13 млн. м³ в системе канала Хазарбаг.

Широко развернулись работы по развитию орошения, особенно в южной зоне области с громадным фондом пригодных к орошению земель, после строительства Южно-Сурханского водохранилища в 1960—1967 гг., эксплуатация которого при частичном наполнений (до 150 млн. м³) началась в 1962 г. Динамика орошаемых площадей (агроландшафтов) Сурхандарьинской области приведена в табл.4.2 [36].

Таблица 4.2 - Динамика орошаемых площадей (агроландшафтов) Сурхандарьинской области.

Год	Орошаемая площадь, тыс. га						
	всего	хлопчатник	люцерна	зерновые	рис	сады и виноградники	прочие
1930	95,8	56,0	3,9	20,1	2,1	6,7	7,0
1940	122,6	47,1	18,9	34,8	2,8	4,1	14,9
1945	114,5	42,9	12,3	39,0	2,4	3,0	14,9
1950	121,5	58,5	19,1	29,4	2,0	4,1	8,4
1955	137,2	82,2	18,3	23,1	1,3	4,3	8,0
1960	152,3	95,0	12,8	24,0	1,4	6,0	13,1
1965	168,0	109,0	8,9	24,9	4,0	6,1	15,1
1970	195,4	119,3	13,8	31,4	3,2	9,2	18,5
1975	225,1	138,1	--	—	3,8	10,7	—
1990	230,3	149,5	17,9	55,5	4,5	12,2	53,7
2012	249						

В последние годы среди суммарной посевной площади агроландшафтов в Сурхандарьинской области хлопчатник занимает 44,8 %, зерновые- 43,4%, из них колосовые 40,8%, рис-1,8%, кукуруза 0,7 % , овощи, картофель, бахча- 5,9 %, люцерна- 3,1%, кукуруза на силос 1,8 % и прочие посевы –0,2 % .

Кашкадарьинская область. В конце XVIII—начале XIX вв., когда усилился процесс централизации государственной власти, появились условия для

относительного развития ирригации. В 1785—1800гг. на р. Кашкадарья и ее притоках были ликвидированы некоторые плотины с целью упорядочения водопользования, строились каналы, ремонтировались плотины и дамбы, почти ежегодно разрушаемые паводками. Все работы по сооружению каналов крестьяне выполняли вручную, не получая за это никакой платы [21,48].

Территория бассейна р. Кашкадарья входила в состав Бухарского эмирата. В административном отношении она была разделена на шесть бекств— Каршинское, Гузарское, Яккабагское, Чиракчинское, Китабское и Шахрисабзское,—население которых занималось выращиванием в основном зерновых культур, а также садоводством и виноградарством. В 1868 г. с присоединением к России административное деление и социально-экономическая система Бухарского эмирата оставались прежними. Царизм не изменил политику и в отношении водопользования. Все лучшие земли и оросительные сооружения, как и раньше, находились в руках феодальной верхушки. Уровень развития сельского хозяйства по-прежнему был очень низким, средняя урожайность зерновых культур составляла 5, хлопчатника—около 7 ц/га. Оставались неорошенными огромные пространства плодородных земель Каршинской степи.

Преобразования в области сельского хозяйства и развития ирригации начинают осуществляться после 1920 года. Значительную роль сыграла земельно-водная реформа 1929г. Безземельные и малоземельные дехкане получили землю, рабочий скот, сельскохозяйственный инвентарь. С целью ускоренного восстановления и улучшения оросительных систем были созданы мелиоративные кооперативные товарищества, которым государство выдавало ссуды на производство ирригационных работ. Мелкие крестьянские хозяйства (в бассейне р. Кашкадарья их насчитывалось свыше 42 тыс.) объединялись в крупные. На поля пришла техника, были созданы машинно-тракторные станции. Быстро восстанавливалась разрушенная оросительная сеть, возрождались виноградарство, садоводство, шелководство, увеличились площади, занятые хлопчатником.

В 1929 г. проектный институт «Узводпроиз» составил «Схему водоземельного использования в бассейне р. Кашкадарья». На основе изучения водных ресурсов и почвенного обследования была установлена площадь, пригодная к орошению—877 тыс.га и площадь гарантированного орошения—45 тыс.га. Намечалось строительство водохранилищ, позволяющих оросить 56 тыс. га земель. Схема предусматривала также переброску воды из р. Зарафшана и Амударьи для повышения водообеспеченности

бассейна р. Кашкадарьи, однако этот вариант был отвергнут из-за технической сложности и высокой стоимости работ. Схема уточнялась, и совершенствовалась в 1932 и 1943 гг.

Ирригационные работы в Кашкадарьинской области сводились к поддержанию в рабочем-состоянии оросительных систем, осуществлению водозаборных, регулировочных и защитных мероприятий. С целью ликвидации многоголовья с 1925 по 1938г. проводились работы по строительству объединительных каналов. В Каршинском и Касанском районах были построены каналы Патрон, Таликорон, Фазли, Каучгин, Касан, «8 марта», в Гузарском- Правобережный и Левобережный объединители из р. Гузардарьи. Проводилось частичное ошлюзование каналов на системах рек Аксу и Яккабагдарьи. С 1938 по 1945г. велось строительство Саракского объединительного канала, расширение и армирование деревянными сооружениями канала Касан.

Водохозяйственное строительство в области в больших масштабах началось в пятидесятых годах. В 1948 г. в проектом задании, а затем в техническом проекте института «Узводпроиз» получил окончательное решение вопрос отвода избыточных вод р. Зарафшана для подпитывания р. Кашкадарьи. С этой целью было запроектировано восстановление канала Эски-ангар длиной 184 км с головным расходом 45 м³/с для переброски 240—300 млн. м³ воды.

Строительство канала осуществлялось в сложных условиях. Зной, частые пыльные бури (гармсили), отсутствие воды создавали трудности при производстве работ, особенно по возведению насыпных дамб. Однако большая организаторская работа советских и партийных руководителей, широкое применение землеройных механизмов и автотранспорта, самоотверженный труд колхозников, опыт и знания технического персонала обеспечили высокие темпы и качество работ. Эскиангар был введен в эксплуатацию в 1955 г.

Наряду с решением проблемы получения воды извне осуществлялась и вторая задача— регулирование стока рек, протекающих по территории бассейна, путем аккумуляции селевых и паводковых вод в водохранилищах. В 1954 г. на основе «Схемы комплексного использования земельно-водных ресурсов Кашкадарьинской области», составленной в 1952 г. институтом «Средазгипроводхлопок», был разработан технический проект руслового Чимкурганского водохранилища. В 1955 г. сразу после утверждения проекта начались строительные работы. Уже в 1960 г. во временную эксплуатацию было введено водохранилище объемом 80 млн. м³, а в 1963 г.—в

постоянную. В 1957 г. на р. Яккабагдарье, в основном силами колхозов, было построено наливное Камашинское водохранилище.

В 1963 г. Чимкурганстрой, завершив работы на Чимкурганском водохранилище, приступил к строительству по проекту Узгипроводхоза крупного Пачкамарского водохранилища на р. Гузардарье. Сложность технической задачи заключалась в устройстве водовыпуска—трубопровода с двумя конусными затворами и водосброса на $260 \text{ м}^3/\text{с}$, состоящего из щитовой камеры с двумя рядами плоских затворов и сбросной части железобетонного быстротока, который заканчивался массивной консолью с трамплином. Четкая организация труда на всех этапах строительства, рациональное использование землеройной техники и автотранспорта обеспечили своевременную сдачу этого водохранилища в эксплуатацию (1968).

В 1966-1968 гг. Узгипроводхоз разработал сокращенный генеральный план орошения и освоения земель средней и верхней частей бассейна р. Кашкадарьи, а также комплексный проект освоения земель в зоне Чимкурганского водохранилища, на основе которых осуществлялось строительство водохозяйственных объектов в этой зоне.

Производились работы по реконструкции Гузарской системы: ниже Пачкамарского водохранилища по проекту Узгипроводхоза построены Гузарский гидроузел пропускной способностью $260 \text{ м}^3/\text{с}$, который заменил все существовавшие ранее разрозненные водозаборы; правобережный объединительный канал (протяженность 14 км, расход $22 \text{ м}^3/\text{с}$) и левобережный с дюкером через реку (протяженность 11 км, расход $8 \text{ м}^3/\text{с}$). Переустройство системы продолжается.

В целях улучшения водозабора и упорядочения водораспределения на оросительных системах нижней Кашкадарьи в 1965г. по техническому проекту Узгипроводхоза был построен крупный Каршинский гидроузел, позволивший ликвидировать около 50 водозаборов из реки. В 1966—1967 гг. завершилось строительство объединительных лево- и правобережных магистральных каналов от Каршинского гидроузла.

В 1971 г. был введен в действие гидроузел на р. Яккабагдарье, обеспечивший нормальный водозабор в оросительные каналы. В 1973г. были построены Лянгарское и Карабагское селехранилища емкостью по 4 млн. м^3 , что позволило использовать на орошение селевые воды. Проводятся работы по увеличению их емкости: Лянгарского— до 12 млн., Карабагского — до 20 млн. м^3 . Стали осуществляться работы по строительству нового крупного канала «Москва» с головным сооружением на 56 км

существующего канала Эскиангар. Сооружение его предусматривалось генеральным планом орошения и освоения земель средней и верхней Кашкадарьи, составленным Узгипроводхозом в 1966 г. Сооружение канала «Москва» велось водохозяйственными, строительными, монтажными и автотранспортными организациями Кашкадарьинской и Самаркандской областей. В широких масштабах применялась новейшая техника. Ручной труд использовался главным образом на вспомогательных работах. На трассе канала было построено свыше 70 гидротехнических сооружений. Самое крупное из них—дюкер длиной 565 м через Джамсай с расходом воды $60 \text{ м}^3/\text{с}$.

Одновременно велись работы по переключению на канал «Москва» селевых вод р. Кумдарьи, пересекающей его трассу на 45-м километре. С этой целью был построен бетонированный канал вдоль русла Кумдарьи протяженностью 15,5 км и два узла—на р. Кумдарье и канале.

В связи с просадочностью грунтов строительство канала «Москва» выполнялось в два этапа: сначала прокладывали русло, а затем после пропуска по нему воды и длительной замочки его облицовывали бетоном. Строители, механизаторы, колхозники, инженерно-технический персонал, работая в тяжелых климатических условиях, проявили творческую инициативу, высокую сознательность, завершив строительство канала в 1974 г. на 6 мес. ранее запланированного срока.

За счет сокращения потерь воды на фильтрацию в результате уменьшения длины канала Эскиангар и устройства бетонной облицовки на канале Москва был получен сток воды без ущерба для земель Зарафшанской системы.

В 1972—1973 гг. начались работы по орошению и освоению земель в зоне Чимкурганского водохранилища. Построенные правобережный (расход $10 \text{ м}^3/\text{с}$) и 1-я очередь левобережного (расход $27 \text{ м}^3/\text{с}$) магистральных каналов позволили освоить более 8 тыс. га земель. Продолжается сооружение 2-й очереди левобережного канала (расход $50 \text{ л}^3/\text{с}$) с облицовкой бетоном. В целях сокращения потерь воды на фильтрацию и повышения КПД ирригационных систем, начиная с 1967 г. в Кашкадарьинской области проводились крупные работы по бетонированию оросительных каналов: к 1975 г. забетонировано 909 км каналов, в том числе 555 км межхозяйственной сети.

О масштабах работ по развитию и переустройству оросительных систем в области можно судить по следующим данным: протяженность оросительных каналов в 1939 г. составляла 2,3 тыс. км, в 1950 г.— 4,6 тыс., в 1964 г.— 5 тыс., в 1970 г.— 5,5 тыс., в 1973 г.— 6 тыс., в 1975 г.— 6,4 тыс. В 1939 г. на сети было 103 инженерных

сооружения, в 1950г.— 357, в 1964г.—757, в 1970 г. —900, в 1973г.— 1243, в 1975 г.— 1744, в 2012г. – более 2000 [20,48].

Работы по переустройству сети и повышение КПД оросительных систем — одного из резервов получения дополнительного стока воды—позволят освоить новые земли в и средней части р. Кашкадарьи. Экономика области имеет аграрную направленность. Доля сельскохозяйственного производства в валовом региональном продукте составляет более 27,3%. Общая площадь сельскохозяйственных угодий в области составляет 2400,9 тыс. га. Большая часть ее (77%) занята пастбищами и сенокосами, значительная (21%) отведена под пашню; многолетние насаждения занимают 0,6%, остальная часть —1,4% —представляет собой залежи.

Наиболее важные отрасли сельского хозяйства области—богарное, а также поливное зерноводство и отгонное (пастбищное) овцеводство.

Наряду с хлопководством в области развивается и шелководство. В каракулеводстве область занимает одно из ведущих мест. Расширение пастбищ, увеличение посевов кукурузы и люцерны, все большее использование промышленных отходов способствуют дальнейшему развитию животноводства.

Значительная часть пахотных земель Кашкадарьинской области занята богарными культурами. В 1974 г., например, площадь богарной пашни составляла 321,4 тыс. га. Засеваются эти площади обычно озимыми и яровыми пшеницами и ячменем, а также просом. Большое внимание уделяется и развитию животноводства. В 1974 г. из 67 совхозов 29 специализировались только на животноводстве, причем 17 из них—на каракулеводстве. В области на 1 января 1976 г. насчитывалось 1267,5 тыс. голов овец (в том числе 951,8 тыс. каракульских), 284,9 тыс. голов крупного рогатого скота.

Основными землепользователями в области в советский период являлись колхозы и совхозы, за которыми по состоянию на 1 ноября 1974 г. было закреплено 2579,4 тыс. га земель или 90,5% общего земельного фонда; из них 210,4 тыс. га орошаемых земель (104,9 тыс.га в колхозах, 105,5 тыс.га—в совхозах).

Начиная с 1953 г. между колхозным и совхозным секторами происходит перераспределение земельных угодий. Если в 1955 г. общая площадь землепользования колхозов составляла 1971,8 тыс. га, совхозов—573,2, то в 1975 г. колхозам было отведено 386,5 тыс. га, а совхозам— 2192,9 тыс. га. Это связано с организацией большого количества новых совхозов. Если в 1953 г. в области было всего 7 совхозов, в

1958 г.—17, то к 1974 г. их число возросло до 46, а к 1975 г. — до 75. Продолжается работа по созданию новых совхозов.

Большая часть сельского хозяйства области имели хлопководческое направление. Из 136 хозяйств хлопководством занимается 93. Так, в 1973 г. площади орошаемых земель в хлопководческих колхозах области колебались от 558 до 2775 га, а в совхозах— от 994 до 5480 га. В среднем на колхоз приходилось валовой продукции сельского хозяйства на 2,2 млн. руб., а валового дохода —на 1,6 млн. руб. Нагрузка орошаемых земель на одного колхозника составляла 1,69га, а на одного работника совхоза—1,7га. В табл. 4.3 приведены данные о хозяйствах Кашкадарьинской области [20,47].

В Кашкадарьинской области в структуре агроландшафтов хлопчатник занимает 42,5 %, зерновые- 42,7%, из них колосовые 42,5%, кукуруза 0,2 % , овощи, картофель, бахча- 4,2 %, люцерна- 8,2%, кукуруза на силос 0,6 % и прочие посевы— 0,9 %;

Таблица- 4.3 -Динамика орошаемых площадей (агроландшафтов) и развития хлопководства в Кашкадарьинской области

Год	Орошаемые земли, тыс. га		Урожайность хлопчатника, ц/га	Валовой сбор хлопка-сырца, тыс. т
	всего	в том числе под хлопчатником		
1915	63,4	6,5	7,0	4,6
1925	92,5	4,3	5,0	2,2
1930	95,7	28,6	7,0	20,0
1940	105,0	32,6		
1950	120,0	42,0	16,3	69,0
1960	140,0	78,0	18,1	144,0
1965	154,9	92,0	21,1	194,0
1970	171,5	114,2	26,4	302,0
1975	237,5	148,2	24,0	355,0
1990	495,0	224,3	23,7	523,0
2012	515			

Хорезмская область. Она расположена в дельте р.Амударьи и представляет по своим природным условиям и ресурсам одну из важнейших зон Республики Узбекистан. Низовья Амударьи -район древней цивилизации» восходящей к первым векам до нашей эры, известный под названием хорезмского оазиса. На протяжении

столетий здесь велась интенсивная хозяйственная деятельность, основанная на поливном земледелии. Всплеск антропогенного воздействия на сложившуюся экосистему приходится современный период, когда началось широкомасштабное вовлечение земель под возделывание хлопка, риса и других культур с проведением комплекса ирригационных и мелиоративных мероприятий. Область граничит с севера и востока с Республикой Каракалпакстан, с востока и юга с Дашхувузской областью Туркменистана [5,8,28].

По данным доктора сельскохозяйственных наук В. М. Легостаева, ежегодный сток Амударьи в среднем составляет 95 млн. м³. Солей с водой доставляется 23 млн. т, из которых 10 млн. остается на орошаемых полях Хорезма, Каракалпакской Автономной республики и Туркменистана, остальные 13 млн. т проносятся в Аральское море.

Во время паводков на участке верхней дельты Амударьи ширина бывает от 3 до 5 км. Берега с обеих сторон невысокие. Во время паводков отметка горизонта воды в реке поднимается на 0,6—1,6 м выше, чем отметка поверхности земли. Поэтому по обоим берегам сооружены высокие дамбы (качи), предохраняющие культурную зону от затопления паводковыми водами.

Разрушительное действие Амударьи у хорезмских узбеков получило наименование «дегиш», а у казахов и каракалпаков—«йиккин». Дегишем образуются новые русла, новые протоки, старые забрасываются наносами. Дегиш действует со страшной силой. Тысячу лет назад дегишем окончательно смыта древнейшая столица Хорезма г. Кят.

В 1937—1945 гг. был смыт и г. Турткуль.

По имеющимся данным, смыв культурных земель дегишем только на территории Хорезмской области за последние 10 лет превышает 2500 га. На борьбу с дегишем только у головы канала Клыч-Ниязбай в 1964 г. израсходовано около 700 тыс. руб.

Дегиш приносит колоссальный ущерб народному хозяйству. Однако пока ни наукой, ни практикой не выработаны радикальные меры борьбы с дегишем, представляющие собой достаточно эффективные, экономически удобные в смысле производства работ, конструкции берего-защитных сооружений и креплений.

В I веке н. э. (Кушанский период) выводится большой отвод из Топраккалинского канала, орошается район предгорий Султан-Уиз-Дага, увеличиваются площади орошаемых земель из канала Газибад-Чермен-Яб.

В III веке строится Крайнезападный Кятский канал.

В IV веке возрождается жизнь в оазисах Гульдурсунского и Беркуткалинского каналов. Остальные каналы забрасываются почти полностью. Начинается борьба за воду в отдельных частях оазиса. В результате войн сокращаются орошаемые земли.

В IX веке начинается ирригационное освоение района г. Гурганджа (Куня-Ургенча), нижней дельты Амударьи, восстановление жизни в низовьях канала Газиабад (Мадра).

Канал Вадак, соответствующий современному каналу Шават (Шахабад), построен при кушанах на правом берегу Дадана в начале IX века и доведен до района Гурганджа.

Канал Буве построен также в IX веке для усиления канала Вадак. Гургандж (Куня-Ургенч) питался водой из этих каналов.

В X веке на левом берегу Амударьи из Хивинского канала Хейканис, (ныне Полван-Яб) были выведены два канала.

В X веке и в древности земли правобережного Хорезма, вплоть до Султан-Уиз-Дага, питались водой из самого древнего канала Гаухворе, который был выведен из Амударьи примерно в середине первого тысячелетия до н. э.

Основное течение Гаухворе, соответствующее современному каналу Буз-Яб, орошало западную приамударьинскую часть земель древнего орошения — Кятский район. От канала Гаухворе около г. Шурахана отделились каналы Гирье (ныне Тазабаг-Яб) и канал Кельте-минар.

В XII—XIII веках н. э. снова наблюдалось некоторое оживление ирригации; орошались земли, расположенные на севере Куня-Ургенча, канал Газиабад (Газават) был доведен до Шахсенема по Чермен-Ябу, канал Гирье был продолжен до района г. Кават-Кала [5,8].

Абулгази-Хан (1643—1663 гг.) являлся организатором узбекских родовых группировок. При Абулгази построены г. Новый Ургенч, канал Ургенч, начато вторичное освоение земель южного левобережного Хорезма. Он же привил населению вкус к культуре оазисного земледелия и оседлого образа жизни, отказавшись от кочевых традиций своих предков. Проведение канала Газиабад, восстановление древнего канала Мадра (Носири XIV в.) и ряд других положительных мероприятий связаны с именем Абулгази.

Древние каналы Вадак и Буве, в несколько измененной трассировке в концевой части, под названием Шах-абада (Шават) и Ярмыш восстановлены соответственно в 1618 г. и в третьей четверти XVII века.

На правом берегу Дарьялыка ирригационные мероприятия начались в конце XVII века. В этот период Адина Мухаммед-аталыком построен канал Аталык-Арна (ныне Майгыт-Арна). Земли, расположенные ниже оазиса канала Мангыт — район Ходжейли, Куйгуна и Устюрта — орошались каналами Суанли и Араб Мухаммеда. Канал Суанли в иной трассировке существовал еще в XIV веке. В XVI веке он был восстановлен, и голова его перенесена на твердый берег Амударьи у Тахиаташа.

Ташсака, как устойчивая голова канала Полван, была сооружена в 1838—1839 гг. Каналы Каракоз и Клыч-Ниязбай построены — Клыч-Ниязбаем и Даулят Каракозом. Функционирование указанных каналов ознаменовало начало восстановления ирригации левобережного Хорезма.

Водопользование в Хорезме с древнейших времен было основано на четырех паводках Амударьи, которые проходили за вегетационный период: Кок-камыш, Ак-Балык, Юлдуз (созвездие Плеяды) и Кырк-Чилгоу. Если паводки в эти периоды не наступали или запаздывали, то это вызывало тревогу по всему Хорезму — предвещало начинающееся бедствие — хозяйственную катастрофу.

Заглубленные каналы в Хорезме появились еще в эпоху раннего феодализма, что доказано археологами, обнаружившими следы самотечного забора воды на орошение по зонам. Заглубленным каналам предшествовали широкие, неглубокие каналы, подводившие воду на отдаленные участки. Такие каналы работали нормально только во время паводков. Малое наполнение и большой смоченный периметр их способствовали большим потерям, вследствие фильтрации и испарения с водной поверхности. Основной причиной такого водозабора явилось недостаточное знание тогдашними водопользователями устройства более совершенных водоподъемных сооружений.

Трудности орошения земель из Амударьи у древних хорезмцев вызвали большой интерес к изучению водного календаря, геодезии, астрономии и математики.

Древние водопользователи Хорезма не допускали ошибок при водозаборе из Амударьи. Они с достаточной точностью учитывали уклон старых русел Амударьи при трассировке, разбивке и проведении древних и средневековых каналов.

Многоголовый водозабор, то есть забор воды из Амударьи в один и тот же магистральный канал в нескольких местах, в зависимости от горизонта воды в реке в разное время года, разработан хорезмскими мирабами еще в древности. Это

остроумное решение вопроса водозабора учитывало структуру берегового грунта, природу взвешенных наносов и уклон местности по трассе канала. Водозабор одной большой головой при отсутствии устойчивого головного регулятора, кроме недостаточной водообеспеченности, создавал еще угрозу прорыва реки в канал—затопления культурных земель и населенных пунктов в периоды высоких горизонтов воды в реке. Многоголовое питание гарантировало спокойствие в водопользовании.

Многоголовье на Амударье оправдывает себя и в наше время. В 1958 г. Амударья создала угрозу смыва крупнейшего ирригационного канала Хорезма—Ташсака, в русло которого она ворвалась в мае 1963 г. Авария была предотвращена благодаря заблаговременно подготовленному обводному руслу и второму по величине каналу Хорезма Клыч-Ниязбай, где в 1964 г. серьезно поврежден головной регулятор.

В 1934 г. из площади 127 733 га орошалось: самотеком—40 495 га, или 32,2%, механическим подъемом воды насосами) —6 028 га, или 4,7%, чигирями — 79 450 га, или 63,1%.

В 1944 г. благодаря проведенному переустройству соотношение вышеприведенных площадей изменилось коренным образом: самотечно орошалось—136 300 га, или 95,5%, механическим водоподъемом (насосами) – 4 240 га, или 3,1%, чигирями—2 010 га, или 1,4%.

Примитивная водоподъемная техника —чигирь, который был коллективным творчеством хорезмцев, сыграл в свое время положительную роль в сельском хозяйстве оазиса. Жестокая эксплуатация водопользователей ханами на очистке каналов от наносов (казу) в дореволюционном Хорезме, а также устаревшая техника орошения сильно тормозили развитие производительных сил оазиса.

С 1925 по 1990 г. водозабор из Амударьи увеличивается: с 1,8 – 2,0 до 5,4 – 5,5 км³, позже он стал зависеть от водности года и изменялся от 2,2 до 4,61 км³/год. Основная доля водозабора (до 85 %) идет на орошение сельскохозяйственных культур, на долю промышленных объектов около 0,002 км³/год, в коммунальном хозяйстве потребляется 0,07 – 0,09 км³/год, в рыбном хозяйстве 0,02 – 0,035 км³.

В 1995– 2006гг. площадь посевных культур изменялось в пределах 222– 237 тыс.га. Урожайность пшеницы в среднем составило 43,3 – 50,2 ц/га.

В пределах оазиса глубина грунтовых вод зависит от уровня воды в р.Амударье. Наиболее высоко стоят воды в период паводка, осенью и зимой они резко падают. На поливных землях режим грунтовых вод также меняется, резко поднимаясь при поливах и снижаясь в межполивной период.

В 1925-1950 гг. в пределах оазиса орошалось 134 - 138 тыс. га, около 35 – 40 % орошаемых земель были сильно засолены. В этот период общая длина коллекторно-дренажной сети составляла около 600 км. Магистральные коллекторы, отводящие сбросные воды со значительной территории, в этот период отсутствовали. У створа Чатлы минерализация воды р. Амударьи в этот период в среднем была равна 0,48 г/л, по составу вода была хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатной— натриево-кальциевой.

В 1951—1960гг. орошалось 142—154 тыс. га. Доля сильнозасоленных почв среди поливных земель составляла 35 %. Общая длина коллекторно-дренажной сети к концу периода увеличилась до 2950 км.

Межреспубликанские коллекторы (Озерный, «Дружба народов») только начинали строить. Минерализация воды р. Амударьи в этот период практически не изменилась: в среднем она была равна 0,5 г/л, состав воды был тот же.

В 1961-1970 гг. величина орошаемой площади практически не изменилась: в зависимости от водообеспеченности лет орошалось 146 - 150 тыс. га. Однако существенно возросла длина коллекторно-дренажной сети в этот период — до 5068 км. Были построены и стали функционировать межреспубликанские коллекторы Озерный, Дарьялык, «Дружба народов». По гидрохимическим наблюдениям (с 1961г.) минерализация воды в них понизилась с 9,2 до 6,3 г/л. По составу вода была сульфатно-хлоридной— магниевно-натриевой. В связи с увеличением протяженности коллекторно-дренажной сети несколько улучшилось мелиоративное состояние орошаемых почв — доля сильнозасоленных почв сократилась до 32%. Часть солей при этом стала попадать в русло Амударьи, поэтому ее минерализация в этот период возросла до 0,64 г/л, а состав сменился на гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный—магниевно-кальциевонатриевый.

В 1971-1980 гг. орошаемый земельный фонд охватывал 158 – 173 тыс. га. Коллекторно-дренажная сеть протянулась на 6384 км. В связи с ее успешной работой доля сильнозасоленных почв в оазисе сократилась до 28%, а минерализация воды в магистральных коллекторах уменьшилась до 5,0—3,2 г/л, состав при этом сменился на сульфатно-хлоридный — кальциевно-магниевно-натриевый. В Амударье, наоборот, минерализация воды повысилась до 0,74 г/л, а состав воды стал сульфатно-хлоридным — магниевно-кальциевонатриевым (СХ-МКН).

В 1981-1986 гг. орошаемая площадь в Хорезмском оазисе расширилась до 237 тыс. га, годовой водозабор возрос до 5,5 км³/год. Протяженность коллекторно-дренажной сети превысила 6.7 тыс. км. К 2011 г. величина слабозасоленных земель

достигла 143,5 тыс. га, средnezасоленных 87,95 тыс. га, и сильнозасоленных— 34,34 тыс.га [36].

В 1971-1980 гг. орошаемый земельный фонд охватывал 158— 173 тыс. га. Коллекторно-дренажная сеть протянулась на 6384 км. В связи с ее успешной работой доля сильнозасоленных почв в оазисе сократилась до 28%, а минерализация воды в магистральных коллекторах уменьшилась до 5,0—3,2 г/л, состав при этом сменился на сульфатно-хлоридный— кальциево-магниево-натриевый (СХ-КМН). В р.Амударье, наоборот, минерализация воды повысилась до 0,74 г/л, а состав воды стал сульфатно-хлоридным — магниево-кальциево-натриевым (СХ-МКН).

В 1981-1986 гг. орошаемая площадь в Хорезмском оазисе расширилась до 237 тыс. га, годовой водозабор возрос до 5,5 км³/год. Протяженность коллекторно-дренажной сети превысила 6700 км.

Средняя величина минерализации воды р. Амударьи у створа Саманбай в этот период возросла до 1,20 г/л, состав воды был преимущественно сульфатно-хлоридным—магниево-кальциево-натриевым (СХ - МКН).

Средняя величина минерализации воды р. Амударьи у створа Саманбай в этот период возросла до 0,80 г/л, состав воды, был преимущественно сульфатно-хлоридным —магниево-кальциево-натриевым (СХ - МКН).

В 2007 - 2010 гг. величина орошаемой площади в оазисе увеличилась до 263 – 265 тыс. га, годовой водозабор изменялся в пределах 2,2 – 4,6 км³/ год; протяженность коллекторно–дренажной сети превысила 9,0 тыс.км.

Средняя величина минерализации воды р.Амударьи у створа Саманбай в эти годы возросла до 1,0 - 1,2 г/л, состав воды не изменился и был преимущественно сульфатно-хлоридным – магниево-кальциево-натриевым (СХ- МКН).

В Хорезмской области в структуре агроландшафтов хлопчатник занимает 49,1 %, зерновые- 29,6%, из них колосовые 20,8 %, рис- 8,4 %, кукуруза 0,4 % , овощи, картофель, бахча- 6,6 %, люцерна- 3,5%, кукуруза на силос 3,5 % и прочие посевы – 7,5 %;

Республика Каракалпакстан. Настоящее освоение территории Каракалпакии начиналось с 1919 года, когда стали проводиться работы по расширению канала Кызкеткен для улучшения водообеспеченности земель системы каналов Куванышджарма и Кегейли и нового освоения 15 тыс.га в Чимбайском оазисе и Даукаринской низменности. В 1926 г. на канале Кызкеткен началось строительство головного сооружения. Ввод его в эксплуатацию в апреле 1935 г. обеспечил

устойчивый водозабор и увеличение орошаемых площадей до 60 тыс. га. В 1939—1940 гг. методом народной стройки расширено и спрямлено русло канала Кегейли, построен новый межхозяйственный канал Майяб [13,24,28,59].

В 1926 г. начались работы по улучшению водозабора на правобережье в южных районах Каракалпакистана, где особенно интенсивно деформировалось русло реки, которое зачастую в разгар вегетационных поливов отходило на несколько километров. Головной участок канала Шурахан расширили и перенесли выше по реке, подключив к нему все мелкие водозаборы из реки. Однако отсутствие головного регулятора не гарантировало от прорыва паводковых вод реки в Шураханский канал и затопления орошаемых земель. Поэтому в 1926—1927 гг. старое русло Суярган подготовили для сброса лишних паводковых вод из Шураханского канала. Вслед за этим к Шураханскому каналу подключили распределители Бозьяб, Кунябагьяб, Амирабад, Кельтеминар, Сарабий и др. В 1928 г. Шураханский канал получил название Пахтаарна. В дальнейшем в связи с развитием орошения на землях, подкомандных его системе, русло канала неоднократно расширялось, укреплялось дамбами. В 1941-1942 гг. завершились работы по переключению на него каналов Найман и Бештам, что позволило дополнительно освоить 4 тыс. га новых земель и избавиться от применения 250 чигирей и 8 насосных установок.

В августе 1941г. методом народной стройки была сооружена 1-я очередь Кырккызского канала. Так началось освоение новых земель Кырккызского массива. Весной 1942 г. Кырккыз продолжили еще на 12 км с ветками. В результате была создана крупная система Багьяб - Кырккыз общей протяженностью 40 км. Поливные площади увеличились на 2,1 тыс.га за счет земель древнего орошения. Ныне успешно ведется освоение земель на площади 24 тыс. га Элликалинского массива и на 60 тыс. га Кырккыз-Джамбазкалинского.

Для улучшения водозабора из р. Амударьи в канал Пахтаарна в 1946 г. началось строительство нового головного участка по Тюямуюнской трассе протяженностью 20 км с головным водозабором, расположенным на 1 км ниже головы левобережного канала Ташсака. Весной 1947 г. канал ввели в эксплуатацию. Проработал он до сентября 1948 г., когда его головной участок протяженностью до 2 км был сильно подмыт дейгишем, а к весне 1949 г. река отошла от временной головы канала, и водозабор перенесли в старую голову. В 1957 г. построили новое головное железобетонное сооружение пропускной способностью 80 м³/с.

В 1927—1930 гг. было построено два канала в районе озера Ходжакуль. Так на правом берегу р. Амударьи в южной зоне Каракалпакистана образовался новый орошаемый массив Назархан. В 1941 г. водозабор перенесли на устойчивый участок реки к теснине Каратау и Джумуртау, на выходе к озеру Ходжакуль построили головное сооружение. Новый канал с расходом до 3 м³/с получил название Назарханарна. Здесь образовалась самостоятельная оросительная система.

Важное значение в развитии ирригации Каракалпакистана имело строительство объединенного канала Суэнли— Ленинъяб на левобережье р. Амударьи. Земли Ходжейлийского района (до 1939 г.) орошались из каналов Кенегес-Кчиль (расход 8 м³/с) и Суэнли (9 м³/с), Кунградского (до 1929 г.) — из каналов Ханъяб, Калынъяб, Ихлас и др. Все они имели самостоятельные водозаборы из р. Амударьи. Сооруженный в 1929 г. канал Ленинъяб протяженностью 82 км объединил эти каналы. Пропускная способность канала Ленинъяб на Бекъябской петле р. Амударьи достигла 25 м³/с. В октябре-ноябре 1939 г. методом народной стройки построили 1-ю очередь канала протяженностью 15 км, соединившую Суэнли и Ленинъяб. 1 марта 1940 г. более 40 тыс. колхозников из всех районов автономной республики приступили к сооружению 2-й очереди канала и 6 апреля 1940 г. одна из крупнейших ирригационных систем Каракалпакистана — канал Суэнли — Ленинъяб длиной 128 км был введен в эксплуатацию. Сооружение нового канала пропускной способностью 80 м³/с обеспечило нормальную водоподачу, позволив расширить орошаемые площади — хозяйства Ходжейлийского и Кунградского районов дополнительно освоили 15 тыс. га земель. Новому каналу присвоили имя В. И. Ленина. Ввод в действие этого канала возродил орошение на Шуманайском массиве. Плодороднейшие массивы Шуманая, ранее заброшенные из-за безводья, вновь вошли в фонд культурных земель. Восстановление в 1941 — 1942 гг. древнего канала Шуманай дало возможность дополнительно освоить 6,1 тыс. га новых земель. В 1943—1944 гг. канал был расширен, его первая ветка удлинилась, и посевные площади расширились еще на 4 тыс. га.

Земли Амударьинского района (до 1959 г. он именовался Кипчакским и входил в состав Хорезмской области) до 1938 г. орошались каналами Клычниязбай, Токсанарна, Мангитарна, Бозсу и др. с самостоятельными водозаборами из р. Амударьи. Отсталая система водозабора тормозила дальнейшее развитие народного хозяйства Хорезмского оазиса. Поэтому при переустройстве оросительных систем прежде всего улучшали головное питание. Осуществление громадного объема водохозяйственных работ послужило залогом успехов в области хлопководства в Каракалпакистане: урожайность

в 1973г. повысилась до 27,8 ц/га (15,8 в 1960 г.), валовой сбор—до 339 тыс. т (207 тыс. в 1960г.). Данные по урожаю и валовому сбору хлопка за 1913—1976 гг., а также ирригационной сети приведены в табл. 4.4, которые влияют на показатели агроландшафтов Каракалпакстана.

Таблица 4.4 -Характеристика орошаемой площади, ирригационной сети и урожайности хлопчатника [30,42]

Год	Орошаемая площадь, тыс. га		Протяженность сети, тыс. м		Урожайность хлопчатника, ц/га	Валовой сбор хлопка, тыс. га
	Всего	Под хлопчатником	оросительной	К-д-с		
1913	99,2	10,4	-	-	13,9	14,5
1928	89,1	24,6	2,4	-	6,6	15,2
1937	110	28,6	20,5	0,1	14	40
1940	163,6	60,9	20,6	0,1	16,1	98
1950	150,8	76	13,4	0,3	16,6	121
1960	197,2	13,5	14,2	0,4	15,8	207
1965	203,1	121,5	14,2	1,1	2,4	260
1970	205,1	120,	13,9	3,6	27,9	335
1973	237	122,3	14,3	4,5	27,8	339
1976	270,4	127,5	15,4	5,1	29,1	371
1990	416,9	153,0	18,7	6,8	22,8	349
2012	515,2					

В Республике Каракалпакстан в структуре агроландшафтов хлопчатник занимает 40,2 %, зерновые- 23,9%, из них колосовые 9,8 %, рис- 13,0 %, кукуруза 1,1 %, овощи, картофель, бахча-6,5 %, люцерна- 9,8%, кукуруза на силос 3,8 % и прочие посевы—1,9 %;

4.2 Анализ современного засоления и загрязнения агроландшафтов рассматриваемых оазисов

Сурхандарьинская область. Наиболее водоносная река Сурхан-Шерабадской долины—Сурхандарья (длина 175 км, площадь водосбора 8230 км²). Она образуется слиянием Тупаланга и Каратага, берущих начало на южных склонах Гиссарского хребта, и впадает в Амударью. Общий поверхностный сток с горной части в бассейне Сурхандарьи исчисляется в 120 м³/с, средний модуль стока равен 14,6 л/с с 1 км². Воды Сурхандарьи интенсивно используются на орошение, в результате чего естественный режим ее сильно видоизменен. Из реки выведено 23 магистральных канала. Наиболее

крупные из них—правобережные каналы Сурхан (Кумкурган) и Занг. Пропускная способность Занга 17,4 м³/с, среднегодовой расход—7,8. В Тупаланге, Каратаге и Сангардаке, имеющих высокогорную область питания, вода гидрокарбонатно-кальциевая с плотным остатком 0,1-0,5 г/л. В Ходжа-Ипаке вода сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевая (СГ-К), в среднем и нижнем течении Сурхандарьи—сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевая (СГ-К) с плотным остатком 0,5-0,6 г/л [4,7,11,12,45].

Процесс накопления солей в водах Шерабаддарьи, начинающийся с впадения в нее Шуроба (шуроб—«соленая вода»), продолжается непрерывно почти до самого города Шерабада. Особенно много ключей с соленой водой впадает в Шерабаддарью у Лайлакана, что значительно обогащает ее воды различными солями, главным образом хлоридами. Минерализация воды Шерабаддарьи у г.Шерабад составляет около 2 г/л, а плотный остаток вод р. Карасу у моста достигает 4 г/л (табл.4.5).

Таблица 4.5 - Минерализация речных вод Шерабадской равнины, г/л

Сухой остаток	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
р.Шерабад						
1,06	3,93	9,86	5,62	6,5	4,13	7,78
	0,24	0,35	0,27	0,13	0,05	0,18
р.Карасу						
4,09	0,82	25,63	2,5	14	6,61	69,54
	0,05	0,91	1,08	0,28	0,08	1,6
Канал Занг						
0,65	1,47	3,94	5,62	5	0,83	5,2
	0,09	0,14	0,27	0,1	0,01	0,12

По выходе Шерабаддарьи из гор на равнину воды ее полностью разбираются на орошение. Главное русло реки в равнинной части несет ничтожное количество воды. Начиная от кишл. Гаухона река добывает выклинивающиеся высокоминерализованные грунтовые воды и отсюда течет под названием Карасу. При впадении в Амударью расход Карасу не превышает 1,0—1,5 м/с.

Воды р.Шерабаддарьи, особенно Карасу, из-за подпитывания высокоминерализованными родниковыми водами обладают более высокой минерализацией, чем воды Сурхандарьи, что сказывается на солевом режиме почвогрунтов и грунтовых вод исследуемого района.

Общий водный баланс Сурхандарьинской межгорной впадины формируется преимущественно за счет инфильтрации поверхностных вод (80% — 210,8 м³/с). Атмосферные осадки играют второстепенную роль (14% — 37,1 м³/с). В расходной части баланса основную роль играет поверхностный (дренажный) сток (60%), а также испарение и транспирация (38%). Подземный отток составляет всего 2%. В целом по Сурхандарьинской межгорной впадине баланс положительный (+16,77 м³/с).

Солевой баланс в долине Сурхандарьи отрицательный. Здесь происходит процесс выщелачивания солей, хотя в верхних слоях почвы на нижних террасах местами происходит и накопление солей, наиболее интенсивно проявляющееся в дельтовой части реки

Режим грунтовых вод отражает особенности их баланса. На неорошаемых землях, где приток и отток подземных вод незначительны, амплитуда колебаний уровня грунтовых вод менее 0,23 м. На орошаемых площадях режим определяется преобладающим влиянием инфильтрации, однако в связи с оттоком вод к неорошаемым участкам при сезонной амплитуде 1,50—1,79 м интенсивность подъема их уровня не превышает 0,6—0,8 м/год. Незначительность расхода и скорости подземных потоков обуславливает непромытость водосодержащей среды и, как следствие, общую направленность гидрохимического процесса в области питания и минерализацию грунтовых вод 3—6 г/л при сульфатно-натриевом составе, а к юго-востоку — до 10 г/л и более при преобладании хлоридов кальция. На орошаемых землях влияние инфильтрации в условиях глубокого залегания грунтовых вод обусловило невысокую степень их минерализации (4—6 г/л) при сохранении сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевого характера.

На периферии орошаемых земель из-за растворения инфильтрационными токами солей зоны аэрации минерализация грунтовых вод повысилась до 20—25 г/л при преобладании в ионном составе хлора.

Своеобразен химический состав вод подстилающего комплекса. Близкое залегание соленосной неогеновой толщи (менее 70 м) на северо-западной периферии степи Кызырыкдара объясняет развитие здесь высокоминерализованных подземных вод сульфатного и хлоридно-сульфатно-кальциевого типа с сухим остатком более 30 г/л. К подрусовым отложениям многочисленных саев, пропитывающих Шерабад-Сарыкамышскую гряду, приурочены потоки более пресных подземных вод с минерализацией 6 г/л и менее. К юго-востоку, в направлении движения потока, воды двух типов смешиваются и минерализация их снижается от 1 г/л, хотя в подгребневых

русловых отложениях встречаются и более пресные воды. Таким образом, в Шерабадской части долины наиболее значительным фактором формирования подземных вод является фильтрация вод из ирригационной сети.

Современное экологическое состояние Денауского оазиса Сурхандарьинской котловины значительно ухудшено под влиянием промышленной нагрузки. Особенно, начиная с 1980 годов, в Верхнесурханском регионе сложилась напряженная экологическая обстановка, вызванная строительством и вводом в эксплуатацию Таджикского алюминиевого завода в г. Турсунзаде. Начиная со дня функционирования, алюминиевый завод стал выбрасывать в атмосферу весьма вредные фтористые соединения. Выбрасываемые в атмосферу вредные вещества с помощью местного горно-долинного ветра, дующего с северо-востока на юго-запад поступают на территорию Денауского оазиса, загрязняя сельскохозяйственные, ирригационные, городские и сельские селитебные ландшафты в полосе шириной от 4-6 км на севере и до 20-25 км на юге. Общая площадь экологически поврежденных земель к настоящему времени по данным Ю.Ш.Шадиметова (1992) составляет в пределах 25-30 тыс. га. В этом регионе индикаторным загрязнителем окружающей среды является фтористый водород, двуокись азота, двуокись серы, бензипирен, пыль и другие, которые отрицательно влияют не только на биокомпоненты агроландшафтов, но и на здоровье населения [52].

В северной зоне Денауского оазиса в культурных почвах агроландшафтов интенсивно протекает процесс накопления наиболее опасного водорастворимого фтора, связанного с техногенным загрязнением атмосферного воздуха. Это способствовало накоплению в большом количестве водорастворимого фтора в агропочвах и пищевых продуктах. Так, в картофеле, выращенном в этой зоне, содержание фтористых соединений составляет 52,6 мг/кг, что превышает ПДК в 21 раз, гранатах - 20,7 мг/кг ПДК превышает в 8 раз, моркови - 55,7 мг/кг - 22,3 раза, яблоках - 57,3 мг/кг - 23 раза, агропочвах - 72,7 мг/кг - 27 раз и в молоке - 37,2 мг/кг - 14.9 раз [20,47].

В 2010 г. из 279,1 тыс.га, обследованных орошаемых сельхозугодий засоленные составили 178,5 тыс.га в т.ч. слабосоленые- 108,4 тыс.га, (38,8%) средnezасоленные- 47,6 тыс.га (17,0%), и сильнозасоленные- 22,5 тыс.га (8,1%).

В бассейне р.Кашкадарья развито интенсивное орошаемое земледелие, и поэтому как сама Кашкадарья, так и ее притоки практически полностью разбираются на орошение. Собственных водных ресурсов для этой цели в бассейне не хватает и оросительные системы подпитываются каналом из бассейна р. Зеравшан. Вся западная

часть бассейна питается водами Амударьи, подаваемыми по Каршинскому магистральному каналу.

Бассейн р. Кашкадарьи отличается большим разнообразием режимов, типов питания и внутригодового распределения стока рек, в него входящих. Здесь можно встретить реки всех типов питания, за исключением ледниково-снеговых. Ограниченная западными оконечностями Зарафшанского и Гиссарского хребтов, Кашкадарья свои основные притоки принимает с северо-западных склонов Гиссарского хребта, гребни которого уже редко поднимаются за 4-километровую высоту. Средневзвешенные высоты водосборов поэтому не превышают 3,0 км. Незначительное оледенение встречается только в бассейне р. Акдарья [21,28].

По характеру питания реки бассейна Кашкадарьи принадлежат к рекам от ледниково-снегового типа питания (р. Аксу в верховьях), что весьма благоприятно для орошаемого земледелия.

В состав Кашкадарьинской области входят одиннадцать административных районов. Общая площадь сельскохозяйственных угодий в области составляет 2400,9 тыс.га. Большая часть ее (77%) занята пастбищами и сенокосами, значительная (21%) отведена под пашню; многолетние насаждения занимают 0,6%, остальная часть—1,4% — представляет собой залежи.

Основная часть орошаемых земель отводится под хлопково-люцерновый комплекс. В 1975 г. хлопчатник возделывался на 148,2 тыс. га нарастающими темпами. Успехи развития хлопководства в Кашкадарьинской области—результат последовательного осуществления аграрной политики, большой организаторской работы хозяйственных органов, самоотверженного труда земледельцев.

Поверхностные водные ресурсы бассейна Кашкадарьи складываются из суммарного притока рек: Кашкадарьи, Джиньдарьи, Аксу, Карасу, Шурабсая, Танхаздарьи, Яккабага, Турнабулака, Чульдары, Джара. В среднем за многолетие водные ресурсы составляют 1,11 км³ в год, или в расходах воды —35,2 м³/с.

Валовая площадь бассейна Кашкадарьи в административных границах (на 1 июля 1967г.) равна 28,4 тыс. км². В бассейне имеется около 1,3 млн. га пригодных к орошению земель, из них около 1 млн. га расположено в нижней части бассейна, именуемой Каршинской степью. По данным «Узмелиолойха», пригодно для орошения в верхней и средней частях бассейна Кашкадарьи 471 тыс. га, из которых в 1974 г. орошалось около 110 тыс. га. В 1982 г. в пределах Каршинской области было орошено 377,4 тыс. га.

Недостаточность водных ресурсов бассейна в период поливов привела к строительству канала Эскиангар (в 1955г.), забирающего воду из канала Даргом (бассейн р. Зеравшан) и впадающего в Кашкадарью немного выше г. Карши; длина канала 184 км. Недавно построено новое русло канала Эскиангар, он впадает в Кашкадарью выше Чимкурганского водохранилища. Внутри бассейна следует выделить следующие каналы: Чоршанбе, Муминабад, Правобережный Аксуйский, Левобережный в системе реки Яккабаг.

Сезонный сток рек бассейна регулируется с помощью вошедших в строй водохранилищ: в 1957 г.— Камашинское (наливное) на р. Яккабагдарье, в 1963 г.— Чимкурганское (русловое) в среднем течении р. Кашкадарьи, в 1967г.—Пачкамарское (русловое) на р.Гузардарья. Наибольшее значение для преобразования стока имеет Чимкурганское водохранилище, емкость которого равна 500 млн. м³, Пачкамарского 280 млн. м³, Камашинского—18 млн. м³. Недавно построены Шорсайское и Гиссарское водохранилища.

Водозабор из рек бассейна, из магистральных каналов все время возрастает: только за последнее время он увеличился с 1,28 до 3,29 км³.

Верхняя и средняя части бассейна Кашкадарьи имеют хорошую естественную дренированность. Залегают грунтовые воды в орошаемой зоне глубже 3 м; 10,8% орошаемой площади имеют глубину от 2 до 3 м; 7,9%—от 1 до 2 м и 1,3%—до 1 м. В верховье реки грунтовые воды имеют минерализацию до 1 г/л; ниже по течению по правобережью—до 3 г/л, местами до 5 г/л, а по левобережью — до 10 г/л.

В верховьях бассейна на подгорных слабопокатых равнинах конуса выноса р. Аксу, подпойменных террасах рек Кашкадарьи, Аксу, Танхаз, Яккабаг, Лянгар и центральной части Китабо-Шахрисабзской котловины расположены типичные сероземы. Они подстилаются аллювиально-пролювиальными лёссовидными отложениями. В средней части бассейна и на конусе выноса р. Гузар-дарьи развиты светлые сероземы.

В общем фонде орошаемых земель незасоленные почвы занимают 50,8%, слабозасоленные—38,2%, средnezасоленные—8,2% и сильнозасоленные—2,8%. Засоленные почвы характеризуются хлоридно-сульфатным типом засоления.

Орошаемое земледелие невозможно без дренажной сети. Интенсивное ее строительство велось в 1965—1975гг. Если в 1960 г. общая длина дренажной сети была 278 км, то в 2005г. она увеличилась до 5200 км.

Из коллекторов верхнего течения следует выделить Карасу, Гарау-Чашма, Сарысу, среднего—Кашан, Джамбассар. Расходы воды в этих коллекторах незначительны, так как большая часть возвратных вод с орошаемой территории поступает в Кашкадарью подземным путем.

По данным Кашкадарьинского областного управления мелиоративных систем, в 1970г. среднегодовой расход коллекторных вод, отведенных за пределы области, составил $4,74 \text{ м}^3/\text{с}$, в 1986 г.— $18,3 \text{ м}^3/\text{с}$; а в 2011 г.— $31,3 \text{ м}^3/\text{с}$.

В 2010 г. из 452,2 тыс.га, обследованных орошаемых сельхозугодий засоленные составили 311,7 тыс.га в т.ч. слабосоленые- 216,9 тыс.га, (48%) среднезасоленные-63,3 тыс.га (14%), и сильнозасоленные- 35,5 тыс.га (7%) [48].

Хорезмская область, расположенная в дельте р.Амударьи, представляет по своим природным условиям и ресурсам одну из важнейших зон Республики Узбекистан. Низовья Амударьи - район древней цивилизации» восходящей к первым векам до нашей эры, известный под названием Хорезмского оазиса. На протяжении столетий здесь велась интенсивная хозяйственная деятельность, основанная на поливном земледелии. Всплеск антропогенного воздействия на сложившуюся экосистему приходится на современный период, когда началось широкомасштабное вовлечение земель в возделывание хлопка, риса и других культур с проведением комплекса ирригационных и мелиоративных мероприятий.

В Хорезмском оазисе, сформированном в низовьях р. Амударьи, экологическое состояние агрогеокомплексов, ирригационных систем, городских сельских селитебных ландшафтов настолько сложно, что даже при условии применения любых мероприятий, в том числе и агротехнических ими очень трудно управлять. Закономерному ухудшению экологического состояния агроландшафтов Хорезмского оазиса благоприятствует географическое положение данного региона. Это объясняется тем, что в бассейне р. Амударьи Хорезмский оазис и его агрогеокомплексы служат основной зоной постоянной аккумуляции минеральных веществ, принесенных транзитным речным стоком [5,8,21,28].

В Хорезмском, оазисе основной причиной ухудшения экологического состояния агроландшафтов является засоление орошаемых почв. Процесс засоления почв в этом регионе имеет давнюю историю и продолжается до сегодняшнего дня. Этому способствуют следующие обстоятельства. Как показывают приведенные данные, с увеличением площади орошаемых земель из года в год постоянно возрастает величина солей, приносимых на поля оросительными водами. При современном уровне ведения

мелиоративных мероприятий в орошаемых агроландшафтах Хорезмского оазиса процесс засоления почв активизируется, а доля засоленных почв увеличится до 97%. Следовательно закономерная тенденция соленакопления в орошаемых землях в конечном итоге приведет к появлению и развитию локальных засоленных ландшафтных комплексов, осложняющих современную структуру агроландшафтов Хорезмского оазиса. На процесс засоления почв агроландшафтов и ухудшению экологического состояния Хорезмского оазиса отрицательное влияние оказывает также усыхание Аральского моря и золовый перенос солей с его обсыхающего дна.

Нарушение экологического равновесия в Хорезмском оазисе наблюдается также в юго-западных окрестностях, где в результате сброса сильно минерализованных промывных и дренажных вод активно формируются заболоченные земли, заросшие камышом и расширяются площади антропогенных соленых озерных систем.

Почвенный покров Хорезмского и Дашховузского оазисов в долине реки складывается из пойменно-аллювиальных орошаемых и целинных луговых, болотно-луговых почв и солончаков, а на древней дельте из древнеорошаемых луговых и болотно-луговых почв и солончаков. Основу орошаемого земельного фонда оазисов составляют лугово-оазисные и новоорошаемые луговые незасоленные и слабозасоленные почвы.

В гидрогеологическом отношении дельтой Амударьи считается участок ниже теснины Тюя-Муюна. С гидрографической точки зрения дельта Амударьи делится на три части: 1) верхняя дельта—самое древнее образование реки—участок между теснинами Тюя-Муюна и Кипнак; 2) средняя дельта—участок между теснинами Киснак и Тахиаташ, несколько выше головы канала Кызкеткен; 3) нижняя дельта—участок между Тахиаташем и Аральским морем, где блуждающее русло и его протоки образуют современные отложения.

Основные ирригационные системы: Палван –Газаватская, Ханка– Ариинская, Шаватская и Кипчак – Бозсуйская объединены в единую Ташсакинскую систему, которой орошается до 65% всех поливных земель.

С 1925 по 1990г. водозабор из Амударьи увеличивается: с 1,8 – 2,0 до 5,4 – 5,5 км³, позже он стал зависеть от водности года и изменялся от 2,2 до 4,61 км³/год. Основная доля водозабора (до 85 %) идет на орошение сельскохозяйственных культур, на долю промышленных объектов около 0,002 км³/год, в коммунальном хозяйстве потребляется 0,07 – 0,09 км³/год, в рыбном хозяйстве 0,02 – 0,035 км³.

В 1995 –2006гг. площадь посевных культур изменялось в пределах 222 –237 тыс.га. Урожайность пшеницы в среднем составило 43,3 –50,2 ц/га.

В пределах оазиса глубина грунтовых вод зависит от уровня воды в р.Амударье. Наиболее высоко стоят воды в период паводка, осенью и зимой они резко падают. На поливных землях режим грунтовых вод также меняется, резко поднимаясь при поливах и снижаясь в межполивной период.

Минерализация грунтовых вод пестра и на орошаемых землях колеблется от 1,1 до 10-15,0г/л. Грунтовая вода по составу сульфатная – натриевая (С - Н) и хлоридно-сульфатная -натриевая (ХС - Н) а на солончаках –сульфатно – хлоридная –натриевая (СХ -Н) и хлоридная –натриевая (Х – Н).

Почвенный покров Хорезмского оазиса в долине реки складывается из пойменно-аллювиальных орошаемых и целинных луговых почв и солончаков, а на древней дельте из древне орошаемых луговых и болотно-луговых почв и солончаков. Основу орошаемого земельного фонда оазисов составляют лугово-оазисные и ново-орошаемые луговые незасоленные и слабозасоленные почвы.

Среди орошаемых земель Хорезмского оазиса сильно засолены только 35,8 тыс.га (32%), остальные площади заняты слабозасоленными и рассолёнными почвами. Среди неосвоенных земель слабозасоленные почвы встречаются лишь в долине Амударьи, остальные почвы сильно засолены

При рассмотрении резервов земель, пригодных к освоению, обращает на себя внимание факт, что все намеченные к освоению земли представляют собой малопригодные и трудно осваиваемые. Многие из них до последнего времени вообще не рассматривались в качестве земельных ресурсов (солончаки, внутри оазисные пески и др.), однако возросшая техническая оснащенность фермерских хозяйств позволяет пересмотреть прежние взгляды на возможность освоения этих земель. По данным института почвоведения и агрохимии в Хорезмской области имеется около 100 тыс.га земель, по почвенным и рельефным условиям пригодных к орошению и освоению.

В связи с ограниченностью земельного фонда одной из основных задач, стоящих перед сельским хозяйством области, является осуществление мероприятий по более интенсивному использованию земель в зоне существующего орошения.

В 2007 – 2010гг. величина орошаемой площади в оазисе увеличилась до 263 – 265 тыс.га, годовой водозабор изменялся в пределах 2,2 – 4,6 км³/ год; протяженность коллекторно–дренажной сети превысила 9,0 тыс.км.

Средняя величина минерализации воды р.Амударьи у створа Саманбай в эти годы возросла до 1,0 – 1,2 г/л, состав воды не изменился и был преимущественно сульфатно-хлоридным – магниево-кальциево-натриевым (СХ - МКН) (табл.4.6).

Таблица 4.6 - Взаимосвязь между мелиоративным состоянием орошаемых почв и качеством поверхностных вод за отдельные этапы лет [28]

Годы	Орошаемая площадь тыс.га	Доля засоленных почв, %	Водозабор, км ³ /год	Объемы К-д-в, км ³	Минерализация, г/л	Химический состав
					Коллекторных вод	
1925-1950	134-138	35-40	1,8-2,0	до 0,2		
1951-1960	142-154	35	2,3-2,5	0,25-0,5		
1961-1970	146-150	31	3,3-3,9	до 1,9	9,2-6,3	СХ-МН
1971-1980	158-173	28	4,5-5,3	2,7-3,5	5,0-3,2	СХ-КМН
1981-1986	220-237	30	До 5,5	3,2-3,5	3,3-3,2	СХ-КМН
2007-2011	263-265	до 45	2,2-4,61	1,13-4,39	2,7-2,2	СХ-КНН

Наиболее полно мелиоративные особенности Хорезмского оазиса были изучены М.А. Панковым (1974), согласно его данным минерализация грунтовых вод оазиса была пестрой, и на орошаемых землях колебалась от 1 до 10 г/л. Причем она возрастала в глубь оазиса по направления общего потока грунтовых вод. На орошаемых землях в 1970-е годы были сульфатного и хлоридно-сульфатного типа, а на солончаках – сульфатно-хлоридного и хлоридного [21].

Намного позже мелиоративные особенности данного оазиса изучались Ю.И.Широковой и другими (2008). По их данным площадь значительного засоления (суммарная площадь земель средней и сильной степени засоления) Хорезмской области в настоящее время равна 39,3 %, процентное содержание площадей с уровнями грунтовых вод менее 1,5 м равно 88,1; а процентное содержание площадей с минерализацией грунтовых вод более 3 г/л- 11,6. По данным авторов при минерализации оросительной воды 1,0 г/л в зону аэрации поступает от 2,5 до 3,7 т/га солей, а из грунтовой - с минерализацией 3,5 г/л – до 12-14 т/га [54].

В 2010 г. из 238,6 тыс.га, обследованных орошаемых сельхозугодий засоленные составили 214,2 тыс.га в т.ч. слабозасоленные- 94,1 тыс.га, (39,4%) средnezасоленные-60 тыс.га (25,1%), и сильнозасоленные- 62 тыс.га (25,2%).

Республика Каракалпакстан. Ухудшение качества орошаемых почв Приаралья в значительной степени связано со снижением уровня Арала. Эоловый перенос солей с

обсохшего дна моря и аккумуляция их на почвенном покрове орошаемых ландшафтов вызывает увеличение степени засоления. Установлена идентичность элементного состава приносимых ветром взвешенных частиц и поверхностного слоя почв. В условиях орошаемого земледелия это служит дополнительной статьей в распределении и накоплении водорастворимых солей в корнеобитаемом слое орошаемых почв. Уменьшение общей площади Арала, вызванная этим процессом сухость воздуха и эоловый перенос токсичных водорастворимых солей способствует увеличению площади засоленных земель [7,10,21,23,24].

Жумамуратов А. исследовал закономерности распределения широкого спектра химических элементов в почвах, и установил фоновый уровень для оценки агрогеохимического состояния агроландшафтов Каракалпакии [11].

Исследование динамики изменения элементного состава почв от античных эпох (V-I вв. до н.э.) до наших дней стало возможным благодаря анализу почв архитектурных памятников старины, которые находятся на территории Каракалпакстана. Изменение в почвах концентраций элементов во времени позволяет установить динамику изменения геохимического и агрохимического, следовательно, экологического состояния орошаемых почв.

А.Жумамуратовым в 2011 году исследовалась динамика изменения содержания Na, K, Rb, Sr, Cs и Ba (натрий, калий, рубидий, стронций, цезий, барий) в почвах и стенах Каракалпакии построенных в разные периоды и в современных орошаемых почвах. Для всех вышеуказанных элементов, за исключением цезия видим накопление элементов в почвах зоны Приаралья [11].

Анализ состава атмосферной пыли, осадков и почв как залежных, так орошаемых показал, что состав атмосферной пыли очень близок составу пухлых солончаков, отобранных не только в поливной зоны, но с акватории высохшего дна Аральского моря. Обнаружено преимущественное накопление Th, U, Mo, Cs, Sr в орошаемых луговых аллювиальных почвах и их обеднение Sc, Co, Zn, Rb, Mn, Ta, Hf. С атмосферной пылью переносится до 3,0% Na, 1,5% Fe, 100 мг/кг La, 84,5 мг/кг Rb, 19,0 мг/кг Se, 40,0 мг/кг Cs, до 20,0 мг/кг As, 10,0 мг/кг Sb, 131,0 мг/кг Sr, 5,0 мг/кг U, и множество других химических элементов в количестве от 2,0 до 8,0 мг/кг. Вклад содержания Na в загрязнение почв атмосферной пылью для Южных районов достигает до 3-5 раз, загрязнение тяжелыми металлами (Cr, Ce, La, Lu, Rb, As, Cs, Sr) составляет более 40% [11].

Многолетние изменения гидрохимических характеристик воды р. Амударьи ниже орошения зоны Каракалпакии по этапам ирригационного освоения приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7 – Многолетние изменения гидрохимических характеристик воды р. Амударьи ниже орошения зоны Каракалпакии по этапам ирригационного освоения [28,42]

Этап освоения, годы	Ороша- емая площадь, тыс.га	Доля засолен. почв, %	Водоза- бор, км ³ в год	Длина к-д-с, км	Объем к-д-с вод	Мине- рализ., г/л	Хим. состав и стадия	Мине- рализ., г/л	Хим. состав и стадия
						Засоления к-д-с		Воды р. Амударьи у с.Темирбай	
1925-1950	110-140	96-97	2,5-3,1	Магистральные коллектора отсутствовали				0,51	ГХС-НК
1951-1960	150-170	95-96	3-3,7	300-400	0,05-0,08	7-8	СХ-МН	0,53	ГХС-НК
1961-1970	до 212	95,3	4-4,9	до 3500	0,13-0,45	6-5	СХ-МКН	0,65	ГХС-КН
1971-1980	280	92,5	5,7-10,1	до 6932	1,06-2,6	4-3	ХС-КМН	0,77	СХ-КН
1981-1986	433	95-97	11-12	до 7200	3-3,2	3,5	ХС-КМН	1,62	СХ-МКН
2006-2011	419-424	95-97	10-11	до 8000	1,2-2,7	1,5-4,3	ХС-КМН	1,65	СХ-МКН

I этап (1925— 1950 гг.). В эти годы орошалось до 110—140 тыс. га. До 97% орошаемых земель были засолены, поэтому часть земель с оросительной сетью не использовалась в сельском хозяйстве. Водоподача на орошение составляла 2,5—3,1 км³ в год [12,28,31,57].

Река Амударья в эти годы проносила через массив до 16,0 — 26,6 млн. т солей, большая часть которых сбрасывалась в Аральское море. Минерализация речной воды при выходе Амударьи из орошаемой зоны была равна в среднем 0,51 г/л, а ее состав был преимущественно гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатным—натриево-кальциевым (ГХС — НК).

Магистральные коллекторы в этот период отсутствовали. Протяженность внутрихозяйственной коллекторно-дренажной сети—100—200 км³. На орошаемой территории наблюдался подъем грунтовых вод, приводя к засолению орошаемые участки. В этот период были построены основные оросительные каналы данного массива: Кызкеткен, канал Суенли, Пахтаарна.

II этап (1951—1960 гг.). Орошаемая площадь к концу этапа достигла 170 тыс. га, из них 95—96% земель были с высокой степенью засоления. Водоподача на орошение увеличилась до 3,0—3,7 км³, вместе с оросительными водами на поля в течение года поступало 1,6—2,0 млн.т солей.

Магистральные коллекторы только начинали строиться, общая длина коллекторно-дренажной сети равнялась 300—400 км. Незначительные объемы коллекторно-дренажных вод отводились в местные понижения и на более засоленные почвы. Предположительно их минерализация была 7—8 г/л, а состав—сульфатно-хлоридный—магниево-натриевый (СХ—МН).

В Амударье через оазис проходило в год до 14,7—24,8 млн. т солей. Ниже орошаемых площадей минерализация воды Амударьи в этом периоде несколько увеличилась (0,53 г/л), а состав воды был гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный—натриево-кальциевый (ГХС—НК).

III этап (1961—1970 гг.). Величина орошаемой площади к концу этапа достигла 212 тыс. га. Несмотря на значительное увеличение орошаемых земель, их засоленность оставалась высокой: 95,3% всех поливных угодий были засолены. Водоподача на орошение увеличилась до 4,0—4,9 км³, с оросительными водами на поля в год поступало до 2,9—3,3 млн. т солей.

Протяженность коллекторно-дренажной сети в данном периоде значительно увеличилась и достигла 3500 км. Сток коллекторно-дренажных вод, выносимых за пределы орошаемой зоны, составил 0,13—0,45 км³ в год. Средняя величина минерализации их была равна 6—5 г/л, а состав сульфатно-хлоридный—кальциево-натриевый (СХ—КМН).

Однако существующая коллекторно-дренажная сеть и магистральные коллекторы (ККС, КС-1, КС-3, КС-4 и др.) не справлялись с отводом солей. За год с орошаемой зоны выносилось до 2,67 млн. т, т. е. меньше, чем поступало с оросительными водами.

Свидетельством продолжающегося засоления орошаемой территории являются и такие цифры: в реке Амударье выше орошаемой зоны в год проходило до 20,3 млн. т солей, а ниже орошаемой зоны—только 15,8 млн. т, т. е. часть легкорастворимых солей распределялась внутри поливных угодий. Минерализация воды р. Амударьи в этом периоде увеличилась до 0,65 г/л, а ее состав стал гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатным—кальциево-натриевым (ГХС—КН).

Во время этого этапа наблюдалось постепенное снижение уровня Аральского моря и уменьшение водоносности р. Амударьи, что также приводило к ухудшению мелиоративного состояния орошаемой территории.

IV этап (1971—1980 гг.). К концу этапа орошаемая площадь увеличилась до 280 тыс. га. Из них 92,5% земель были в различной степени засолены. Водоподача на

орошение увеличилась с 5,7 до 10,1 км³. С этими водами на орошаемые поля поступало 4,28—5,99 млн.т солей в год.

Общая протяженность коллекторно-дренажной сети возросла до 6932 км. Сток коллекторно-дренажных вод внутри периода увеличился с 1,06 до 2,6 км³. Средняя величина минерализации этих вод несколько уменьшилась до 4—3 г/л (за счет промывок солей из зоны аэрации в первые годы работы коллекторов). Состав воды в коллекторах также несколько изменился и стал хлоридно-сульфатным—кальциево-магниевым-натриевым (ХС—КМН).

В связи с продолжающимся уменьшением расходов воды в р.Амударье количество солей, проходящее в русло реки за год, уменьшилось до 14 млн.т, а проходящее ниже орошаемой зоны—до 11,6 млн.т, т.е. и во время этого периода значительная часть солей, приносимых рекой, распределялась внутри орошаемой зоны.

Минерализация воды Амударьи к концу этого периода в нижнем течении увеличилась в среднем до 0,77 г/л, а ее химический состав стал сульфатно-хлоридным—кальциево-натриевым (СХ—КН).

В последние годы минерализация воды в устье Амударьи продолжает увеличиваться. Так, в 1981—1986гг. (V этап) ниже данного оазиса она возросла в среднем до 1,62 г/л, состав воды стал преимущественно сульфатно-хлоридным — магниевым-кальциево-натриевым (СХ—МКН).

VI этап (2006-2011 гг.) В период данного этапа величина орошаемой площади составляла 419-424 тыс.га, доля засоленных земель была равна 95-97%, водозабор составил 10-11 км³; длина к-д-с увеличилась до 8000 км, величина коллекторно-дренажного стока была равна 1,2-2,7км³, его минерализация была равна 1,4-4,3 г/л, преобладающий химический состав к-д-в был хлоридно-сульфатным- магниевым-натриевым (ХС-МН). Минерализация воды р.Амударьи у с. Темирбай была равна 1,65 г/л, состав воды был хлоридно- сульфатным- магниевым-кальциево-натриевым (СХ—МКН).

В связи с уменьшением водоносности р. Амударьи и усилением влияния орошения минерализация воды при подходе к территории Республики Каракалпакстан (РК) достигает 1,7—1,8 г/л, состав воды в основном сульфатно-хлоридным — кальциево-натриевым (СХ — КН). Вместе с этой водой через территорию РК проходит до 10—11 млн. т солей.

При современных темпах строительства коллекторов их общая протяженность составит 10000—12000км. Через эту сеть будет выноситься около 4,0 км³ воды со

средней минерализацией 3,5—3,0 г/л, состав воды будет хлоридно-сульфатным—магниево-натриевым (ХС—МН). Таким образом, с учетом глобального изменения климата орошаемая зона территории Республика Каракалпакстан будет продолжать засоляться, доля засоленных почв увеличится до 98%. Процесс засоления орошаемых почв будет усиливаться общей аридизацией климата, усыханием Аральского моря и эоловым переносом солей с обсыхающего дна моря.

Земледелие Республики Каракалпакстан основано исключительно на искусственном орошении. Единственным источником оросительной воды является река Амударья. Орошаемые земли сильно засолены, вследствие чего урожайность многих сельскохозяйственных культур низкая. В Республике Каракалпакстан самые низкие по плодородию земли. Если средний балл плодородия по Республике Узбекистан составляет 58, то по Каракалпакстану – 43.

Если в целом по Узбекистану засолено 52% орошаемых земель, из которых 40% засолены в сильной и средней степени, то в Каракалпакстане - 78% земель засолены, в том числе сильно и средне - от 45 до 48% (рис. 4.1). Указанные факторы снижают качество орошаемых земель, их экономическое плодородие, что отрицательно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур. За счет различной степени засоленности урожайность хлопчатника может быть сокращена: на слабозасоленных землях - на 20-30%, на средnezасоленных - на 40-60% и на сильнозасоленных - на более 80% по сравнению с незасоленными землями [20].

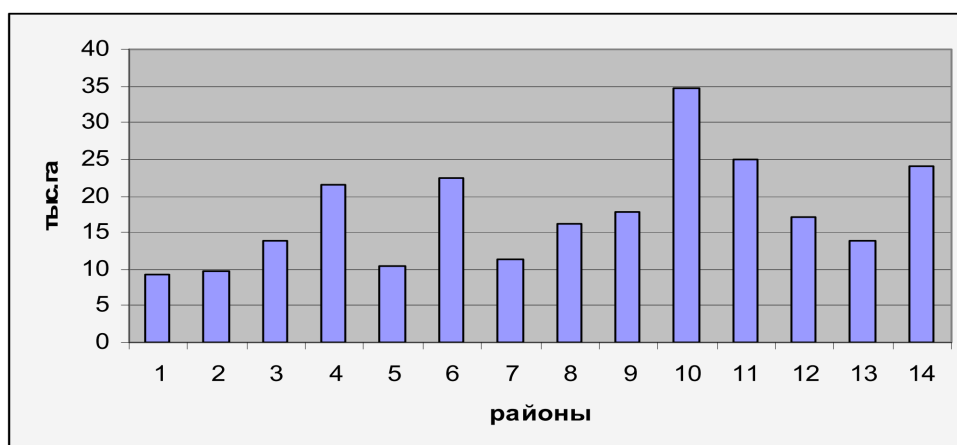


Рис. 4.1 - Характеристика земель по сумме засоления почвогрунтов (сильно и средне засоленные) по районам Республики Каракалпакстан за 2011 г.

Номера районов: 1- Турткуль, 2 – Элликала, 3 – Беруни, 4 – Амударья, 5 – Ходжейли, 6 – Шуманай, 7 – Канлыкуль, 8 – Кунград, 9 – Нукус, 10 – Кегейли, 11 – Чимбай, 12 – Караузьяк, 13 – Тахтакупир, 14 – Муйнак.

Одним из важнейших направлений устойчивого развития республики Каракалпакстан является наращивание его агропромышленного потенциала, повышение эффективности использования и отдачи каждого гектара сельскохозяйственных угодий и прежде всего, орошаемых земель.

Государственный земельный фонд Республики Каракалпакстан составляет 16.1 млн. га или 35.9% от всех земель Республики Узбекистан. Основная их часть приходится на земли сельскохозяйственного назначения - 6.5 млн.га (41.6%), или 20.2% от средне-республиканских показателей.

В пустынной зоне низовой реки Амударьи довольно большие площади земель заняты солонцеватыми почвами и солонцами, часто на той или иной глубине засоленными. Солонцеватые почвы и солонцы отличаются неблагоприятными химическими и физическими свойствами, вызываемыми наличием в поглощающем комплексе натрия. При высокой степени солонцеватости почвы не пригодны для земледелия, а при более низкой — малоплодородны, так как обладают плохими физическими свойствами. Освоение этих земель под поливное земледелие требует применения системы мероприятий по устранению солонцеватости, а во многих случаях, чтобы предотвратить ее возникновение на вновь орошаемых землях вследствие нарушения солевого режима. Системы мелиоративных мероприятий по борьбе с засолением и солонцеватостью почв для различных природных областей неодинаковы и разработка их требует глубоких знаний генезиса и свойств засоленных и солонцеватых почв.

По данным гидрогеолого-мелиоративной экспедиции Каракалпакии в низовьях реки Амударьи большая часть орошаемых земель в той или иной степени засолена (78 %), а среди земель, пригодных к освоению, засоленные почвы и почвы, подверженные засолению при орошении, занимают основную часть.

Сложность геологического строения дельты р. Амударьи, наличие и хозяйственное использование орошаемых земель в дельте обуславливает особенности ее гидрогеологических условий формирования режима грунтовых вод. В плане проведения гидроэкологического мониторинга большой практический интерес вызывает анализ минерализации и состояния грунтовых вод за многолетие.

На орошаемой площади размером 515,3 тыс.га грунтовые воды на глубине 0-1 м занимают 7,8 тыс. га; 1-1,5 м — 48,9 тыс.га; 1,5-2 м - 267,8 тыс. га; 2-3 м — 120,9 тыс.га; 3-5 м — 66,9 тыс.га; более 5 м — 2,25 тыс.га. Минерализация грунтовых вод изменяется

следующим образом: 0-1 г/л занимает 2,7 тыс.га; 1-3 г/л занимает 439,7 тыс. га; 3-5 г/л – 72,8 тыс.га; 5-10 г/л - 6,06 тыс. га и более 10 г/л – 0,3 тыс.га (рис.4.2).

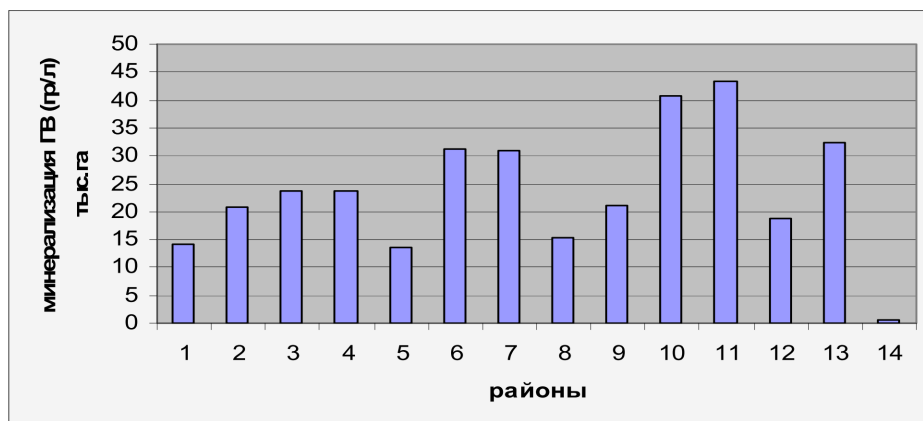


Рис. 4.2 - Минерализация грунтовых вод (1-3 г/л), осредненная за вегетационный период 2011 г. по районам Республики Каракалпакстан.

Номера районов: 1- Турткуль, 2 – Элликала, 3 – Беруни, 4 – Амударья, 5 – Ходжейли, 6 – Шуманай, 7 – Канлыкуль, 8 – Кунград, 9 – Нукус, 10 – Кегейли, 11 – Чимбай, 12 – Караузьяк, 13 – Тахтакупир, 14 – Муйнак.

Анализ имеющихся данных гидрогеологическо-мелиоративной обстановки по динамике грунтовых вод на орошаемых землях показал, что высокие уровни грунтовых вод наблюдаются в марте и апреле, в период интенсивных промывных поливов, по окончании промывов происходит некоторое падение уровня.

Ограниченность водных ресурсов является сдерживающим фактором в расширении орошаемого фонда земель, которыми в значительной степени располагает Республика Каракалпакстан. Высокий уровень минерализации и загрязнения вод отходами производства приводит к вторичному загрязнению земель и снижению их продуктивности, что обуславливает значительные дополнительные затраты на очистку воды в целях ее производственного и хозяйственного потребления.

В 2010 г. из 462,1 тыс.га, обследованных орошаемых сельхозугодий засоленные составили 405 тыс.га в т.ч. слабосоленые- 110,4 тыс.га, (23,9%) среднесоленые-151,7 тыс.га (32,8%), и сильнозасоленные- 142,9 тыс.га (30,9%).

4.3. Изменение минерализации и химического состава речных вод за многолетний период и анализ поступления величины солевого стока на агроландшафты

Изучение качества оросительных (речных) вод Средней Азии при орошении различных почв имеет большое практическое значение с точки зрения возможного

изменения состояния этик почв: их засоления, натриевого и магниевого осолонцевания, появления и развития солончаков, очагов содопроявления и т.д.

Рассматриваемая проблема является весьма обширной и требует изучения различных ее аспектов. Одним из аспектов является изучение многолетнего изменения минерализации и химического состава речных вод региона [28,32,40,44].

Изменение минерализации и химического состава воды в бассейне р.Сурхандарьи. Химический состав воды р. Сурхандарьи формируется на Гиссарском хребте, откуда стекают ее составляющие: Туполанг и Каратаг. На всем протяжении Сурхандарьи принимает только два сравнительно крупных притока: Сангардак и Ходжаипак. Южнее р. Ходжаипак имеются только селевые овраги: Байсунсай, Аккапчагай и Ташкупрюк. В равнинной части бассейна Сурхандарьи вместе с притоками интенсивно разбирается на орошение и впадает у с. Мангузар в Амударью.

Наблюдения за химическим составом речных вод были начаты в 1938 г. и велись на следующих створах: Караултепе, Пятилетка и Мангузар — Сурхандарья; Зарчуб и Дашнабад — Тупаланг; Дашнабад—Дашнабад; Шаргунь—Шаргунь; Кинггузар—Сангардак; Карлюк — Ходжаипак. В последние годы минерализация речных вод определяется в тринадцати постах, расположенных на Сурхандарье (створы Жданова, Шурчи, Мангузар), Тупаланге (Зарчуб, Обизаранг), Обизаранге (Дашнабад), Сангардаке (Кинггузар), Холкаджаре (Базарбой, устье), Хангарансае (Байсун), Шерабаде (Дербент, устье Майдан) и Майдане (устье), а также в Южно-Сурханском и Учкызылском водохранилищах.

Наименьшая минерализация воды (0,17—0,40 г/л) наблюдается в верховьях Сурхандарьи (бассейны Тупаланга, Обизаранга, Сангардака), состав ее сульфатно-гидрокарбонатный — кальциевый (СГ—К). Начиная от створа Шурчи, минерализация воды в Сурхандарье постепенно возрастает и в устье реки достигает 1,1—1,4 г/л, при этом состав ее постепенно меняется на сульфатный — магниевый-кальциевый (С—МК).

В верхнем течении Халкаджара минерализация воды колеблется от 0,3 до 0,6 г/л, к устью повышается до 1,1 г/л; состав ее преимущественно гидрокарбонатно-сульфатный — кальциевый (ГС—К).

В Хангарансае минерализация воды изменяется от 0,29 до 0,80 г/л, меньшие ее величины наблюдаются во время половодья (март—июль); состав ее при малой минерализации — сульфатно-гидрокарбонатный — кальциевый (СГ—К), с ростом минерализации — сульфатный-кальциевый (С—К).

Наибольшая минерализация (до 3,2 г/л) наблюдается в р.Шерабад и р.Майдан. В верхнем течении р.Шерабада минерализация воды равна 0,6—0,8 г/л, состав ее хлоридно-сульфатный — натриево-кальциевый (ХС—НК), к устью реки она повышается до 2,2—3,2 г/л, при этом состав меняется на сульфатно-хлоридный — натриевый (СХ—Н). Такая же по составу вода и р.Майдан. Это обусловлено содержанием соленосных геологических пород в бассейне.

В Южно-Сурханском водохранилище вода имеет минерализацию 0,41—0,59 г/л, состав ее гидрокарбонатно-сульфатный — магниевый-кальциевый (ГС—МК). В Учкызылском минерализация воды несколько выше: 0,71—0,95 г/л, состав ее преимущественно сульфатный — магниевый-кальциевый (С—МК).

Ниже впадения Сурхандарьи начинает изменяться состав воды Амударьи (у створа Термез). В последние годы минерализация воды меняется от 0,4 до 0,8 г/л. Причем при меньшей минерализации она, как правило, гидрокарбонатно-сульфатная — кальциевая (ГС-К), при повышенной — сульфатно-хлоридная — натриево-кальциевая (СХ—НК).

Значительное число магистральных коллекторов впадает в Сурхандарью. Наибольшие расходы воды наблюдаются в коллекторах К-1, К-2, К-5, в среднем за год они равны 0,71 — 1,62 м³/с. Средняя минерализация коллекторных вод меняется от 0,36 (К-2) до 1,90 г/л (Мехнат-рохат-1). Однако при освоении новых засоленных земель минерализация воды в коллекторах может достигать и больших величин — от 6,2 г/л (К-2-2) до 42,9 г/л (К-2-3-2-2). При этом состав воды становится хлоридным — натриевым (Х—Н). Эти сведения получены сотрудниками института Узмелиолойха в результате отбора проб воды в первые годы работы коллекторов, расположенных в Гагаринском районе.

Ниже по течению Сурхандарьи для орошения новоосваиваемых земель правого берега построены каналы Шерабадский и Занг: оба берут начало из р. Сурхандарьи. Начало канала с головным водозабором из Южно-Сурханского водохранилища построено в 1966 г. Длина этого участка составляет 27 км. Ниже канал разделяется на Левую ветку (длина 30 км) и правую ветку, которая обеспечивает подпитку орошаемых земель в системе р. Шерабад. Магистральный канал Занг был построен еще в далеком прошлом. В годы Советской власти он постепенно расширялся и удлинялся. Из канала Занг осуществляется наполнение Учкызылского водохранилища. Из других каналов следует отметить следующее: Сурхан (правый берег), Кокайзы и Янги (левый берег).

В 1930 г. в данном бассейне коллекторно-дренажная сеть отсутствовала. Однако недостаточная дренированность бассейна обусловила здесь интенсивное строительство коллекторно-дренажной сети. Она начала строиться в 1940-е годы. В 1969г. протяженность магистральных коллекторов составляла 759 км, а в 2009 г. – 1117 км.

В таблице 4.8, где приведены гидрохимические характеристики бассейна р.Сурхандарья, показана динамика минерализации воды, изменение химического состава по преобладающим ионам и стадиям засоления за ряд лет.

Таблица 4.8- Гидрохимические характеристики вод бассейна реки Сурхандарьи (обозначения: 1= минерализация воды г/л; 2= химический состав по преобладающим ионам и стадиям засоления).

Реки	створ	1931-1940г.		1951-1960		1961-1970		1971-1980		1981-1990	
Сурхандарья	Жданова	0,3	СГ-МК	0,32	СГ-МК	0,35	СГ-МК	0,38	СГ-МК	0,42	СГ-МК
Сурхандарья	Мангузар	0,57	ГС-НК	0,6	ГС-НК	0,88	ГС-НК	1,08	ГС-НК	1,23	ГС-НК

Сведения за 1941—1950 гг. ввиду малочисленности не обобщены

X – хлоридный chloride (Cl^-); С – сульфатный sulfate (SO_4^{2-}); Г – гидрокарбонатный hydro-carbonate(HCO_3^-); Н – натрий sodium (Na); К- кальций calcium (Ca); М – магний magnesium (Mg_{+2})[Туркестан— наш общий дом. “Туран” 1995].

Примеры математических зависимостей содержания главных ионов от величины минерализации для различных створов бассейна реки Сурхандарья (рис.4.3).

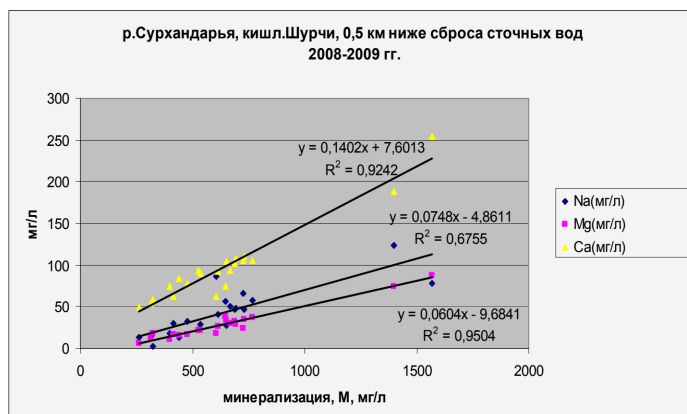
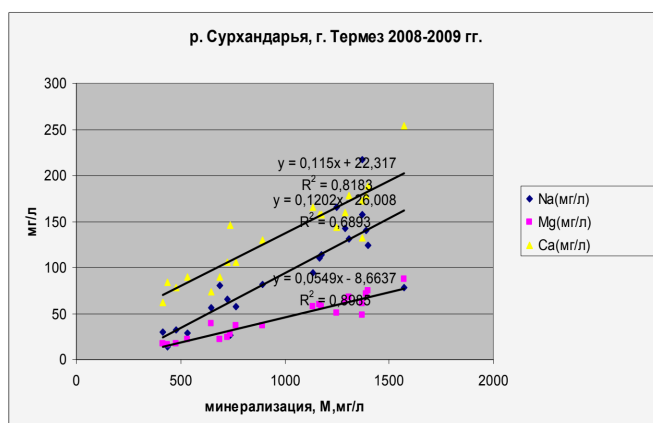
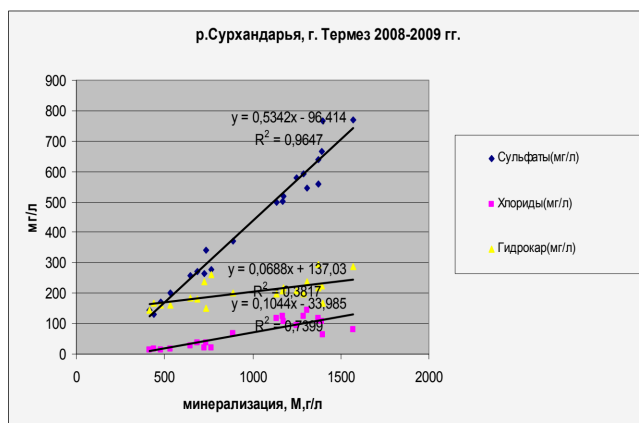


Рисунок 4.3.- Зависимости содержания главных ионов от величины минерализации для различных створов бассейна реки Сурхандарья

Изменение минерализации и химического состава воды в бассейне р.Кашкадарьи. Кашкадарьинская область разделена на две зоны по природно-хозяйственным условиям и времени освоения земель. Верхняя зона - включает, в основном, староорошаемые земли Гузарского, Камашинского, Китабского, Чиракчинского, Шахрисябского и Яккабагского районов и нижнюю зону нового освоения, на территории Каршинского, Касанского, Касбийского, Мубаракского, Нишанского и Миришкорского районов.

Из общей площади орошаемых земель порядка 495,0 тыс. га в верхней зоне расположены 190,0 тыс. га, на территории районов нижней зоны - 305,0 тыс. га. Водные ресурсы, располагаемые областью, представляют собой сумму лимитов водоподачи из рек: Амударьи и Заравшана, объем стока р. Кашкадарьи и коллекторно-дренажных вод, пригодных к использованию. Объем поверхностных вод по области составляет 6,7 км³, в том числе собственные ресурсы речного стока - 1,3 км³ или 19 % от общего количества [43,48].

В последние годы химический состав воды в бассейне р.Кашкадарьи «Узгидрометом» определяется на семи створах: 1) р.Кашкадарья–кишл.Варганза; 2) р.Кашкадарья–кишл.Чиракчи; 3) р.Кашкадарья–пос.Чимкурган; 4) р.Акдарья (Аксу)-г.Шахрисабз; 5) р.Акдарья–кишл.Хисарак. 6) р.Танхизыдарья–кишл.Каттагон, 7) Левобережный канал Чимкурганского водохранилища–пос.Чимкурган.

Наименьшие величины минерализации наблюдаются в р. Кашкадарье у кишл. Варганза, в р.Акдарья у г.Шахрисабза и у кишл.Хисарак, в р.Танхизыдарья у кишл.Каттагон–0,16–0,27 г/л; в р.Кашкадарье у кишл.Чиракчи она увеличивается до 0,32–0,40 г/л, у пос.Чимкурган–до 0,79 –1,09 г/л. В левобережном канале Чимкурганского водохранилища она равна 0,71–0,73 г/л. У створа Варганза состав речной воды сульфатно-гидрокарбонатный- кальциевый (СГ-К), ниже по течению он меняется на сульфатно-гидрокарбонатный- натриево-кальциевый (СГ-НК).

Примеры математических зависимостей содержания главных ионов от величины минерализации для различных створов бассейна реки Кашкадарья (рис.4.4).

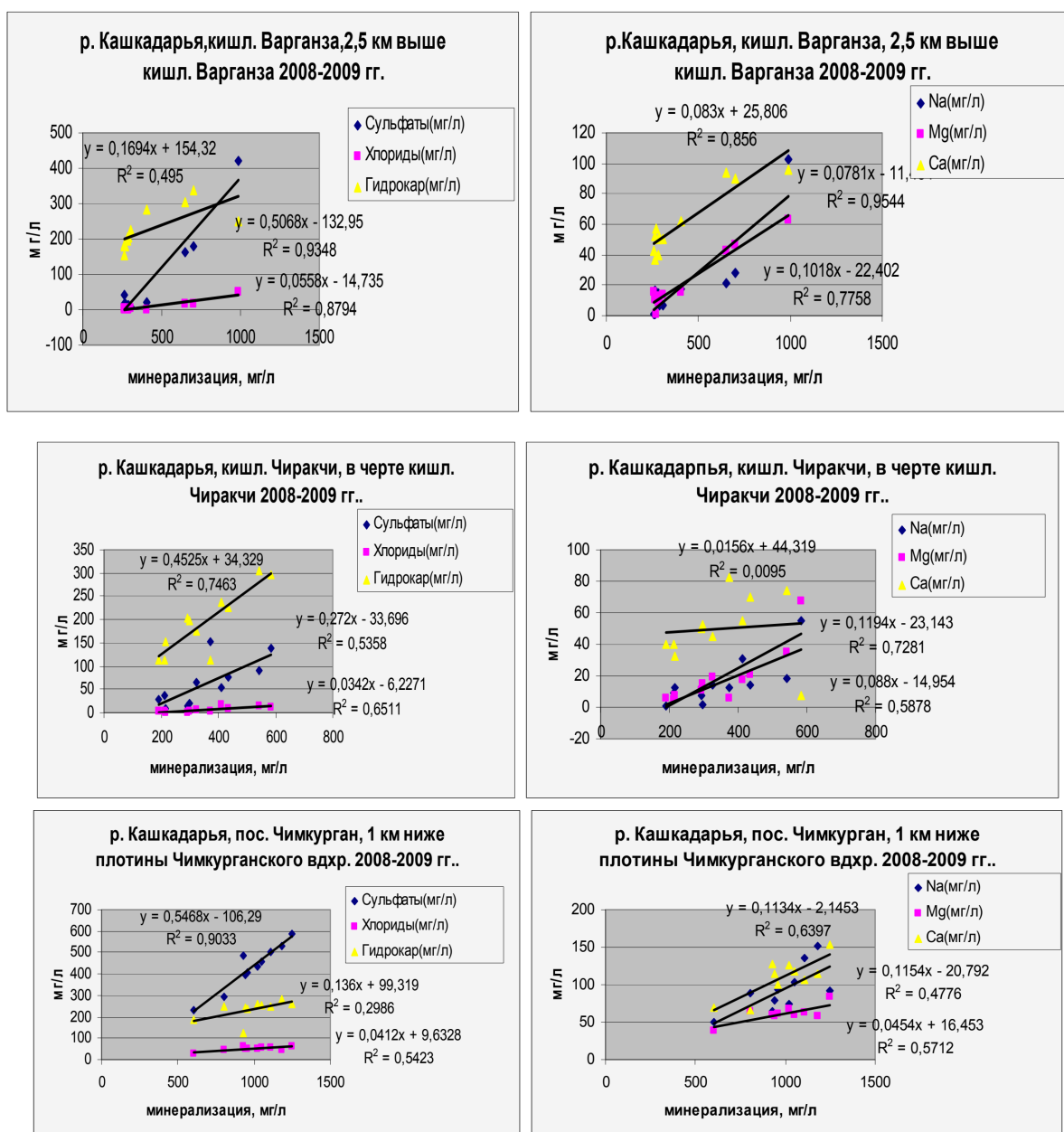


Рисунок 4.4 - Зависимости содержания главных ионов от величины минерализации для различных створов бассейна реки Кашкадарья

Изменение минерализации и химического состава воды р.Амударьи перед Хорезмским оазисом и выше орошаемой зоны Республики Каракалпакстан. В монографии были проанализированы математические зависимости содержания главных ионов от величины минерализации для створов г. Термез, теснина Тюямуюн, г. Кипчак, г. Нукус (кишл. Саманбай) к. Кзылджар (рис. 4.5-4.6).

В верховьях реки р. Амударьи у створа г. Термез среди анионов преобладает сульфатный ион, на втором месте - гидрокарбонатный ион, на третьем месте - содержание хлоридного иона.

При этом, например, с ростом минерализации от 0,47 г/л до 1,1 г/л содержание сульфатного иона возрастает от 0,10 до 0,32 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,82 [31,43].

Среди катионов преобладает натрий, на втором месте - содержание иона кальция, на третьем – иона магния. При этом, с ростом минерализации от 0,47 до 1,1 г/л содержание иона магния возрастает от 0,18 до 0,48 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,58.

В низовьях реки у створа г.Нукус (кишл. Саманбай) среди анионов также преобладает сульфатный ион, на втором месте - хлоридный ион, на третьем месте - гидрокарбонатный ион.

При этом, например, с ростом минерализации от 0,96 г/л до 3,3 г/л содержание сульфатного иона возрастает от 0,21 г/л до 1,20 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,95. Среди катионов преобладает натрий, на втором месте - содержание иона кальция, на третьем – иона магния.

При этом, например, с ростом минерализации от 0,96 г/л до 3,3 г/л содержание натрия возрастает от 0,10 г/л до 0,63 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,96 [29-44].

Таким образом видно, что при движении речной воды от верховий к низовьям преобладающий химический состав изменяется с гидрокарбонатно-сульфатного-кальциево – натриевого (ГС-КН) на хлоридно- сульфатный - магниево – кальциево – натриевый (ХС-МКН).

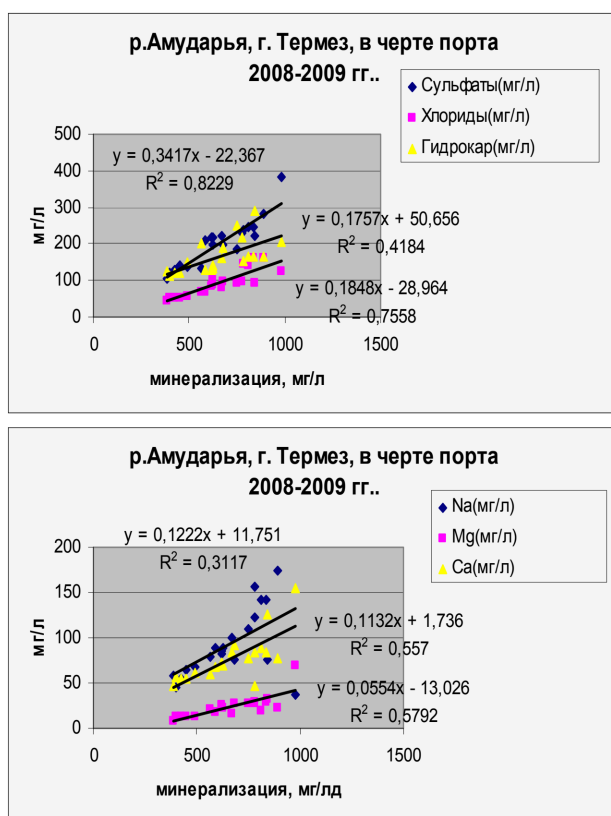
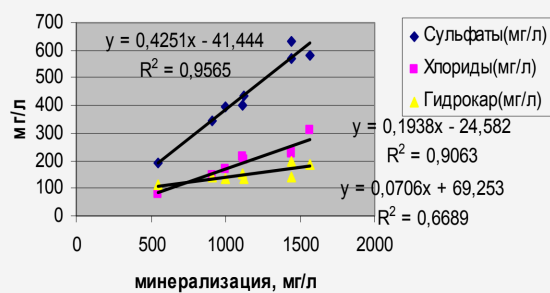
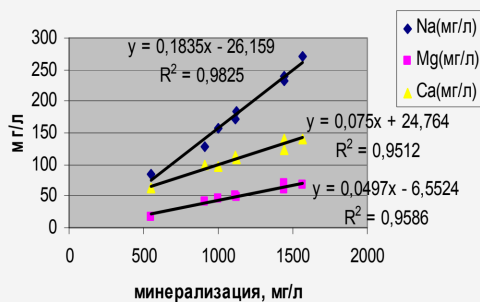


Рисунок 4.5 -Графики зависимости содержания главных ионов (Ca, Mg, Na, HCO₃, Cl, SO₄) от величины минерализации р.Амударья – створ г.Термез

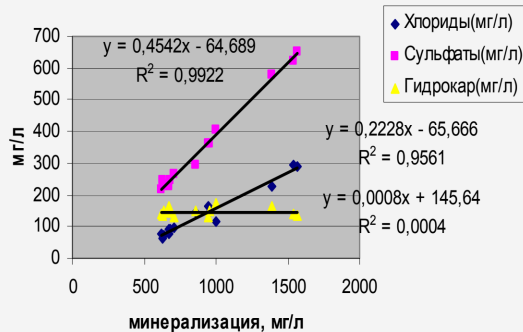
**р. Амударья, теснина Тюямуюн, 8 км ниже
плотины Тюямуюнского вдхр. 2008-2009 гг..**



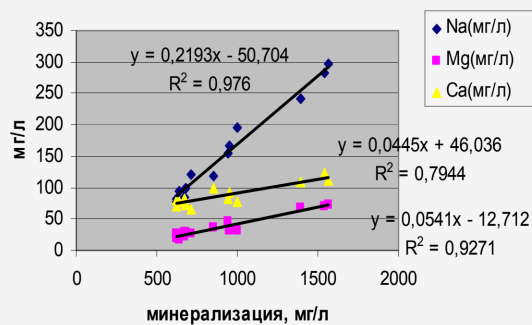
**р. Амударья, теснина Тюямуюн, 8 км ниже
плотины Тюямуюнского вдхр. 2008-2009 гг..**



р. Амударья, 0,5 км выше г. Кипчак 2008-2009 гг..



р.Амударья,0,5 км выше г. Кипчак 2008-2009 гг..



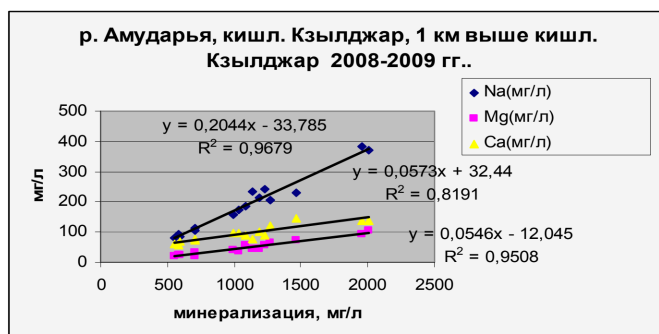
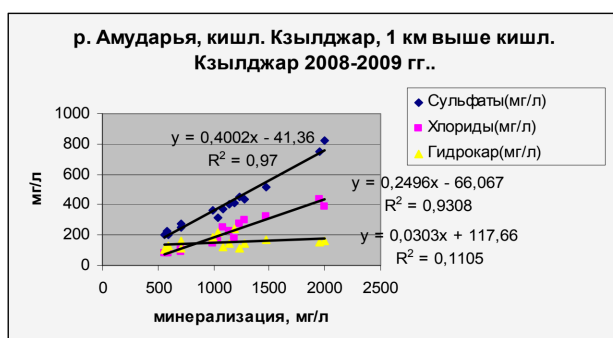
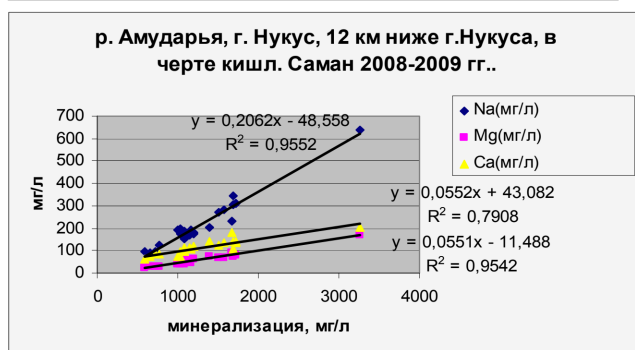
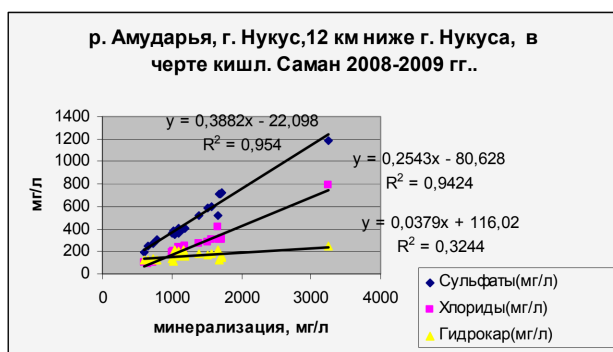


Рисунок 4.6 -Графики зависимости содержания главных ионов (Ca, Mg, Na, HCO₃, Cl, SO₄) от величины минерализации на различных створах р. Амударьи.

В данной реке у створа Саманбай минерализация воды с 1931-1940гг. к 2001-2011гг. увеличилась с 0,51 до 1,23 г/л, а химический состав воды изменился с гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного – натриево-кальциевого (ГХС-НК) на сульфатно-хлоридный – магниевое-кальциево-натриевый (СХ-МКН).

Интенсивный рост безвозвратного водопотребления на орошение и развитие земледелия на территории Центральной Азии, а также ряд острозасушливых лет

привели к постоянному уменьшению притока речных вод в Аральское море, вплоть до полного прекращения стока в отдельные годы. В результате чего, начиная с 1960 г. до нынешнего времени уровень Арала упал на 20 м, объем и площадь моря сократились более чем в 3 раза, а соленость морской воды достигла 85-87 г/л. Началось опустынивание Приаралья, включая плодородные дельты Амударьи и Сырдарьи.

Интенсивное развитие сельского хозяйства в республиках Центральной Азии привело к необходимости увеличения водообеспеченности этих районов. Однако, как будет показано ниже, сток р. Амударьи в настоящее время полностью используется на орошение. В период 1991-2006 гг. нехватка оросительной воды для полива хлопчатника, риса и других сельскохозяйственных культур в результате часто повторяющегося маловодья создает очень напряженную обстановку в условиях автономной республики.

Острый дефицит воды ощущают все орошаемые зоны дельтовой части Амударьи, в особенности территории северных районов республики. Отсутствие воды в осенний и вегетационный период приводит к невыполнению плана посева сельскохозяйственных культур, а также к значительному снижению урожая.

Учитывая вышесказанное, в период 1991-2006 гг. значительно возросла роль коллекторно-дренажных вод данного региона при решении существующих водохозяйственных проблем.

Гидрохимический анализ вод Амударьи за многолетний период показывает, что передвижения вниз по реке минерализация воды повышается, что негативно влияет на засоление почв. Подобные пробы проводились ежегодно по сезонам года в «приморских водоемах» Южного Приаралья [27,28,43].

В Амударьинской воде преобладают ионы Cl и SO_4 , далее располагаются $\text{Na}+\text{K}$, Mg , Ca , HCO_3 . При высокой минерализации воды наблюдается незначительное преобладание содержания SO_4 над Cl . С ростом общей минерализации воды содержание таких основных ионов, как Cl и SO_4 растет, а темпы роста ионов Ca , $\text{Na}+\text{K}$ и Mg ослабевают. Анализ результатов многолетних наблюдений показывает общий непрерывный рост амударьинской воды, что происходит вследствие больших водозаборов и снижения общей водоносности самой реки, и главным образом из-за сброса большого количества коллекторных вод почти по всей длине реки. В водоемах Сарбаз и Междуречья, Муйнакском заливе также преобладают ионы SO_4 и Cl , затем в следующей последовательности располагаются ионы Na , Ca , Mg , HCO_3 и K . Минерализация воды в рассматриваемый нами период в Сарбазском заливе весной

составила 8,6 г/л, выше ПДК в 7,6 раз, летом 2,06 г/л, осенью 1,23 г/л. В Муйнакском заливе весной –16,15 г/л, что выше ПДК в 15,1 раз, летом 3,12 г/л, выше ПДК в 2,12 раз, осенью 1,3 г/л, в оз. Шегекуль в летний период –730 мг/л, осенью – 683 мг/л. Жесткость воды, сумма ионов ($\text{Ca}+\text{Mg}$) является одним из основных показателей химического состава воды, в рассматриваемых нами водоемах и водотоках, а точнее в канале Кипчакдарья в исследуемый период она составила 8,5 – 19 мг экв/л (выше ПДК в 1,2 – 2,71 раза), причем в летний период она снижается, а к осени и весной повышается, в Междуречье - 5,9 – 7,2 мг экв/л, летом ниже, осенью больше, в Муйнакском заливе от 13,4 до 160 мг экв/л (выше ПДК в 1,91-22,85 раза), в весенний паводок больше 160 мг экв/л, летом 24 мг экв/л. В Сарбаском заливе 12,8 – 78 мг экв/л (выше в 1,82 -11,14 раз), осенью –12,8 , летом –18,25, весной –78 мг экв/л. В реке Амударье ее величина составляет 15,6 мг экв/л, (выше ПДК в 2,2 раз).

Были изучены биоорганические компоненты в водоемах распределение которых неравномерно, что объясняется гидрологическими условиями, различием количества поступающих органических веществ на всем протяжении реки Амударьи. Для автотрофных растений важнейшим фактором становится наличие в воде так называемых биогенов–соединений фосфора, азота, кремния и ряда других элементов, используемых для построения тела.

Содержание биогенных элементов в исследуемых объектах неоднородно, а также специфично для отдельных слоев воды в течении годового цикла. В амударьинской воде концентрация аммонийного азота (NH_4) составила 0,04 мг/л, нитратного азота (NO_3) –1,41 мг/л, нитритного азота (NO_2) – 0,010 мг/л, неорганического фосфора в форме (PO_4) –0,002 мг/л. В озере Шегекуль содержание минерального азота NH_4 в летний и осенний периоды составляло от 0,01-0,04 мг/л, нитратного азота NO_3 –2,31-3,0 мг/л, нитритного азота NO_2 –0,002-0,003 мг/л, содержание растворенного неорганического фосфора в виде PO_4 –0,01-0,062 мг/л, в Сарбазком заливе содержание аммонийного азота составило весной- 0,02 мг/л, летом – 0,06 мг/л, осенью – 0,09 мг/л, нитратного – весной –0,27 мг/л, летом и осенью –2,89 мг/л, нитритного весной 0,012 мг/л, летом и осенью –0,002 мг/л.

В Муйнакском заливе распределение аммонийного азота мозаично и его концентрация составляет весной и летом 0,03–0,07 мг/л, осенью 0,11–0,18 мг/л, нитратного азота весной –0,35 мг/л, летом его оказалось больше –6,32 мг/л, осенью его концентрация составляла от 5,54–10,3 мг/л, содержание нитритов весной –0,013 мг/л,

летом и осенью—0,002 мг/л, фосфатов—весной и летом—0,04 мг/л, осенью—0,058 – 0,072 мг/л.

В рассматриваемых нами водоемах концентрация аммонийного азота не превышает ПДК, за исключением Муйнакского залива, где величина его превышает предельно допустимую в 0,03 раза. Концентрация нитратного азота (NO_3) в реке Амударье выше ПДК в 1,62-2,82 раз, в Кипчакдарье в 9,3 раз, в Сарбазком заливе в 5,78 раз, в Муйнакском заливе в 20,6 раз, в озере Шегекуль в 4,62-6 раз. Концентрации растворимых фосфатов (PO_4) обнаруживались в незначительных количествах и не превышают ПДК во всех исследуемых водоемах, однако величина их изменчива в годовом цикле и зависит от стока реки и внутриводоемных процессов, где фосфор постоянно находится в круговороте, который постоянно меняется в результате жизнедеятельности организмов.

При неустойчивом гидрологическом режиме и избыточном поступлении биогенных элементов, часто формируются неустойчивый кислородный режим. Содержание растворенного в воде кислорода в реке Амударье в период исследований составляло 11,49–12,80 мг O_2 /л, 103–117% насыщения, в Кипчакдарье 10–11,0 мг O_2 /л, или 122–121% насыщения, в Сарбазком заливе 9,6–10,10 мг O_2 /л или 114–111% насыщения, в Муйнакском заливе—7,3 –9,7мг O_2 /л или 77,9–108,3% насыщения, в озере Шегекуль его концентрация составляла 10,2–10,9 мг O_2 /л или 126–121,1% насыщения.

Анализ поступления величины солевого стока на агроландшафты. Изучение качества оросительных (речных) вод Узбекистана при орошении различных почв имеет большое практическое значение с точки зрения возможного изменения состояния этик почв: их засоления, натриевого и магниевого осолонцевания, появления и развития солончаков, очагов содопроявления и т.д. Рассматриваемая проблема является весьма обширной и требует изучения различных ее аспектов [1,4,21-26].

В данном разделе приведены результаты анализа многолетнего изменения количества солей, поступающих вместе с оросительной водой на поливные земли и состава этих солей, с выделением доли токсичных солей.

Динамику солевого стока рек Узбекистана (значительная часть которого в настоящее время поступает на орошаемые земли) анализировали по начальным гидрологическим створам, расположенным выше орошаемых массивов. Величина солевого стока определялась общепринятым способом, как произведение водного стока на среднегодовую величину минерализации.

Методы и объект исследований: для приближенных расчетов за среднегодовую величину минерализации можно, принять ее среднеарифметическую величину из имеющихся данных химических анализов. Однако более объективные данные получаются, если в расчетах использовать среднегодовые величины минерализации, "взвешенные" по стоку.

Было выявлено, что для расчетных задач, можно обойтись "взвешиванием" данных по Минерализации за два периода: а) половодья (с точки зрения ирригаторов - вегетационный период) и б) межени (невегетационный период).

Иногда специалисты-гидрологи предлагают определять среднегодовую величину минерализации с учетом данных по расходам и минерализации воды за каждый месяц. При этом приходится проводить большой объем работ, т.к. предварительно необходимо построить графики связи между расходами воды и ее минерализацией. Раньше, когда изменения минерализации да годам не наблюдалось, обычно было достаточно построить один общий график (для всего года) или же три графика с учетом фазово-однородных периодов гидрологического режима рек: подъем половодья, спад половодья, межень. В настоящее время подобные графики нужно строить отдельно для различных периодов.

При подсчете солевого стока были предварительно определены среднегодовые величины минерализации с учетом "взвешивания" данных по двум выделенным выше внутригодовым периодам, а затем величина солевого стока. Причем величины солевого стока были подсчитаны за отдельные периоды, характеризующие разную степень влияния орошения на минерализацию речной воды.

Результаты исследований: представленные в табл.4.9 сведения, представляют собой осредненные характеристики по солевому стоку рек, однако, уже судя по ним, можно сделать некоторые выводы по его многолетнему изменению.

Таблица 4.9- Величины солевого стока, выносимого реками Узбекистана при различных уровнях орошения, млн.т

Река-створ	1997-2000гг.	2001-2005гг.	2006-2010гг.
р.Амударья-Тюямуюн	22,81	19,16	14,75
р.Амударья-Саманбай	3,39	6,7	1,37
р.Сурхандарья-к.Шурчи	1,26	0,94	1
р.Сурхандарья-к.Мангузар	0,18	0,32	0,06
р.Кашкадарья-Варганза	0,04	0,04	0,04
р.Кашкадарья-Чимкурбан	0,36	0,29	0,18
р.Заравшан-Раватходжа	0,52	0,58	0,48
р.Заравшан-г.Навои	1,61	1,35	0,9

Сырдарья-к.Каль	10,44	11,36	9,96
Сырдарья-г.Чиназ	20,88	24,56	20,57
р.Чирчик-Чиназ	1,75	2,41	2,02
р.Чирчик-г.Газалкент	1,64	1,78	1,57

Согласно проведенным расчетам, количество солей, поступающие на орошаемые поля бассейна Амударьи равно 15,83 млн.т., а количество солей, на орошаемые поля бассейна Сырдарьи равно 22,59 млн.т. Конечно же, этот фактор влияет на степень засоления орошаемых почв в существующих ирригационных районах.

Более подробно расчеты солевого стока р.Амударьи в низовьях реки приведены в табл.4.10.

Таблица 4.10- Количество солей , выносимых р.Амударьей (по осредненным данным Гидромета Узбекистана)

р. Амударья - Тюямуюн, 8 км ниже плотины												
годы	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
минерализация (M), мг/л	1064	696	1122	1107	1011	508,7	857,3	843,2	657	833,7	740	1251,6
расходы воды (Q), м³/с	526,0	1530,0	782,0	353,0	298,0	758,0	1020,0	762,0	1270,0	689,0	525,0	352,0
объем воды (W),км³	16,59	48,26	24,66	11,13	9,4	23,9	32,17	24,03	40,06	21,73	16,56	11,1
кол-во солей (S), тыс.т.	17652	33589	27668,5	12320,9	9503,4	12157,9	27579,3	20262,1	26319,4	18116,3	12254,4	13892,8
р.Амударья - г.Кипчак												
годы	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
минерализация (M), мг/л									868,2	1078,9	1071,6	1094,2
расходы воды (Q), м³/с	288	1090	506	224	145	511	823	603	961	466	342	190
объем воды (W),км³	9,08	34,38	15,96	7,06	4,57	16,12	25,96	19,02	30,31	14,7	10,79	6
кол-во солей (S), тыс.т.									26315,1	15859,8	11562,6	6565,2
р. Амударья - к.Саманбай, в черте кишл.												
годы	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
минерализация (M), мг/л	1392	942	996	1211	1331	2394,2	1070,4	1022,2	925	1085,8	1292,9	1304,2
расходы воды (Q), м³/с	23,1	635	131	41,7	3,23	95,5	280	134	424	85,7	18,1	10,4
объем воды (W),км³	0,73	20,03	4,13	1,32	0,1	3,01	8,83	4,23	13,37	2,7	0,57	0,33
кол-во солей (S), тыс.т.	1016,2	6850,3	4113,5	1598,5	133,1	7206,5	9451,6	4323,9	12367,2	2931,7	736,9	430,4

Изменение состава солей в реках. Соли, находящиеся в водах и почвах оазисов, имеют важное значение в развитии сельскохозяйственных растений. Некоторые соли оказывают даже положительное влияние на их жизнедеятельность. Так, например, большая часть кальциевых солей, пропитывая оболочки клеток или откладываясь между клетками, придает тканям и органам растений прочность. Кроме того, соли кальция участвуют в нейтрализации органических кислот, которые накапливаясь в клетках до значительных концентраций, вредно действуют на них. Магний, входящий в состав природных солей, участвует в построении зеленого красящего вещества клеток - хлорофилла. Он также участвует в синтезе новых органических веществ.

Однако большинство природных солей оказывают вредное (токсичное) действие на рост растений. Практикой выявлено, что именно хлориды натрия, магния и кальция, сульфаты натрия и магния, карбонат и бикарбонат натрия (углекислая и двууглекислая сода) являются токсичными солями, т.е. их присутствие в водах и почвах угнетающе действует на развитие сельскохозяйственных культур или даже приводят к их гибели.

При сравнении солей по степени токсичности В.А.Ковда (1946) предлагает следующую оценку: если условно считать, что токсичность соды (Na_2CO_3) равна 10 баллам, то токсичность у хлорида натрия (NaCl) равна 7 баллам у сульфата натрия (Na_2SO_4) и магния (MgSO_4) равна 5-3 баллам, а у сульфата кальция (CaSO_4) и углекислого кальция (CaCO_3) - примерно 1 баллу [12].

Рассмотрим теперь, какие соли присутствуют в настоящее время в речных водах Узбекистана и дадим оценку их токсичности.

Содержание токсичных солей в воде р.Амударья повышено уже в верховье реки (у створа Термез): здесь углекислый кальций не преобладает над другими солями. Даже в половодье в последние годы в воде преобладают сульфат натрия и хлорид натрия. В межень содержание последней соли увеличивается до 4,12 мг/экв.

К нижнему течению реки в воде сохраняются те же соли, только иногда в ней образуется и хлорид магния. В связи с ростом минерализации содержание всех солей в воде увеличивается, особенно это относится к хлориду натрия, токсичность которого, по оценке мелиораторов, как уже отмечалось, равна 7 баллам.

К створу Саманбай содержание токсичных солей в речной воде вновь несколько увеличивается. Преобладающее место занимает хлорид натрия, в межень до 15,63 мг-экв. Повышено также содержание сульфата магния: до 8,22 мг-экв. Содержание нетоксичных солей в сумме достигает всего 8,00 мг-экв. В нижнем течении р.Амударья

в последние годы значительно увеличилась минерализация речной воды, так, у Саманбая она в отдельные месяцы сейчас повышается до 1,7 г/л.

Хорошая по качеству вода в верхнем течении р.Сурхандарья, особенно во время половодья, когда в ней преобладает двууглекислый кальций. В межень содержание токсичных солей несколько увеличивается, но качество воды в целом не меняется.

В низовье реки у створа Мангузар содержание токсичных солей (особенно в межень) значительно увеличивается. Преобладающее место занимает сульфат магния - до 5,35 мг-экв; повышено также содержание хлорида и сульфата натрия, соответственно 2,79 и 2,67 мг-экв.

В р.Шерабад минерализация речной воды повышена за счет естественных условий. Во время половодья и в межень среди солей преобладает хлорид натрия - 4,65 и 16,90 мг-экв. Суммарное содержание токсичных солей также превышает содержание нетоксичных солей. Несмотря на это, как уже отмечалось, воды этой реки издавна используются на орошение. Естественно, что повышенное содержание в воде токсичных солей и ее высокая минерализация (до 2,6 г/л) сказываются как на изменении химизма орошаемых почв, так и на урожайности сельскохозяйственных культур.

Вода р.Зеравшан исключительно благоприятна для орошения. У створа Дупули в течение года в составе воды преобладает двууглекислый кальций: 1,27-2,34 мг-экв. Содержание токсичных солей незначительно.

Значительно изменяется состав воды ниже Самаркандского оазиса у створа Навои. Среди солей во время половодья начинает преобладать сульфат магния (до 4,45 мг-экв), а в межень сульфат натрия (до 7,79 мг-экв). Таким образом, в Бухарский оазис поступает речная вода с повышенным содержанием токсичных солей. Очень хорошая вода по качеству и в верховье р.Кашкадарьи у створа Варганзи. Круглый год в воде преобладает нетоксичная соль: двууглекислый кальций.

Очень сильно меняется состав речной воды по течению у створа Каратикон, особенно в межень» когда река начинает интенсивно дренировать грунтовые воды. В этот период минерализация воды иногда достигает до 4,13 г/л, а преобладающие места в содержании солей занимают сульфат магния и хлорид натрия, соответственно 25,61 и 23,24 мг-экв.

К нижнему течению реки в воде сохраняются те же соли, только иногда в ней образуется и хлорид магния. В связи с ростом минерализации содержание всех солей в

воде увеличивается, особенно это относится к хлориду натрия, токсичность которого, по оценке мелиораторов, как уже отмечалось, равна 7 баллам.

К створу Саманбай содержание токсичных солей в речной воде вновь несколько увеличивается. Преобладающее место занимает хлорид натрия: в межень до 15,83 мг-экв. Повышено также содержание сульфата магния: до 8,22 мг-экв. Содержание нетоксичных солей в сумме достигает всего 8,60 мг-экв. В нижнем течении р.Амударья в последние годы значительно увеличилась минерализация речной воды, так, у Саманбая она в отдельные месяцы сейчас повышается до 1,3-1,5 г/л.

4.4. Формирование коллекторно-дренажной сети и вынос солей с орошаемых массивов.

Острый дефицит воды ощущают все орошаемые зоны дельтовой части Амударьи, в особенности территории северных районов республики. Отсутствие воды в осенний и вегетационный период приводит к невыполнению плана посева сельскохозяйственных культур, а также к значительному снижению урожая.

Учитывая вышесказанное, в период 1991-2006 гг. значительно возросла роль коллекторно-дренажных вод данного региона при решении существующих водохозяйственных проблем [9,10,28,46,57].

Согласно данным Госкомземгеодезкадастра, динамика изменения площади орошаемых земель **Сурхандарьинской области** следующая, в тыс. га: в 1995г. было орошено 327,7 в тыс. га; в 1999г.- 329,3; в,2000г.- 328,2; в 2001г.- 324,6; в 2002г.- 325,8; в 2003г.-326,6 тыс.га, площадь всех земель области составляет 2009,9 тыс. га. На 1 января 2010 г. орошалось 326 тыс. га.

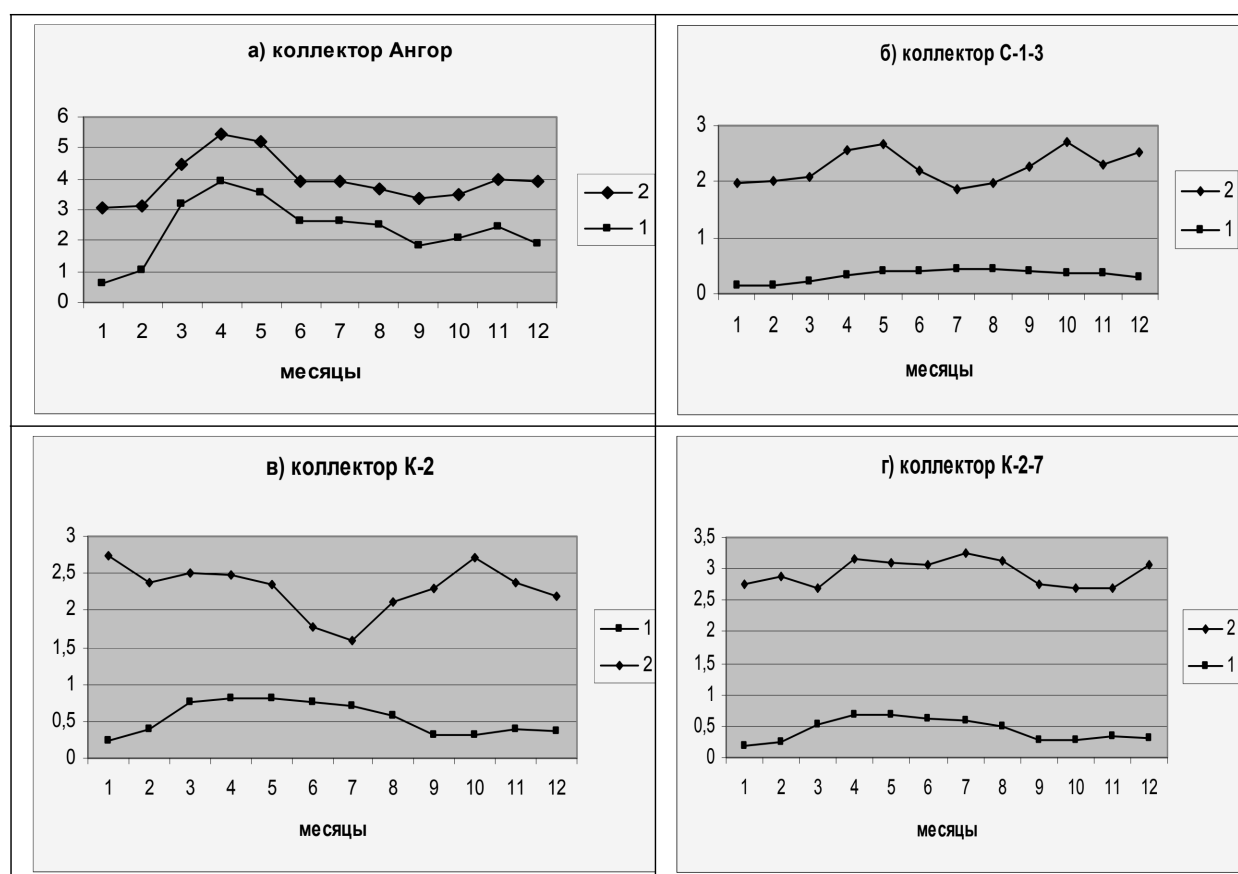
Большая часть всех коллекторов находится в юго-восточной части области. Самый большой годовой сток у коллектора ВСТ – 164 млн.м³. Вся эта группа коллекторов впадает в р. Амударью. Можно рассмотреть варианты строительства насосных станций на ВСТ и других коллекторах с подачей воды в канал Занг и машинный канал Джейхун. Орошаемые земли, расположенные в концевой части системы канала Занг постоянно испытывают дефицит оросительной воды.

Значительное число магистральных коллекторов впадает в Сурхандарью. Наибольшие расходы воды наблюдаются в коллекторах К-1, К-2, К-5, в среднем за год они равны 0,71 — 1,62 м³/с. Средняя минерализация коллекторных вод меняется от 0,36

(К-2) до 1,90 г/л (Мехнат-рохат-1). Однако при освоении новых засоленных земель минерализация воды в коллекторах может достигать и больших величин — от 6,2 г/л (К-2-2) до 42,9 г/л (К-2-3-2-2). При этом состав воды становится хлоридным—натриевым (Х—Н). Эти сведения получены сотрудниками института Узмелиолойха и результате отбора проб воды в первые годы работы коллекторов, расположенных в Гагаринском районе.

В 1930 г. в данном бассейне коллекторно-дренажная сеть отсутствовала. Однако недостаточная дренированность бассейна обусловила здесь интенсивное строительство коллекторно-дренажной сети. Она начала строиться в 1940-е годы. В 1969г. протяженность магистральных коллекторов составляла 759 км, а в 2009 г. – 1117 км.

В процессе исследований было изучено среднемноголетнее внутригодовое распределение расходов и минерализации дренажно-сбросных вод в коллекторах Сурхандарьинской области, осредненное за 2003-2012гг. (рис.4.7).



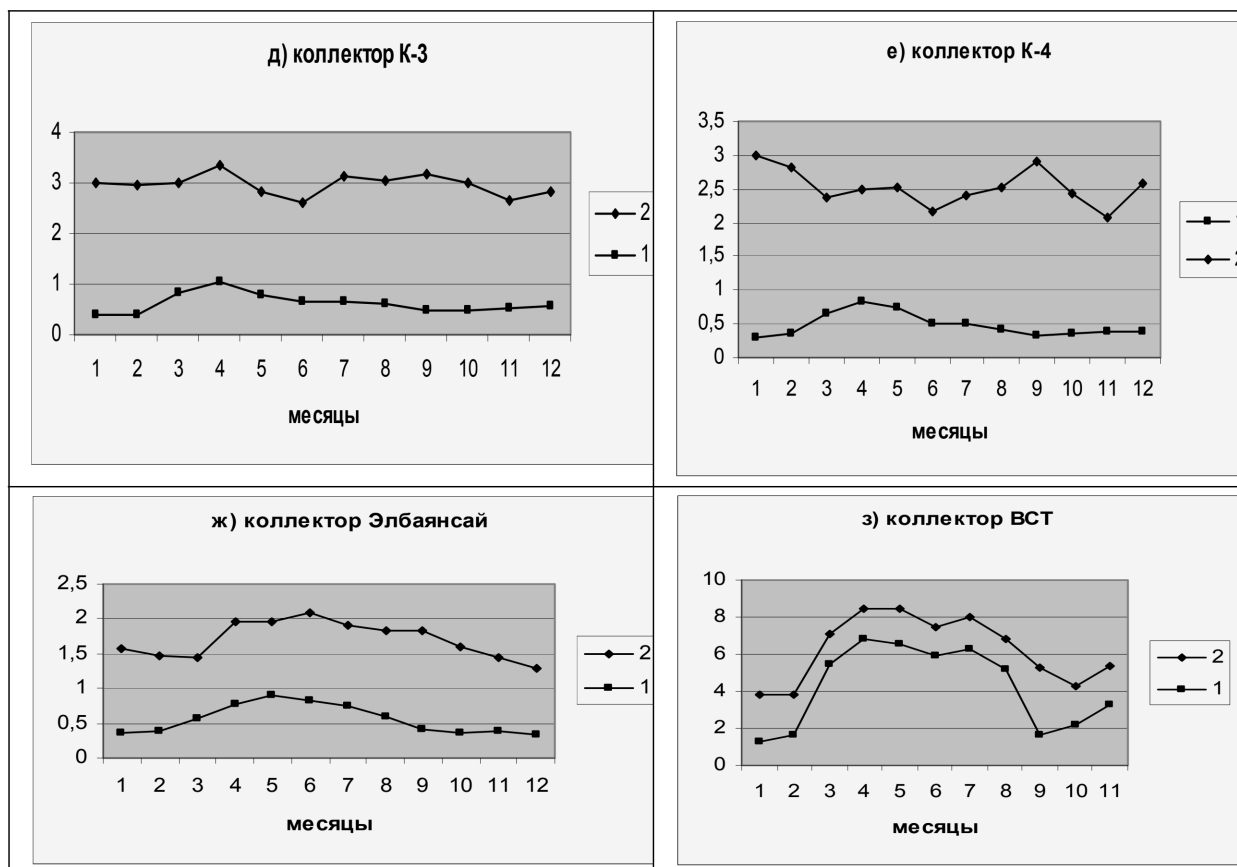


Рис.4.7 -Среднемноголетнее (2003-2012гг.) внутригодовое распределение расходов (1) и минерализации (2) дренажно-сбросных вод в коллекторах Сурхандарьинской области

В коллекторе Ангор расходы воды внутри года изменяются от 0,6 – 3,9 м³/с, а минерализация - от 0,63 до 3,89 г/л; в коллекторе С-1-3 расходы воды внутри года изменяются от 0,14 – 0,42 м³/с, а минерализация - от 1,5 до 2,3 г/л; в коллекторе К-2 расходы воды внутри года изменяются от 0,24 – 0,76 м³/с, а минерализация - от 1,6 до 2,74 г/л; в коллекторе К-2-7 расходы воды внутри года изменяются от 0,19 – 0,66 м³/с, а минерализация - от 2,1 до 2,6 г/л; в коллекторе К-3 расходы воды внутри года изменяются от 0,14 – 0,42 м³/с, а минерализация - от 1,5 до 2,3 г/л; в коллекторе К-4 расходы воды внутри года изменяются от 0,31– 0,83 м³/с, а минерализация - от 2,1 до 2,9 г/л; в коллекторе Элбаянсай расходы воды внутри года изменяются от 0,37 – 0,89 м³/с, а минерализация - от 0,8 до 1,25 г/л; в коллекторе ВСТ расходы воды внутри года изменяются от 1,3 – 6,8 м³/с, а минерализация - от 1,6 до 2,5 г/л.

Минерализация дренажно-сбросных вод в целом по области не высокая и мало и, меняется внутри года. В большинстве районов северной зоны ее значение не превышаем 1.5 г/л, в южной зоне уровень минерализации коллекторных вод значительно выше, среднегодовая величина их минерализации составляет 2 г/л. Коллекторный сток Сурхандарьинской области необходимо использовать, согласуясь

не только с величиной минерализации воды, но и с орографическими и другими природными особенностями речных бассейнов. В горной части бассейнов коллекторные воды лучше сбрасывать в реки и водохранилища для пополнения их водоносности, строго наблюдая за изменением минерализации воды (предел 1,0 г/л) и содержанием токсичных веществ.

Коллекторный сток Сурхандарьинской области необходимо использовать, согласуясь не только с величиной минерализации воды, но и с орографическими и другими природными особенностями речных бассейнов. В горной части бассейнов коллекторные воды лучше сбрасывать в реки и водохранилища для пополнения их водоносности, строго наблюдая за изменением минерализации воды (предел 1,0 г/л) и содержанием токсичных веществ.

В среднем течении реки сброс коллекторных вод необходимо максимально уменьшить, используя их для создания водных природных комплексов и разведения рыб, в промышленных целях, в коммунально-бытовых целях, частично для поливов и промывок сильно засоленных почв, пополнения запасов грунтовых вод и др.

В нижнем течении рек коллекторный сток предпочтительно использовать для орошения солеустойчивых культур, промывок солончаков, сохранения водоемов, важных с экологической точки зрения. При практическом использовании стока малых и больших коллекторов в их концевых участках необходимо построить специальные резервуары для сбора воды, использовать перекачку воды насосами па одного русла и другое.

Серьезно и осторожно следует относиться к использованию минерализованных вод для орошения сельскохозяйственных культур. При этом следует учитывать не только уменьшение существующих оросительных норм, но и введение новых перспективных способов поливов, переустройство оросительных сетей. Для практического решения этой проблемы необходимо провести районирование имеющихся земель по физическим, химическим, гидрогеологическим и мелиоративным характеристикам.

В Кашкадарьинском бассейне развито интенсивное орошаемое земледелие, и поэтому как сама Кашкадарья, так и ее притоки практически полностью разбираются на орошение. Собственных водных ресурсов для этой цели в бассейне не хватает и оросительные системы подпитываются каналом из бассейна р. Зеравшан. Вся западная часть бассейна питается водами Амударьи, подаваемыми по Каршинскому магистральному каналу.

В бассейне Кашкадарьи, как и во многих речных бассейнах Средней Азии, четко выделяются две области: область формирования стока и область его рассеивания. Границу между ними можно условно провести по изогипсе 600-700 м [46,48].

В Кашкадарьинской области коллекторно-дренажные воды в небольшом объеме использовались в Касанском, Касбинском, Миришкарском и в ещё меньшем объеме в Каршинском, Нишанском и Мубарекском районах. В маловодные годы водозабор из коллекторов был увеличен в 5 раз, а в 2011 году данный показатель снизился в 4 раза.

Общая протяженность открытого горизонтального дренажа в настоящее время составляет 4360 км, закрытый горизонтальный дренаж имеет место во всех административных районах области, 70% находится в новой зоне орошения. Вертикальный дренаж обслуживает площадь в 45 тыс. га (512 скважин).

Река Кашкадарья является главным трактом системы отвода коллекторных вод для верхней зоны, а также Касанского и Мубарекского районов нижней зоны. В настоящее время река принимает до 300 млн.м³ или 20-30 % от общего стока коллекторных вод области. Значительная часть этого стока поступает на территорию Бухарской области и заполняет комплекс водоприемников Деуханы, а в многоводные годы - понижение Ходичу. Другая часть коллекторного стока, поступающего по Кашкадарье, отводится к югу от реки коллекторами Сичанкуль и СВ-1 в Южный коллектор, являющийся основным трактом по отводу коллекторных вод с Каршинской степи.

Сичанкульский коллектор в настоящее время находится в стадии строительства для отвода коллекторных вод с Касанского и Мубарекского районов от русла Кашкадарьи путем строительства единого тракта Северный коллектор - Ачанкуль - Южный коллектор. Это мероприятие позволит снизить минерализацию воды в р. Кашкадарье, забираемой на орошение, а также способствовать опреснению водоемов Деухана.

Южный коллектор проходит по южной части орошаемой зоны Каршинской степи и, после впадения в него коллектора Сичанкуль, пересекает границу с Туркменистаном. Его сток в объеме до 1800 млн. м³ и расходом 100 м³/с поступает в озеро Султандаг и через него в Амударью. Озеро Султандаг может использоваться в качестве регулятора для накопления стока и его сработки в реку в период паводков, когда минерализация воды в реке низкая.

По просьбе Туркменистана о снижении сбросов в озеро Султандаг, на Южном коллекторе было построено перегораживающее сооружение и специальный отводящий

канал пропускной способностью $100 \text{ м}^3/\text{с}$ в Сичанкульское понижение, расположенное на территории Кашкадарьинской области.

В системе отвода коллекторно-дренажных вод (КДВ) Кашкадарьинской области имеется Атчинское понижение, являющееся сравнительно небольшим приемником КДВ. Имеющийся выпуск из Атчинского понижения в ЮК в настоящее время перекрыт.

Долина Кашкадарьи освоена под орошаемое земледелие давно, но здесь всегда ощущался недостаток поливной воды. Бассейн этой реки отличается крайним маловодьем. Снеговое питание большинства притоков Кашкадарьи определяет резкое уменьшение ее водоносности в августе. Особенно тяжелым бывает положение в маловодные годы.

Для улучшения водообеспеченности земель в долину Кашкадарьи была осуществлена переброска сначала зарафшанской воды, а затем и амударьинской. Сток Кашкадарьи используется на орошение только в пределах ее долины, так как все земли, расположенные ниже г. Карши, получают воду из Амударьи. Однако в долине Кашкадарьи свободных площадей значительно больше, чем можно оросить за счет речных вод.

В верхней зоне, величина дренажно-сбросного стока колеблется в пределах 220-300 млн. м^3 , что составляет 20 % от водоподачи. Основная часть возвратного стока формируется на территории новой зоны орошения, где процент возврата от водоподачи увеличивается до 45 %, а объем стока составляет 1400-1800 млн. м^3 .

Основная доля стока (57-59 %) наблюдается в вегетационный период. Максимальные объемы приходятся на апрель-май. В общем объеме стока коллекторов значительную долю, особенно в апреле-мае составляют паводковые воды и поверхностные воды с орошаемых полей, что значительно увеличивает нагрузку на коллекторно-дренажно-сбросную сеть, что в свою очередь ведет к снижению качества работы дренажных систем и является причиной ухудшения мелиоративного состояния земель.

Был проведен анализ многолетнего изменения объема коллекторно-дренажного стока Кашкадарьинской области (рис. 4.8). Используя данные Ш.О.Мурадова [15] были учтены значения составляющих водохозяйственного баланса за характерные гидрологические годы бассейна р. Кашкадарья (табл. 4.10).



Рисунок.4.8 - Изменение объемов коллекторно-дренажного стока Кашкадарьинской области

Кашкадарьинская область разделена на две зоны по природно-хозяйственным условиям и времени освоения земель. Верхняя зона - включает, в основном, староорошаемые земли Гузарского, Камашинского, Китабского, Чиракчинского, Шахрисябского и Яккабагского районов и нижнюю зону нового освоения, на территории Каршинского, Касанского, Касбийского, Мубаракского, Нишанского и Миришкорского районов.

Таблица 4.10- Значения составляющих водохозяйственного баланса за характерные гидрологические годы бассейна р. Кашкадарья, мм/год.

Элементы баланса	1969 год			1986 год			1968 год		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Суммарный забор воды на орошение, W_3	645	1049	1704	565	434	1128	501	1063	1047
Атмосферные осадки, W_0	860	567	488	414	224	155	583	348	215
Дренажный сток, W_d	53	32	373	65	54	254	36	21	231
Суммарное испарение, W_p	279	248	227	436	537	380	383	447	436
Изменение запасов влаги в толще почвогрунтов, $\pm \Delta W$	+1173	+1336	+1592	+478	+67	+649	+665	+943	+595
Годовой коэффициент	3,08	2,29	2,15	0,95	0,42	0,41	1,52	0,78	0,49

аридности, Ка									
---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Примечание: 1969 – многоводный год; 1986 – маловодный год; 1968 – средний по водности год. 1-верхний ПВХР; 2- средний ПВХР; 3-нижний ПВХР (природно-водохозяйственный район)

Из общей площади орошаемых земель порядка 495,0 тыс. га в верхней зоне расположены 190,0 тыс. га, на территории районов нижней зоны - 305,0 тыс. га. Водные ресурсы, располагаемые областью, представляют собой сумму лимитов водоподачи из рек: Амударьи и Заравшана, объем стока р. Кашкадарьи и коллекторно-дренажных вод, пригодных к использованию.

Объем поверхностных вод по области составляет 6,7 км³, в том числе собственные ресурсы речного стока - 1,3 км³ или 19 % от общего количества [15,20,46].

Наиболее крупными магистральными каналами являются: Каршинский магистральный канал (КМК), его ветка Миришкор, канал Эскиангар, воды из Чимкурганского и Пачкамарского водохранилищ. Общая протяженность межхозяйственной оросительной сети составляет 1650 км, внутрихозяйственной 20,1 тыс. км.

Мелиоративное состояние земель, по такому показателю как уровень грунтовых вод (УГВ) в целом по области благополучное. Земли с УГВ до 2 м от общей орошаемой площади в настоящее время составляют 12,1 тыс. га или 2,4 %.

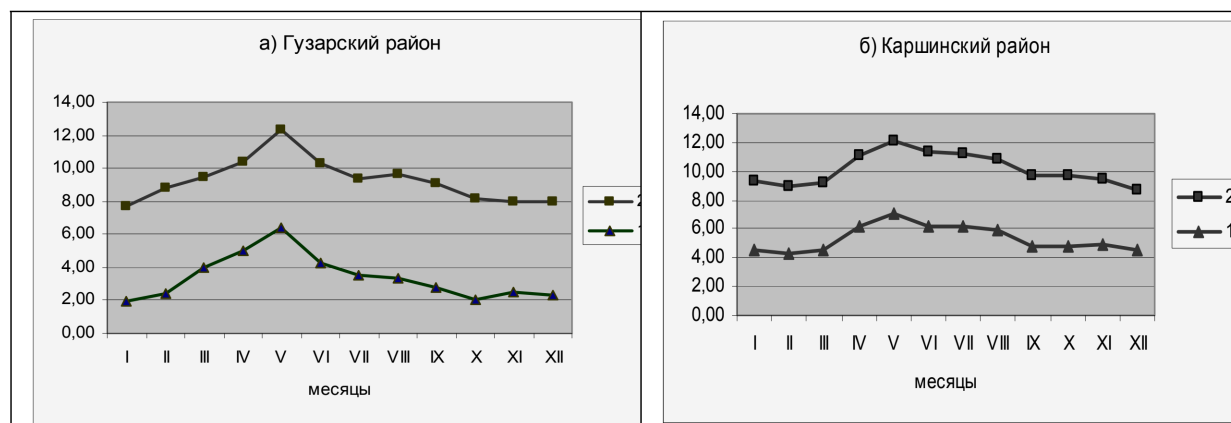
Засоленные земли и солончаки составляют 62,6 тыс. га или 12,2 % от общей площади орошаемых земель. В нижней зоне находится 48 тыс. га таких земель, в основном, в Касанском, Мубарекском и Нишанском районах. В верхней зоне засоленные земли составляют 13,9 тыс. га или 7 %. Основная площадь этих земель расположена в Гузарском (6,5 тыс. га) и Камашинском (5,4 тыс. га) районах.

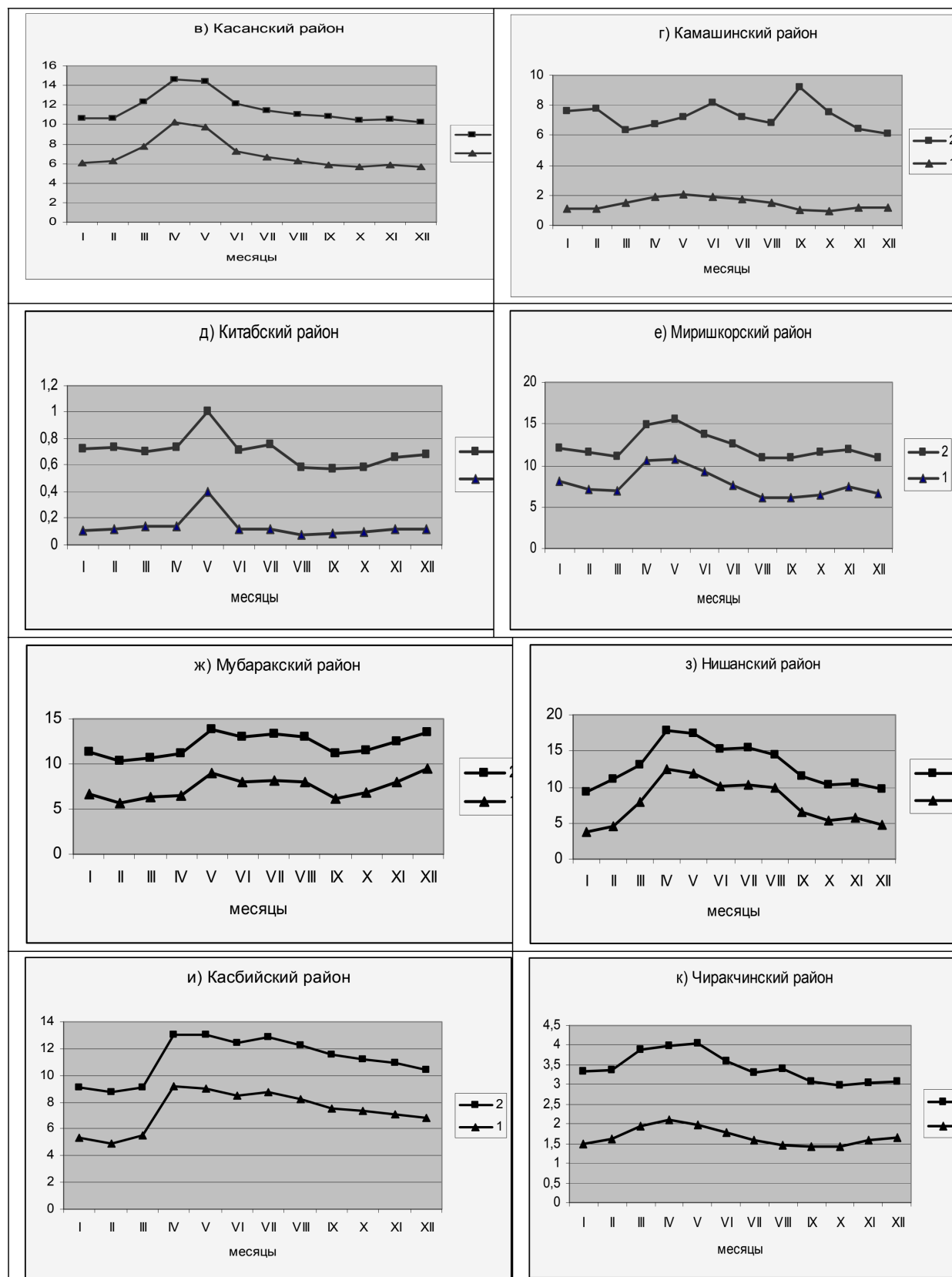
Минерализация грунтовых вод по области не стабильна. Порядка 24 % или 120,9 тыс. га орошаемой площади имеют минерализацию грунтовых вод 1-3 г/л, более 3 г/л - на площади 280,8 тыс. га. Наибольшая минерализация достигает 12 г/л, в районах нижней зоны. По химическому составу воды, в основном, принадлежат к сульфатно-натриевому (С-Н) типу. Объем дренажно-сбросных вод составляет 1,6-2,0 км³, что составляет 35 % от подачи воды на границе районов. В среднем, за последние 15 лет, годовой сток составляет 1,7 км³, в многоводные годы он достигает 2 км³, в маловодные - понижается до 1,7 км³.

Сведения о минерализации коллекторно-дренажных вод малочисленны, так как до 1977г. здесь не было химической лаборатории. В коллекторах Китабского и Шахрисабзского районов минерализация воды не превышает 1,2 г/л, в Чиракчинском равна 1,02—3,22, в Касанском—1,80—6,49, в Яккабагском —2,02—7,41, в Камашинском —2,95—7,69 и в Каршинском колебалась от 3,86 до 8,33 г/л. В Дехканабадском, Мубарекском, Нишанском и Усман-Юсуповском районах минерализация коллекторных вод не определяется. Повышенная минерализация наблюдается в коллекторах, отводящих воду с сильнозасоленных земель. Предположительный состав дренажных вод при минерализации более 5 г/л сульфатно-натриевый (был оценен по изменению химизма грунтовых вод). Необходимо дальнейшее изучение гидрохимического режима коллекторно-дренажных вод по отдельным коллекторам и дренам.

Расчеты показали, что в Гузарском районе среднегоголетняя величина расходов воды (1) равна 3,37 м³/с, а среднегоголетняя величина минерализации (2) равна 5,9 г/л; соответственно в Каршинском районе 1 – 5,32 м³/с, 2 – 4,84 г/л; в Касанском районе 1- 6,94 м³/с, 2 – 4,67 г/л; в Камашинском районе 1- 1,43м³/с, 2- 5,84 г/л; в Китабском районе 1 – 0,14м³/с, 2- 0,57 г/л; в Миришкорском районе 1- 7,74 м³/с, 2- 4,55 г/л; в Мубаракском 1- 7,43 м³/с, 2- 4,69 г/л; в Нишанском районе 1- 7,77 м³/с, 2 - 5,22 г/л; в Касбийском районе 1- 7,35 м³/с, 2- 3,86 г/л; в Чиракчинском районе 1- 1,67 м³/с, 2 – 1,75 г/л; в Шахрисабзском районе 1- 0,12 м³/с, 2- 0,60 г/л; в Якабагском районе 1 -1,64 м³/с, 2- 2,95 г/л (рис.4.9).

Минерализация коллекторных вод за последние 10 лет, в целом по области, относительно стабильная и составляет 5,6-6,1 г/л, в том числе по верхней зоне 4.3-6,0 г/л и по нижней зоне до 5,8 г/л. Межхозяйственная коллекторная сеть области представлена открытыми земляными каналами общей протяженностью 2468 км, из них 1400 км находится на территории новой зоны орошения.





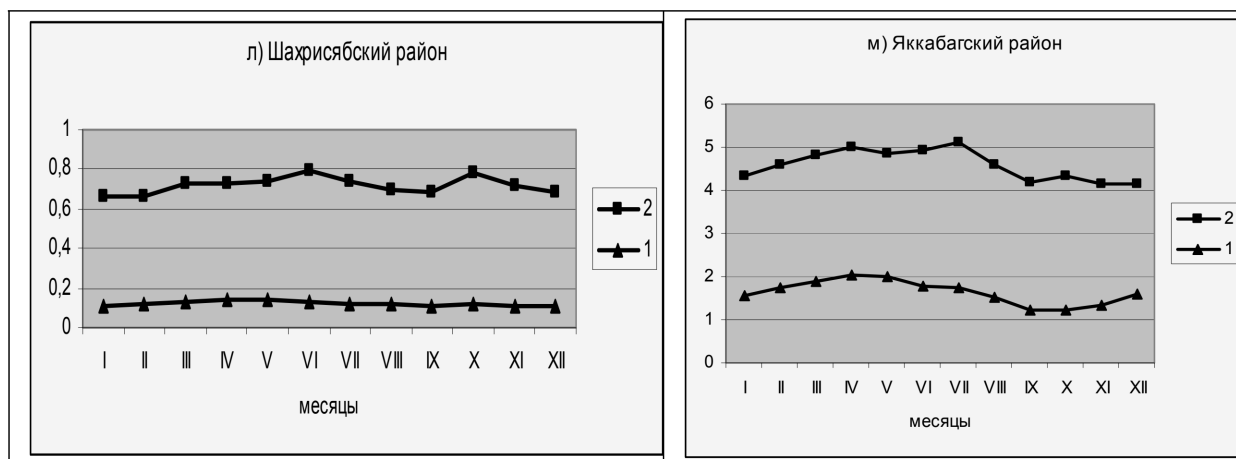


Рис.4.9- Среднемноголетнее (2009-2013гг.) внутригодовое распределение расходов воды (1) и минерализации (2) в административных районах Кашкадарьинской области: а) Гузарский, б)Каршинский, в)Касанский, г) Камашинский, д) Китабский, е)Миришкорский, ж) Муборакский, з) Нишанский, и) Касбийский, к) Чиракчинский, л)Шахрисябский, м) Яккабадский.

В дальнейшем планируется провести исследования гидрологического и гидрохимических режимов отдельных магистральных коллекторов.

С орошаемой территории **Хорезмской области** коллекторно-дренажные воды в основном отводятся по межреспубликанским коллекторам Озерному и Дарьялыкскому, сток с которых попадает в Сарыкамышскую впадину (табл.4.11). Из других коллекторов можно выделить Шават-Андреевский, Диванкульский, Газават-Дауданский, Карадинский. Только с 1930 г. по 1972г. длина всей коллекторно-дренажной сети увеличилась с 600 до 5068 км, а к 1986 г. превысила 8600 км, а в 2010 г. более 9,0 тыс.км [5,12,28,57,59].

За пределы области выносятся до 2,9 млн.м³ воды в год, со средней минерализацией 3,5– 3,8 г/л. Вынос солей дренажной сети превышает их поступление с оросительной водой на 3,8–5,9млн.т (выносятся 7,0-10 млн. т, а поступает 3,2 – 4,2 млн.т).

Наибольшая величина расхода воды наблюдается в Озерном коллекторе: $Q_{\text{ср.год}} = 60,6 \text{ м}^3/\text{с}$, наименьшая в притоке Ташсака $-Q_{\text{ср.год}} = 1,24 \text{ м}^3/\text{с}$. Среднегодовая величина минерализации воды изменяется от 0,93 (Чалузьяк) до 6,11 г/л (Шават-Андреевский).

Если судить по отобраным пробам воды в отдельных коллекторах Хорезмской области и данным ее анализа, то по составу она была отнесена к сульфатно-хлоридной–кальциево-магниевно-натриевой (СХ - КМН).

Таблица 4.11- Гидрологические характеристики Озерного коллектора за 2005 – 2011гг.

Годы	Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сред. за год
2005	Расход, м ³ /с	22,75	26,53	51,53	69,15	55,91	71,51	110,84	101,81	71,26	56,91	36,43	18,8	57,78
	Сток, тыс.м ³	61,85	66,39	140,73	179,2	150,01	185,39	297,33	273,67	184,59	147,56	94,42	50,84	1831,96
	Минерал.,г/л	4,0	3,55	2,97	2,76	2,54	2,46	2,36	2,33	2,5	2,67	3,1	3,54	2,9
2006	Расход, м ³ /с	25,05	19,53	60,51	49,2	39,69	60,9	76,17	66,98	50,2	38,3	25,9	13,74	44,07
	Сток, тыс.м ³	66,46	46,14	164,01	128,28	106,69	157,89	204,68	178,94	130,11	102,58	67,08	36,82	1389,68
	Минерал.,г/л	3,13	3,15	3,13	3,06	3,11	3,13	2,5	3,4	3,57	3,84	3,95	3,98	3,33
2007	Расход, м ³ /с	22,18	21,36	43,19	45,28	34,63	40,28	77,64	75,77	47,17	30,11	23,31	12,47	39,45
	Сток, тыс.м ³	59,37	51,05	117,53	117,87	93,35	104,42	208,07	196,38	122,18	80,69	60,32	33,42	1244,65
	Минерал.,г/л	3,95	3,96	3,89	3,93	3,92	3,93	3,74	3,5	4,22	3,91	4,3	4,38	3,97
2008	Расход, м ³ /с	13,62	14,68	48,41	41,77	10,68	16,52	21,37	3,71	3,35	2,81	2,81	2,8	15,21
	Сток, тыс.м ³	36,47	36,74	129,73	108,3	28,63	42,78	56,66	9,83	8,65	7,52	7,27	7,5	480,08
	Минерал.,г/л	4,2	4,03	3,52	3,34	4,4	4,0	3,81	4,04	4,41	5,39	5,74	5,76	4,38
2009	Расход, м ³ /с	3,05	6,25	39,6	20,7	29,13	50,68	65,72	108,4	87,61	55,48	31,41	19,13	43,13
	Сток, тыс.м ³	8,17	15,09	107,17	53,63	78,51	131,34	176,46	290,33	227,05	147,3	81,42	51,72	1368,19
	Минерал.,г/л	5,7	5,14	4,1	4,3	3,57	3,31	3,17	3,03	3,22	3,65	3,91	3,94	3,92
2010	Расход, м ³ /с	35,28	45,9	70,37	60,63	61,65	99,16	144,05	151,17	104,27	71,34	27,73	22,23	74,5
	Сток, тыс.м ³	94,43	111,03	188,47	157,11	165,11	257,03	386,07	405,35	270,28	191,14	71,82	59,56	2357,42
	Минерал.,г/л	3,69	3,47	3,41	3,4	3,1	3,0	3,0	3,0	2,8	3,4	3,5	3,4	3,26
2011	Расход, м ³ /с	22,78	15,3	44,46	58,09	29,13	16,08	8,46	3,96	19,49	13,33	8,03	12,83	21,0
	Сток, тыс.м ³	61,01	37,03	119,06	150,57	78,03	41,69	22,67	10,61	50,51	35,72	20,81	34,58	662,51
	Минерал.,г/л	4,33	3,83	2,96	3,89	4,86	5,32	7,36	11,14	4,38	4,45	4,69	4,8	5,17

Водозабор и водоотведение по Хорезмской области за ряд лет приведены в табл.12.

Таблица 4.12- Водозабор и водоотведение по Хорезмской области за ряд лет (данные Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан)

Годы	Орошаемая площадь, тыс.га	Водозабор		Водоотведение		Удельные показатели, тыс.м ³ .га			Доля водоотведения от водоподачи
		Объём млн. м ³	Минерализация, г/л	Объём млн.м ³	Минерализация, г/л	Водозабор	Водоотведение	Безвозвратное водопотребление	
1990		4493	0,9	2740	3,7	18	11	7	0,6
1991		4673	0,9	3194	3	19	13	6	0,7
1992		5213	0,8	3835	2,7	21	15	6	0,7
1993		5104	0,9	3907	2,7	20	15	5	0,8
1994		5114	0,9	4009	2	21	16	5	0,8
1995	255,6	4361	0,9	3105	2,3	17	12	5	0,7
1996	255,3	4920	0,8	3786	2,7	19	15	4	0,8
1997	253,0	4237	0,9	3106	2,7	17	12	5	0,7
1998	251,4	5795	0,9	3898	2,7	21	11	10	0,5
1999	251,2	5363	0,8	4129	2,2	19	14	5	0,7
2000	275,3	3289	0,9	1659	3,3	12	6	6	0,5
2001	275,9	2184	0,8	895	2,8	8	3	5	0,4
2002	276,2	4060	0,9	2870	2,1	15	11	4	0,7
2003	276,4	4701	0,9	3136	2,4	17	11	6	0,7
2004	276,5	4760	0,8	3081	2,0	17	13	4	0,8

Основная часть, существующей к-д-с открытого горизонтального типа, незначительная часть (около 430 км) занимает закрытый горизонтальный дренаж. Дренируемая площадь составляет 368 тыс.га или 73 % от общей орошаемой площади.

Удельная протяженность внутрихозяйственных дрен на 1 га орошаемой площади составляет 32,8 пог.м, дренируемая площадь — 44,6 п. м/га.

Интенсивное развитие сельского хозяйства в республиках Центральной Азии привело к необходимости увеличения водообеспеченности этих районов. Однако, как будет показано ниже, сток р. Амударьи в настоящее время полностью используется на орошение. В период 1991-2006 гг. нехватка оросительной воды для полива хлопчатника, риса и других сельскохозяйственных культур в результате часто повторяющегося маловодья создает очень напряженную обстановку в условиях Республики Каракалпакстан [13,24,25,46].

Острый дефицит воды ощущают все орошаемые зоны дельтовой части Амударьи, в особенности территории северных районов республики. Отсутствие воды в осенний и вегетационный период приводит к невыполнению плана посева сельскохозяйственных культур, а также к значительному снижению урожая.

Учитывая вышесказанное, в период 1991-2009 гг. значительно возросла роль коллекторно-дренажных вод данного региона при решении существующих водохозяйственных проблем.

Основываясь, на материалах Каракалпакской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции в пределах орошаемой зоны Республики Каракалпакстан имеются бассейны крупных магистральных коллекторов (КС-1, КС-3, КС-4, ККС, Берунийский и Кызылкумский), большая часть стока которых направлена в сторону Аральского моря, а также отводится в различные ирригационно-сбросовые озера.

Начиная с 1960-х годов, с развитием сельского хозяйства в низовьях р. Амударьи строилась и развивалась коллекторно-дренажная сеть. Обеспеченность орошаемых земель Республики Каракалпакстан коллекторно-дренажной сетью за период 1993-2004 гг. приведена в табл.4.12.

Современная общая протяженность коллекторно-дренажной сети в республике составляет 19,90 тыс.км, из них магистральных и межхозяйственных — 3,41 тыс.км, внутрихозяйственных — 16,4 тыс.км (табл.4.13).

Таблица 4.13- Протяженность коллекторно-дренажной сети (км) в Республике Каракалпакстан в 1993-2004 гг.

Годы	Общая протяженность	В том числе			Удельная протяженность Внутрихозяйственной к-д-с. м/га
		Межхозяйственные коллектора	Магистральные коллектора	Внутрихозяйственная к-д-с	
1993	19718,7	2233,6	1034,6	16430,3	33,0
1994	19852,5	2136,1	1152,3	16610,9	33,3
1995	19894,5	2157,5	1152,3	16585,7	33,1
1996	19966,9	2180,8	1175,3	16610,7	33,3
1997	19801,8	2180,8	1175,3	16445,7	32,0
1998	19875,6	2208,1	1179,9	16487,7	32,9
1999	19893,0	2214,1	1184,9	16497,0	32,9
2000	19668,9	2235,0	1184,9	16249,0	32,9
2001	19669,0	2235,0	185,0	16249,0	32,1
2002	19837,1	2264,3	1151,7	16421,1	32,8
2003	19865,9	2267,5	1177,3	16421,1	31,7
2004	19865,9	2267,5	1177,3	16421,1	32,8

К сожалению, нужно отметить, что в настоящее время около 30% внутрихозяйственных к-д-с находятся в неудовлетворительном техническом состоянии из-за отсутствия вводов в межхозяйственные коллектора, еще 30% ежегодно заливаются и затрудняют водоотведение. Для нормального функционирования внутрихозяйственной к-д-с необходима их механизированная очистка один раз в 3-4 года, однако фактически их периодичность составляет двенадцать-тринадцать лет. Причина заключается в несостоятельности хозяйств, вновь создаваемых АВП и фермерских хозяйств содержать мелиоративную сеть.

Обеспеченность орошаемых площадей дренажом внутри республики.

Данная информация показана в таблице 4.14. Наибольшей протяженностью коллекторно-дренажной сети характеризуются Караузякский, Чимбайский, Канлыкульский, Элликкалинский и Турткульский районы, в которых длина к-д-с превышает 1700 км, несколько меньше она в Кунградском, Амударьинском, Берунийском, Тахтакупырском и Нукусском районах; заметно меньше в Ходжейлийском и Кегейлийском районах и незначительна в Бозатауском и Муйнакском районах.

Таблица 4.14- Обеспеченность орошаемых площадей дренажом в разрезе административных районов РК в 2002-2003 гг. (данные Каракалпакской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции)

Наименование районов	Годы	Орошаемая площадь нетто, тыс.га	Дренируемая площадь, тыс.га	Общая протяженность к-д-с, км	В том числе (км)		Удельная протяженность, - На общей орошаемой площади
					Межхозяйственная	Внутрихозяйственная	
Турткульский	2002	31,8	28,8	1755,3	434,3	1311,5	41,19
	2003	31,8	29,4	1768,1	443,8	1311,5	41,20
Элликкалинский	2002	34,0	28,1	1739,4	360,9	1378,5	40,5
	2003	34,0	28,1	1744,8	366,3	1378,5	40,5
Берунийский	2002	33,0	26,2	1401,2	300,1	1101,1	33,4
	2003	33,0	26,2	1401,2	300,1	1101,1	33,4
Амударьинский	2002	39,6	25,4	1410,3	290,8	1119,5	28,3
	2003	39,6	25,4	1410,3	290,8	1119,5	28,3
Ходжейлийский	2002	35,4	29,4	1199,1	291,6	907,5	25,6
	2003	35,4	29,9	1199,1	291,6	907,5	25,8
Шуманайский	2002	28,7	17,7	777,7	129,7	648,0	22,6
	2003	28,7	17,7	777,7	129,7	648,0	22,6
Канлыкульский	2002	34,7	32,8	1734,2	163,4	1570,8	45,3
	2003	34,7	32,8	1734,2	163,4	1570,8	45,3
Кунградский	2002	41,5	25,9	1650,7	232,7	1418,0	34,2
	2003	41,5	25,9	1661,2	243,1	1418,0	34,2
Нукусский	2002	31,0	25,7	1395,7	146,7	1249,0	40,3
	2003	31,0	25,7	1395,7	146,7	1249,0	40,3
Кегейлийский	2002	28,1	23,31	1118,3	170,1	948,2	33,7

	2003	28,1	23,20	1118,3	170,1	948,2	33,7
Чимбайский	2002	48,8	32,9	1749,0	253,9	1495,1	30,6
	2003	48,8	32,8	1749,0	253,9	1495,1	30,6
Караузякский	2002	35,4	27,5	1713,0	232,1	1480,9	41,8
	2003	35,4	27,5	1713,0	232,1	1480,9	41,8
Тахтакупырский	2002	34,6	30,4	1549,3	271,0	1278,3	36,9
	2003	34,6	30,4	1549,3	271,0	1278,3	36,9
Бозатауский	2002	30,0	11,0	532,6	92,9	439,7	14,64
	2003	30,0	11,0	532,6	92,9	439,7	14,64
Муйнакский	2002	11,9	1,9	111,3	36,3	75,0	6,3
	2003	11,9	1,9	111,3	36,3	75,0	6,3
Итого по республике	2002	500,1	367,9	19837,1	3416,0	16421,0	32,8
	2003	500,1	367,9	19865,8	3444,6	16421,1	31,7

Сведения о приближенном солевом балансе орошаемой территории Республики Каракалпакстан за 1997-2007 гг. приведены в табл.4.15. Коллекторно-дренажный сток оказывает влияние на мелиоративное состояние низовий р. Амударьи и является его показателем. К концу периода коллекторно-дренажный сток с орошаемой территории Каракалпакстана выносился пятнадцатью магистральными и межхозяйственными коллекторами в объеме 2,20 км³/год. Среднегодовая величина минерализации в коллекторах изменялась от 1,74 (коллектор КС-5) до 3,94 г/л.

Таблица 4.15- Приближенный водно-солевой баланс орошаемой территории Республики Каракалпакстан за 1997-2007 гг.

год	Водозабор в млн.м ³ .	Минерализация оросительной воды, в г/л	Поступление солей с оросительной водой, в тыс.т.	Коллекторно-дренажный сток, в млн.м3	Минерализация коллекторного стока, в г/л	Вынос солей коллекторами, в тыс. т.	Разность между поступлением и выносом солей в
1997	5891,78	1,26	7423,45	1755,9	4,20	7794,62	-371,17
1998	8104,1	1,13	9190,1	2813,6	3,33	9380,2	-190,16
1999	7800,8	1,12	8697,0	2737,0	3,57	9762,05	-1065,06
2000	3594,7	1,26	4547,3	1572,2	4,31	6779,32	-2232,03
2001	2173,1	1,40	3040,2	589,9	4,19	2472,86	+639,19
2002	5812,1	1,01	5887,7	1201,5	3,12	3751,08	+2136,6
2003	8029,9	1,10	8808,8	2249,5	3,05	6849,73	+ 1959,07
2006	7023,99	1,12	7873,89	2248,7	3,58	8057,09	-183,19
2007	6206,22	1,14	7106,12	1989,3	3,85	7648,86	-542,74
2013	6155,70	1,02	6254,19	1712,2	3,31	5670,81	+583,38

Выводы:

-ввиду нехватки оросительной воды в речном бассейне р.Амударьи в настоящее время остро встал вопрос об использовании водных ресурсов в условиях их

ограничения. Поэтому очень важно рассмотреть историю развития агроландшафтов в различных частях бассейна, составить прогнозы объемов и качества речных вод на ближайшую и отдаленную перспективы в различных сценариях при переходе от экстенсивного пути использования агроландшафтов к интенсивному пути развития, а далее к инновационной экономике;

- одну из опасностей для орошаемой зоны Средней Азии представляет процесс засоления поливных земель. К 2011 году площадь засоленных земель в Республике Узбекистан уменьшилась и составила 49% от общей площади орошаемых земель (2108,8 тыс.га), в том числе сильнозасоленных 2,9% (124,1 тыс. га), средnezасоленных - 14,5% (624,6 тыс. га) и слабо засоленных - 31,6% (1360,2 тыс. га), например, анализ собранных данных показал, что в низовьях реки Амударьи большая часть орошаемых земель в той или иной степени засолена (78 %), а среди земель, пригодных к освоению, засоленные почвы и почвы, подверженные засолению при орошении, занимают основную часть;

- большое опасение вызывает также загрязнение орошаемых земель. Так, например, почвы долины Сурхандарьи подвержены высокому прессингу хлорорганических пестицидов (ХОП) - до 15 ПДК. В почвах и водах прилегающих к Таджикскому алюминиевому заводу (ТадАЗ) территориях установлены токсично высокие количества водорастворимого F и обменного Al, отмечается загрязненность всей трофической цепи: почва-вода-воздух-растения-животное-человек;

- средний уровень загрязнения почв Кашкадарьинской области токсикантами промышленного происхождения практически находится в пределах допустимых норм предельно допустимых концентраций (ПДК) и фоновых концентрации (ФК), но вызывает беспокойство локальность загрязнения почв вблизи ядомогильников, например, вблизи ядомогильника «Пачкамар». На территории некоторых бывших сельхозаэродромов также выявлено загрязнение почв выше ПДК отмеченными элементами;

- средний уровень загрязнения почв Каракалпакии токсикантами промышленного происхождения практически находится в пределах допустимых норм предельно допустимых концентраций (ПДК) и фоновых концентрации (ФК), но вызывает беспокойство локальность загрязнения почв вблизи ядомогильников, так например, уровень загрязнения ГХЦГ, ДДТ и их метаболитами вблизи некоторых ядомогильников составляет 10-15 ПДК. На территории 11 бывших сельхозаэродромов также выявлено загрязнение почв выше ПДК отмеченными элементами;

-в речных водах Средней Азии постоянно содержатся различные химические элементы (соли естественного происхождения, тяжелые металлы, остатки ядохимикатов и удобрений и т.д.), которые при орошении вызывают различные изменения в физико-химических свойствах орошаемых почв. Поэтому необходимо проводить постоянный мониторинг за качеством речных вод.

В последние годы наименьшая минерализация воды (0,17—0,40 г/л) наблюдается в верховьях Сурхандарьи (бассейны Тупаланга, Обизаранга, Сангардака), состав ее сульфатно-гидрокарбонатный — кальциевый (СГ—К). Начиная от створа Шурчи, минерализация воды в Сурхандарье постепенно возрастает и в устье реки достигает 1,1—1,4 г/л, при этом состав ее постепенно меняется на сульфатный — магниевый-кальциевый (С—МК);

- наименьшие величины минерализации наблюдаются в р. Кашкадарье у кишл. Варганза, в р.Ақдарья у г.Шахрисабза и у кишл.Хисарак, в р.Танхизыдарья у кишл.Каттагон—0,16–0,27 г/л; в р.Кашкадарье у кишл.Чиракчи она увеличивается до 0,32–0,40 г/л, у пос.Чимкурбан—до 0,79 –1,09 г/л. В левобережном канале Чимкурбанского водохранилища она равна 0,71–0,73 г/л. У створа Варганза состав речной воды сульфатно-гидрокарбонатный- кальциевый (СГ-К), ниже по течению он меняется на сульфатно-гидрокарбонатный- натриево-кальциевый (СГ-НК);

-гидрохимический анализ вод Амударьи за многолетний период показывает, что передвижения вниз по реке минерализация воды повышается. Минерализация воды в верхнем течении равна 0,47-0,58 г/л, к течению Туямуюн (выше Хорезмского оазиса) повышается до 0,69-0,86 г/л, а у г.Нукуса (Саманбай) выше орошаемой зоны Республики Каракалпакстан превышает 1,0 г/л. В Амударьинской воде преобладают ионы Cl и SO_4 , далее располагаются $\text{Na}+\text{K}$, Mg , Ca , HCO_3 . При высокой минерализации воды наблюдается незначительное преобладание содержания SO_4 над Cl . С ростом общей минерализации воды содержание таких основных ионов, как Cl и SO_4 растет, а темпы роста ионов Ca , $\text{Na} + \text{K}$ и Mg ослабевают;

- в одном из разделов было подсчитано количество солей, поступающих на агроландшафты. По проведенным расчетам, на орошаемые поля сейчас ежегодно поступает 55,0-60,0 млн.т различных солей естественного происхождения, при этом 40,0-46,0 млн.т солей выносятся из зоны формирования речного стока (горная область), а 17,0-19,0 млн.т из почв и пород нижних частей речных бассейнов в результате повторного использования некоторого объема речного стока на поливы.

Ввиду такого значительного поступления солей доля площади в различной степени засоленных почв от общей орошаемой площади в некоторых ирригационных районах (Сурхан-Шерабадский, Тахиаташский) увеличилась до 60-90%, что значительно ухудшило их мелиоративное состояние.

В монографии было также рассмотрено формирование коллекторно-дренажной сети и вынос солей с орошаемых массивов. Для улучшения функционирования дренажной сети путем повышения ее пропускной способности, улучшения водоотведения с орошаемой зоны, снижения засоленности почв, совершенствования мониторинговых работ над мелиоративным, состоянием орошаемых земель в Республике Узбекистан необходимо выполнять краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные мероприятия. Например, в краткосрочном плане, необходимо совершенствовать деятельность Каракалпакской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции, включая выполнение камеральных работ, обеспечение компьютерных программ, построение различных карт, введение мелиоративного кадастра с применением ГИС-технологий для своевременной оценки ситуации и принятия первоочередных мер по предупреждению ухудшения мелиоративного состояния орошаемых земель.

-Коллекторно-дренажный сток оказывает влияние на мелиоративное состояние низовий р. Амударьи и является его показателем. К концу 1991-2007 гг. коллекторно-дренажный сток с орошаемой территории Каракалпакстана выносился пятнадцатью магистральными и межхозяйственными коллекторами в объеме 2,20 км³/год. Среднегодовая величина минерализации в коллекторах изменялась от 1,74 (коллектор КС-5) до 3,94 г/л (Правомангитский), преобладающий химический состав коллекторно-дренажных вод не изменился и был по-прежнему хлоридно-сульфатный-магниевонатриевый (ХС-МН).

Таким образом, из приведенных данных видно, что минерализация и химический состав речных вод Узбекистана далеко не одинаковы. В принципе для каждого речного бассейна присущ свой состав речной воды с определенным содержанием токсичных и нетоксичных солей и их соотношением между собой.

Поэтому при орошении целинных земель в бассейнах одних рек за счет стока других водотоков, обязательно необходимо учитывать химический состав оросительных вод и их ожидаемые реакции с солями, находящимися в почвах. Одни и те же почвы (с их уже сложившейся геохимией и содержанием солей в поглощающем комплексе) можно оросить как хорошей по качеству водой, так и весьма

неудовлетворительной, токсичной. Поэтому почвоведом необходимо выбирать наиболее благоприятные в геохимическом отношении варианты орошения новоосваиваемых земель.

5 Гидроэкологический и социо-экономический анализ некоторых рассматриваемых оазисов

5.1 Гидроэкологический и социо-экономический анализ Хорезмского оазиса и орошаемой зоны Республики Каракалпакстан

До настоящего времени проблемы экономико-географической оценки природных ресурсов рассматривались преимущественно применительно к отдельным видам природных ресурсов в отраслевом плане.

Теоретической и методологической основой наших исследований явились фундаментальные труды выдающихся ученых экономико-географов и экономистов фамилии, которых перечислены выше. Кроме того, в общенаучном плане наши исследования также опираются на известные теории трех факторов производства, предельной полезности, эконометрии [10,33,50,52].

Укрупненная характеристика природно-ресурсного потенциала исследуемых регионов: Сурхандарьинская, Кашкадарьинская, Хорезмская область и Республика Каракалпакстан, входящих в бассейн реки Амударья, может служить основой для принятия обоснованных хозяйственных решений по рациональному природопользованию водных ресурсов в этом регионе. Экономико-географическая оценка предприятий существующих в этом регионе позволяет установить сколько требуется водных ресурсов, с учетом их качества. Производственная возможность любой территории, как объекта труда, определяется её природно-ресурсным потенциалом, понимаемым как совокупность природных ресурсов.

В общей проблеме экономико-географической оценки водных ресурсов наиболее сложными и малоизученными, как это указывалось выше, являются вопросы комплексной оценки территориальных сочетаний водных ресурсов определенных регионов и территории. В отличие от поэлементных оценок, где имеется богатый опыт исследования этой проблемы отраслевыми институтами, разработанные и предлагаемые расчетные методики; комплексная экономико-географическая оценка территориальных сочетаний водных ресурсов имеет небольшой опыт исследований и слабо разработана в методическом отношении. Между тем, актуальность решения проблем экономико-географической оценки водных ресурсов какой-либо определенной территории (региона) особенно велика. Поэлементная оценка в итоге выражает показатели эффективности развития лишь отдельной отрасли хозяйства, тогда как

комплексная оценка территориальных сочетаний природных ресурсов отражает хозяйственную интегральную эффективность освоения или использования всех совокупных ресурсов региона и развития на их базе соответствующего хозяйственного комплекса.

В настоящее время, в условиях перехода к рыночным отношениям, практическая значимость экономико-географических оценки по комплексной оценке территориальных сочетаний водных ресурсов резко повышается, в связи с возможным внедрением в хозяйственную практику принципов платного водопользования и вместе с тем сложность решения этой проблемы становится общепризнанной.

С экономико-географической оценкой водных ресурсов в низовьях р.Амударья связано решение многих важных хозяйственных задач. От степени проработанности научных исследований по данной проблеме зависит выбор наиболее эффективных путей использования его водных ресурсов, что несомненно, существенно повлияет на повышение эффективности производства в масштабе республики. В связи с этим в нашей работе были произведены некоторые исследования по экономико-географической оценке водных ресурсов, являющихся базой и главным фактором роста производительных сил, повышения эффективности производства промышленности и сельского хозяйства. В состав этой оценки входят поэлементная экономическая оценка (качественная и количественная) отдельных видов хозяйств и ресурсов (минеральных, климатических, водных, водноэнергетических, почвенных, растительных) и комплексная экономическая оценка по определенным территориям, территориальным сочетаниям.

Экономико-географическая оценка водных ресурсов проводилась в форме камеральных и полевых исследований. Камеральные работы велись без выезда в район исследования: при этом использовались литературные, статистические и картографические материалы, получаемые сборники статистического управления, библиотеки, архивы, фонды проектных институтов, материалы различных отделов управления областной мелиорации, в нашем случае отделы БУИС Хорезмской и Кашкадарьинской областей. Таким методом была проведена мелко-масштабная экономико-географическая оценка некоторых исследуемых регионов.

Для крупномасштабной экономико-географической оценки использовали метод полевых исследований, который позволил раскрыть особенности размещения и развития водных ресурсов, и их влияния на отрасли народного хозяйства низовий р. Амударьи.

В первую очередь при экономико-географической оценке, обратили внимание на проблему водных ресурсов, поскольку аридный климат нашего региона, заставляет обратить на это особое внимание. Экологические науки не могут существовать без систематического мониторинга (мониторинг - перевод с латинского- наблюдение). Согласно определению Программы ЮНЕСКО “Человек и Биосфера” - Под экологическим мониторингом понимают комплексную систему наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния биосферы под влиянием естественных и антропогенных факторов. Существуют различные типы экологического мониторинга: биомониторинг, геомониторинг, социомониторинг и т.д. Авторами предпочтение отдается гидроэкологическому мониторингу, поскольку он позволит исследовать комплексно изменение качества воды с учетом многих компонентов. Вода - связующее звено биосферы, всего кругооборота биоценоза, в тоже время она сразу реагирует на антропогенное загрязнение, влияет на флору, фауну, население и сельское хозяйство.

Главной задачей гидроэкологического мониторинга, это получение и анализ изменений геохимических, биологических, геофизических параметров окружающей среды связанные с водными ресурсами, как основы для принятия решений по ее защите от негативных, главным образом антропогенных воздействий [17,31,35].

Как всем известно, большой вред здоровью человека наносит загрязнение воды рек. Многочисленные загрязнители окружающей среды влияют на здоровье человека непосредственно, вызывая те или иные расстройства и заболевания, или косвенно. Среди вредных веществ, содержащихся в промышленных и других выбросах, имеются такие, с которыми человеческий организм никогда не встречался, и поэтому часто его иммунная система не может оказать сопротивление этим антропогенным веществам.

Интенсивное использование водных ресурсов рек бассейна Аральского моря для сельскохозяйственных, коммунальных и промышленных нужд приводит к антропогенному загрязнению сбросными водами, содержащих различные загрязняющие вещества. Существуют объективно уменьшение уровня Аральского моря, загрязненность коллекторно-дренажных вод, плохая питьевая вода и т.д. Все это позволяет нам, сделать вывод, что водные проблемы должны быть приоритетными при решении экологических проблем нашего региона, поскольку социально-экономические, демографические и другие проблемы тесно с ними связаны. Проблему гидроэкологической безопасности Узбекистана без регулирования химического состава рек и использования комплексного гидроэкологического мониторинга не решить.

Для оценки гидроэкологической безопасности Узбекистана, например, бассейна Аральского были выполнены следующие задачи:

1) анализ многолетнего распределения загрязняющих веществ по пяти створам русла р.Амударьи: Термез, Кипчак, Туямуюн, Нукус, Кзылжар, с учетом их распределения по сезонам года (вегетация и невегетация) за последние годы. Практически, можно констатировать, что минерализация в низовьях реки уже в основном антропогенного происхождения. Проведена статистическая обработка официальных данных и собственные химические анализы поверхностных вод низовьев Амударьи. Обнаружено общее снижение промышленных загрязнений по сравнению с 1989 и 1990 гг., небольшое увеличение природных химических элементов в частности фенолов.

В 2008-2010 гг. в р. Амударье у г. Термез минерализация воды внутри года изменялось 0,36 г/л (июнь) до 0,75 г/л (февраль), содержание гидрокарбонатного иона от 0,11 г/л (апрель) до 0,18 г/л (январь), сульфатного иона от 0,09 г/л (июнь) до 0,29 г/л (февраль), хлоридного иона 0,04 г/л (июнь) до 0,12 г/л (март), иона кальция от 0,05 г/л (июнь) до 0,09 г/л (январь), иона магния от 0,01 г/л (май) до 0,03 (октябрь) и иона натрия от 0,03 г/л (июнь) до 0,10 г/л (март). Содержание азота аммонийного изменялось внутри года в пределах 0,01-0,05 мг/л, азота нитритного - 0,002 – 0,042 мг/л, азота нитратного – 0,5-1,46 мг/л; фосфатов в пределах 0,003-0,004 мг/л. Содержания растворенного кислорода O_2 изменялось в пределах 8,89-12,2 мг/л и процент насыщения кислородом 87-124 %.

Эти цифры характеризуют химический состав воды р. Амударьи в зоне формирования стока. В воде р. Амударьи у г.Нукус (к. Саманбай) величина минерализации внутри года изменялась от 0,81 г/л до 1,42 г/л; содержание гидрокарбонатного иона в пределах 0,11-0,18г/л; сульфатного иона от 0,26 до 1,09 г/л; хлоридного иона от 0,15 до 0,33 г/л; иона кальция в пределах 0,80-0,17 г/л; иона магния от 0,05 до 0,11 г/л и натрия от 0,12 до 0,60 г/л.Содержание азота аммонийного изменялось внутри года в пределах 0,03-0,07 мг/л, азота нитритного – 0,003-0,082 мг/л, азота нитратного – 0,11 -1,88 мг/л, фосфатов в пределах 0,001-0,002 мг/л. Из приведенных цифр видно, что вниз по течению р. Амударьи от Термеза до Нукуса химический состав воды в реке ухудшается, в ней возрастает содержание легкорастворимых ионов и биогенных элементов. Это нужно учитывать при использовании этой воды, как для питьевых целей, так и при орошении сельскохозяйственных культур.

2) Оценка влияния различных факторов на изменение содержания загрязняющих веществ. Получение математических выражений связи между ингредиентами с водными режимом рек. Обоснование взаимосвязи некоторых ингредиентов с отдельными показателями развития народного хозяйства в областном разрезе (по ирригационным районам с краткой характеристикой промышленности и с/х). Например, для промышленных сточных вод, согласно табл. 5.1 требуют особого внимания промышленно развитые области, в первую очередь Кашкадарьинская, где развито химическое производство и индустрия стройматериалов.

Таблица 5.1 - Разделение бассейна Амударьи по характеру хозяйственной деятельности

Административные области	Всего объектов	1 группа нет превышения ПДК		2 группа обнаружены превышения ПДК	
		абс. ч.	%	абс. ч.	%
А- промышленно развитые					
Кашкадарьинская	732	120	16,4	612	83,6
Б - преобладает с/х, легкая и пищевая промышленность					
Каракалпакстан	714	64	9,0	650	91,0
Сурхандарьинская	437	16	4,0	421	96,0
Хорезмская	362	139	38,4	223	61,6

Проведено интегральное гидроэкологическое районирование рассматриваемой территории с применением предложенных критериев и учетом объемов и качества промышленных, сельскохозяйственных коллекторно-дренажных, коммунально-бытовых сточных вод. Выявлено, что главным фактором влияния на качество р.Амударьи являются коллекторно-дренажные воды.

По социально-экономическому и гидроэкологическому признаку в нижнем течении бассейна реки Амударья в зоне аккумуляции выделяются две области: 1) Хорезмская область, входящая в Туямуюнский ирригационный район. Имеет аграрно-промышленное направление, территория области- 6,3 тыс. км². Забор воды из Амударьи в основном по Ташсакинскому каналу. Кроме того, каналами Клыч-Ниязбай, Ургенч, Питняк-Арна и другие. Большая часть сброса в Сарыкамышское озеро. В среднем за территорию области и района выносятся до 2,9 млн. м³ в год, со средней минерализацией 3,5-3,8 г/л (табл.5.2,5.3) [17,18,58].

Таблица 5.2 - Гидроэкологический и социо-экономический анализ Хорезмской области

Объемы и качество сточных вод			
Промышленные	Сельскохозяйственные	Коммунально-бытовые	Примечание
Сульфатно-хлоридно-магниевый состав водных ресурсов. Промышленность	Средняя минерализация реки Амударьи- 1,1 г/л. Среднегодовая	Водопотребление-59 мил м/куб в 1990 году. Одна из самых	Основной источник водных ресурсов области- река

развита слабо, в основном: легкая и пищевая. Главный промышленный город области - Ургенч (около 20 предприятий, масло-экстракционный завод, хлопкоочистительный, швейный, шелкомотальный, ремонтно-экскаваторный и т. д). Пищевая промышленность: хлопкоочистительные заводы (Хива, Хазарасп, Ханка, Гурлен и т.д). Хива - ковровый комбинат, швейная фабрика, в городе Дружба-завод стройматериалов.	минерализация коллекторов изменяется от 4,3 г/л(1986) до 3,12 г/л(1992). Объемы КВД с минерализацией до 3 г/л составляют 73,4 % всех КВД области. Хлоридно-сульфатно-натриево-магниевый или сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевый. Водоотведение КВД области меняется от 2,4 до 3,04 км/куб в год. В среднем 3,11 км/куб в год. В сельском хозяйстве, преобладает хлопководство, овощеводство, бахчевые.	густозаселенных областей бассейна реки Амударья. Почти 169,6 человек/км ² . преобладает рост сельского населения: от 597 тыс чел (1979) до 776 тыс чел (1991). Но в тоже время увеличиться % городского населения к общей численности населения (от 20 % до 27 %). Рост сельского населения, говорит о преобладание коммунально-бытовых стоков сельского типа: в 1991 году, сброс сульфатов, 1472,8 тонн (в 3,1 раз больше, чем городское), 1359,5 тонн азота аммония (1,6 раз больше городского).	Амударья. Условия орошения отличаются от других областей, большие оросительные и промывные нормы, 22-24 тыс м/куб на га, до недавнего времени, 14-16 тыс м/ куб на га. Образуется " водная подушка". Уровень грунтовых вод, близко к поверхности (1,5-1,0 метр и менее; более 71-83 % орошаемой площади), грунтовые воды с минерализацией 3-1 г/л и менее занимают 80—90 % площади. Поэтому минерализация КВД невысока, хотя наблюдаются превышения по всем главным ионам (хлоридов в 2-3 раза, сульфатов до 10 раз, магния в 5 раз и т. д). Увеличение городского населения приводит к возрастанию коммунально-бытовых стоков, с высоким содержанием взвешенных веществ, СПАВ, азота и т. д.
--	--	--	---

2) Каракалпакстан входит в Тахиаташский ирригационный район аграрно-промышленного направления.

Основной источник водных ресурсов—река Амударья (каналы Кезкеткен, Пахтаарна и т.д.) Сброс коллектора-КС4, КС3, КС4. Площадь -165,6 тыс. км²

Таблица 5.3 - Гидроэкологический и социо-экономический анализ Республики Каракалпакистан.

Объемы и качество сточных вод			
Промышленные	Сельскохозяйственные	Коммунально—бытовые	Примечание
Преимущественно сульфатно-хлоридно-магниевый состав водных ресурсов. Главный промцентр Каракалпакии-Нукус(156 тыс чел. в 2010 году) легкая	Средняя минерализация реки Амударья-1,1г/л Минерализация КВД колеблется в среднем в пределах 3,9-4,37 г/л. По химическому КВД относятся к хлоридно-	Водопотребление-75 млн. м ³ (2010). Большая доля городского населения 48 %- от 382 тыс чел(1979) до 712 тыс чел(2010). Самый крупный населенный	Оросительные и промывные нормы высокие, аналогично как в Хорезмской области. Тип минерализации КВД мало отличается от оросительной воды.

пищевая промышленность, производство стройматериалов. Второй крупный город Ходжейли: хлопкозавод, маслоэкстракционный завод, ковровая, швейная фабрика. Хлопкоочистительная, масложитовая, крупяная промышленность (Беруни, Туткуль, Мангит, Чимбай и т.д) Из-за преобладания пищевой промышленности промстоки содержат органические взвешенные вещества: азот, фосфор.	сульфатно-натриево-магниевому типу Объем стоков КВД- 1,17 км. Водоотведение КВД(1980-2010 гг.) изменилось в пределах 2,0-2,9 км ³ , в среднем 2,76 км ³ . В сельском хозяйстве преобладает хлопководство, рисоводство, овощеводство в оазисах, животноводство на пустынных пастбищах.	пункт- Нукус Поэтому, по коммунально-бытовым стокам повышение взвешенных веществ, азота аммония, СПАВ, и т. д. (от 9063 т(1979) до 14567 т(2010) взвешенных веществ, 1115,4(1979) до 1793 тонн (2010) азота аммония и т.д.) Темпы роста городского населения выше сельского, если они увеличились в 1,6 раз, то сельские всего 1,2 раз. Территория Каракалпакстана слабо заселена, всего 7,7 чел на км ² .	Основной источник загрязнения сельскохозяйственные сточные воды, через КВД, (за 1980-2010 гг. объем КВД увеличился с 294 до 3200 мил м ³). Преобладание легкой и пищевой промышленности в городах приводит к увеличению отдельных загрязняющих веществ (азот аммония, взвеш. вещества и т. д.). Увеличение населения республики особенно городского, приводит к возрастанию сточных вод коммунально-бытового происхождения(1990 г. 42 %, 2010 год 48 %).
---	---	--	--

5.2. Выявление закономерностей в изменении режима рек, засоления

агроландшафтов и прогноз их состояния на 2030 г.

Прогноз изменения водности рассматриваемых рек, минерализации речных вод на створах, замыкающих выбранные ирригационные районы, а также преобладающее мелиоративное состояние орошаемых почв в оазисах на уровень 2030гг. выполнен бассейновым ландшафтно-галогеохимическим методом (второе название метода – метод «стыковых площадок») по И.Н.Степанову и Э.И.Чембарисову (1978), позже дополненного Э.И.Чембарисовым и др.(2013) [26,31,37].

Основой данных прогнозов явилось выявление закономерностей гидрологического и гидрохимического режимов речных вод в бассейнах Сурхандарьи, Кашкадарьи и низовьях р.Амударьи (Хорезмский оазис и орошаемая зона Республики Каракалпакстан) с учетом оценки засоления имеющих орошаемых площадей (агроландшафтов).

Использование бассейнового ландшафтно-галогеохимического метода (метода «стоковых площадок».

В настоящее время в связи с обострением использования стока трансграничных рек Амударьи и Сырдарьи возросла необходимость применения и использования различных методов оценки использования стока и его качества по длине рек ниже территории различных государств.

Одним из методов определения данных характеристик является бассейновый ландшафтно-галогеохимический метод. Основные позиции этого метода были описаны в главе 1.

Как было отмечено, для расчета перспективной интегральной среднегодовой величины минерализации в замыкающих створах рек применяется следующая рабочая формула:

$$M_{\text{ор}} = M_{\text{нач}} + a F_{\text{эф}}, \quad (5.1)$$

где $M_{\text{ор}}$ и $M_{\text{нач}}$ — минерализация речной воды ниже и выше орошаемой площади в бассейне или ирригационном районе;

$F_{\text{эф}}$ — эффективная, т. е. дренируемая рекой часть орошаемой площади (в условиях Средней Азии это, в первую очередь, площади, занятые хлопчатником, рисовниками и т. д.),

a — коэффициент, учитывающий в интегральной форме солеотдачу в различной степени засоленных орошаемых почв (с присущими им грунтовыми водами), модуль коллекторного стока и расходы воды в реке.

При проведении расчетов будущей минерализации речных вод величины коэффициента «а» следует определять из таблицы (табл.5.4).

Таблица 5.4.-Ориентировочные значение интегрального ландшафтно-геохимического показателя, а в зависимости от расчетных величин: начальных расходов воды, степени засоления, эффективно орошаемой территории (преимущественно для земель сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления)

начальный расход воды в реках, оросителях, коллекторах, м ³ /с	Засоление почв и пород				
	незасоленные	слабозасоленные	среднезасоленные	сильнозасоленные	солончаки
1	0,161	0,6385	0,95	1,9	4,16
5	0,031	0,077	0,18	0,37	0,78
10	0,016	0,038	0,095	0,20	0,42
15	0,011	0,026	0,065	0,13	0,26
20	0,0079	0,019	0,048	0,094	0,20
30	0,0053	0,013	0,032	0,064	0,13
40	0,0040	0,0095	0,025	0,048	0,10
50	0,0032	0,0076	0,019	0,038	0,08
60	0,0026	0,0064	0,016	0,032	0,067
70	0,0023	0,0054	0,014	0,027	0,057
80	0,0020	0,0048	0,012	0,024	0,049
100	0,0016	0,0038	0,0095	0,019	0,040

120	0,0013	0,0032	0,0080	0,016	0,033
150	0,0011	0,0025	0,0064	0,013	0,026
200	0,0008	0,0019	0,0048	0,0095	0,020
250	0,00063	0,0015	0,0038	0,0076	0,016
300	0,00053	0,0013	0,0032	0,0064	0,013
400	0,00040	0,00095	0,0025	0,0048	0,010
500	0,00032	0,00076	0,0019	0,0038	0,008
600	0,00026	0,00064	0,0016	0,0032	0,0067
700	0,00023	0,00055	0,0014	0,0027	0,0057
800	0,00020	0,00048	0,0012	0,0024	0,0049
900	0,00018	0,00042	0,0011	0,0021	0,0044
1000	0,00016	0,00038	0,00095	0,0019	0,0040
1100	0,00014	0,00035	0,00087	0,0017	0,0036
1200-1300	0,00013	0,00031	0,00077	0,0016	0,0031
1400-1500	0,00011	0,00026	0,00066	0,0014	0,0027
1600-1700	0,00010	0,00023	0,00058	0,0012	0,0024
1800-1900	0,000086	0,00021	0,00052	0,0011	0,0022
2000	0,000080	0,00019	0,00048	0,00095	0,0020

Эта формула была одобрена проектировщиками, а сам метод расчета, основанный на взаимосвязи минерализации речной воды с величиной орошаемой площади различного засоления при одновременном учете минерализации грунтовых вод (формирование минерализации речных вод в орошаемой зоне рассматривается площадным способом за пределами русла) под названием бассейнового ландшафтно-галогеохимического метода был использован в практике. Полученные расчетные величины мало отличаются от прогнозов, выполненных другими методами, особенно для рек Кашкадарья и Сурхандарья, где влияние орошаемых площадей проявляется сильнее.

В принципе расчеты ожидаемой минерализации коллекторных вод в ирригационных районах могут быть выполнены по формуле (5.1). При расчетах вначале необходимо установить период работы того или иного коллектора, затем определить величину коэффициента солеотдачи «а» для определенного периода (используя приведенную таблицу), зная величины орошаемых площадей в перспективе, можно определить ожидаемую минерализацию коллекторных вод. Об изменении химического состава речных и коллекторно-дренажных вод в перспективе судили по современным графикам зависимости содержания главных ионов от величины минерализации.

Ожидаемое мелиоративное состояние орошаемых почв (агроландшафтов) и изменение водности рек в перспективе и прогноз минерализации речных вод в замыкающих створах на уровень 2030 г.

Орошаемая зона бассейна р. Сурхандарья. Сурхандарьинская область расположена в верховьях бассейна р. Амударья и охватывает бассейны двух ее правых притоков: рек Сурхандарья и Шерабад.

Водные ресурсы Сурхандарьи в среднем за многолетие равны 3,59 км³ или 113,6 м³/с. Водные ресурсы р.Шерабад составляют всего 0,22 км³ или 6,9 м³/с.

Согласно данным Госкомземгеодезкадастра, динамика изменения площади орошаемых земель Сурхандарьинской области следующая (в тыс.га): в 1995г. было орошено 327,7 в тыс. га; в 1999г. - 329,3; в 2000г. - 328,2; в 2001г. - 324,6; в 2003г. - 326,6 тыс.га. На 1 января 2010 г. орошалось 326 тыс. га.

В 2010г. из 279,1 тыс.га, обследованных орошаемых сельхозугодий засоленные почвы составили 178,5 тыс. га в т.ч. слабозасоленные- 108,4 тыс.га (38,8%) средnezасоленные - 47,6 тыс.га (17,0%), и сильнозасоленные - 22,5 тыс.га.

Таким образом, преобладающая степень засоления орошаемых почв данного ирригационного района является слабозасоленной.

Об изменении водности р.Сурхандарья судили по динамике расходов воды по створу Шурчи за 1970-2013гг. ранжированных по отдельным пятилетиям (табл. 5.5) [49].

Таблица 5.5- Изменение среднегодовых расходов воды ($Q_{\text{ср.год}}$, м³/с) в реках Сурхандарья и Кашкадарья, осредненные за различные периоды лет

Годы	р.Сурхандарья-с. Шурчи	Годы	р.Кашкадарья-с.Чиракчи
1970-1974	74,08	1944-1949	20,19
1975-1979	66,09	1950-1954	31,16
1980-1984	65,00	1955-1959	23,69
1985-1989	68,39	1960-1964	24,90
1990-1994	68,39	1965-1969	24,05
1995-1999	68,39	1970-1974	20,14
2000-2004	58,76	1975-1979	20,45
2005-2009	62,11	1980-1984	20,59
2010-2013	59,22	1985-1989	15,98
		1990-1994	31,17
		1995-1999	18,46
		2000-2004	16,17

		2005-2010	20,33
		2011-2013	18,93

Из нее видно, что в 1970-1974 гг. среднемноголетний расход воды был равен 74,1 м³/с; в 1975-1979гг. – 66,1 м³/с; в 1980-1984 гг. – 65,0 м³/с. В период 2000-2013 гг. наблюдается некоторое уменьшение среднемноголетнего расхода воды: в 2000-2004гг.- 62,1 м³/с; в 2005-2009гг. – 59,2 м³/с и в 2010-2013гг. – 65,6 м³/с.

Рассмотрим ожидаемую величину минерализации ($M_{\text{зам}}$) воды в р.Сурхандарье на уровне 2030 года. За начальный расход воды $Q_{\text{нач}}$ – примем среднее значение среднегодовых расходов воды у створа Шурчи за 2000-2013гг., он равен $(62,1+59,2+65,6):3=62,3$ м³/с.

Согласно экспертным оценкам величина орошаемой площади ($F_{\text{ор}}$) в данном бассейне к 2030г. достигнет 50 тыс.га, причем преобладающая степень засоления орошаемых земель будет средnezасоленная. В табл.5.4, величина показателя «а» для данного начального расхода ($Q_{\text{нач}}$) и преобладающей степени засоления равна 0,016.

По выполненным расчетам минерализации ($M_{\text{нач}}$) для данной реки равна 0,21 г/л (определена по гидрохимическим данным по створам Каратач – р. Каратаг и устью р. Дашнабад – р.Тупаланг).

В итоге согласно бассейновому ландшафтно-галогеохимическому методу и его расчетной формуле имеем:

$$M_{\text{зам}} = 0,016 * F_{\text{эф}} + 0,21.$$

Согласно проведенному анализу, в данном речном бассейне только 40% орошаемой площади (занята техническими культурами с наличием коллекторно-дренажной сети) является эффективной.

В итоге получаем, что к 2030г. минерализация воды в устье р.Сурхандарьи повысится до: $M_{\text{зам}} = 0,016 * 140 + 0,21 = 2,24+0,21=2,45$ г/л.

Орошаемая зона бассейна р. Кашкадарьи. В Кашкадарьинском бассейне развито интенсивное орошаемое земледелие, и поэтому как сама Кашкадарья, так и ее притоки практически полностью разбираются на орошение. Собственных водных ресурсов для этой цели в бассейне не хватает и оросительные системы подпитываются каналом из бассейна р. Зеравшан. Вся западная часть бассейна (Кашкадарьинская степь) питается водами р. Амударьи, подаваемыми по Каршинскому магистральному каналу (КМК).

Из общей площади орошаемых земель порядка 495,0 тыс. га в верхней зоне (верхнее и среднее течение р. Кашкадарьи) расположены 190,0 тыс. га, на территории районов нижней зоны (Каршинская степь) - 305,0 тыс. га.

Собственно водные ресурсы бассейна р. Кашкадарьи малы: в среднем за многолетие они составляют $1,11 \text{ км}^3$ в год или $35,2 \text{ м}^3/\text{с}$. Общий объем поверхностных вод, поступающих в область равен $6,0\text{--}6,7 \text{ км}^3$.

В 1990г. из обследованных 268,3 тыс.га слабозасоленные почвы занимали 163,3 тыс.га (36,1%), средnezасоленные – 76,6 тыс.га (16,9%) и сильнозасоленные – 28,4 тыс.га (6,3%).

В 2010г. из обследованных 311,7 тыс.га слабозасоленные почвы занимали 216,9 тыс.га (48%), средnezасоленные – 63,3 тыс.га (14,0%) и сильнозасоленные – 31,5 тыс.га (7,0%).

Об изменении водности р.Кашкадарьи за многолетний период судили по динамике расходов воды по створу Чиракчи за 1944-2013гг., ранжированных по отдельным пятилетиям (табл.5.5).

Из нее видно, что в 1944-1949 гг. среднемноголетний расход воды был равен $20,2 \text{ м}^3/\text{с}$; в 1950-1954 гг. – $31,2 \text{ м}^3/\text{с}$; в 1955-1959 гг. – $23,7 \text{ м}^3/\text{с}$. В период 2000-2013 гг. наблюдается некоторое уменьшение среднемноголетнего расхода воды: в 2000-2004гг. – $16,2 \text{ м}^3/\text{с}$; в 2005-2010гг. – $20,3 \text{ м}^3/\text{с}$ и в 2010-2013гг. – $18,9 \text{ м}^3/\text{с}$ [49].

Рассчитаем ожидаемую величину минерализации ($M_{\text{зам}}$) воды в р.Кашкадарья на уровне 2030 года. За начальный расход воды $Q_{\text{нач}}$ – примем среднее значение среднегодовых расходов воды у створа Чиракчи за 2000-2013гг., он равен $(16,2+20,3+18,9):3=55,4:3=18,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

Как уже было отмечено, величина орошаемой площади в верхнем среднем течении реки равна 190,0 тыс.га. Согласно экспертным оценкам к 2030г. она изменится незначительно, причем преобладающая степень засоления орошаемых земель не изменится и останется незасоленной и слабозасоленной. В табл.5.4 величина показателя «а» для данного начального расхода ($Q_{\text{нач}}$) и преобладающей степени засоления равна 0,0079.

По выполненным расчетам минерализации ($M_{\text{нач}}$) для верховьев данной реки равна 0,21 г/л. В итоге согласно бассейновому ландшафтно-галогеохимическому методу и его расчетной формуле имеем:

$$M_{\text{зам}2030} = 0,0079 * F_{\text{эф}} + 0,23.$$

Согласно проведенному анализу, в данном речном бассейне (верхнее в верхнем и среднем течении реки) только 50% орошаемой площади является эффективной.

В итоге получаем, что к 2030г. минерализация воды ниже среднего течения р. Кашкадарьи увеличится до: $M_{\text{зам}} = 0,0079 \cdot 95 + 0,23 = 0,98$ г/л.

Орошаемые земли Хорезмского оазиса. Хорезмская область граничит с севера и востока с Республикой Каракалпакстан, с востока и юга с Дашховузской областью Туркменистана.

Данный оазис характеризуется недренированностью территории, что предопределяет неблагоприятную мелиоративную обстановку. Освоение земель возможно лишь при комплексной мелиорации. Грунтовые воды преимущественно минерализованные, залегают неглубоко, что ухудшает мелиоративное состояние орошаемых земель.

В 2007 – 2010 гг. величина орошаемой площади в оазисе увеличилась до 263 – 265 тыс.га, годовой водозабор изменялся в пределах 3,2 – 4,6 км³/год; протяженность коллекторно–дренажной сети превысила 9,0 тыс.км.

В 1977г. был построен Тюямуянский гидроузел, который сыграл большую роль в развитии орошения.

В 1990г. из обследованных 169,5 тыс.га слабозасоленные почвы занимали 119 тыс.га (50,8%), средnezасоленные почвы занимали 35,7 тыс.га (15,2%) и сильнозасоленные -14,8 тыс.га (6,3%).

В 2005г. из обследованных 214,2 тыс.га слабозасоленные почвы занимали 94,1 тыс.га (34,9%), средnezасоленные -60 тыс.га (25,1%), средnezасоленные -60,2 тыс.га (25,2%).

О многолетнем изменении водности р.Амударьи в верховьях реки по динамике расходов воды судили по створу Керки за 1911-2012гг., ранжированных по отдельным годам (табл.5.6).

Таблица 5.6- Изменение среднегодовых расходов воды ($Q_{\text{ср.год}}$, м³/с) в реке Амударья, осредненные за различные периоды лет [49]

Годы	р.Амударья-с.Керки	Годы	р.Амударья-с.Саманбай	Годы	Р.Амударья-Тюямуяун
1911-1917 гг.	2007,5	1913-1917 гг.	1497	1935-1936 гг.	1819,75
1935-1936 гг.	1956,58	1935-1936 гг.	1516,66	1997-2000 гг.	797,77

1963-1970 гг.	1949,75	1942-1943 гг.	1683,3	2001-2005 гг.	819,99
2000-2003 гг.	1262,25	1963-1970 гг.	1430,5	2006-2010 гг.	678,54
2004-2007 гг.	1373,167	1997-2000 гг.	207,83	2011-2013гг.	598,51
2008-2012 гг.	1257,83	2001-2005 гг.	186,83		
		2006-2010 гг.	143,55		
		2011-2013гг.	97,54417		

Из неё видно, что в 1911-1917гг. среднемноголетний расход воды был равен 2007 м³/с, в 1935-1936гг.- 1956 м³/с.

В период 2000-2012гг. наблюдается некоторое уменьшение среднемноголетних расходов воды: в 2000-2003гг. – 1262 м³/с; в 2004-2007гг. – 1373 м³/с и в 2008-2014гг.- 1257 м³/с

Уменьшение расходов воды р.Амударьи за многолетний период наблюдается и у створа теснины Тюямуюн. Если в 1935-1936гг. среднемноголетний расход воды был равен 1819 м³/с, то в 2006-2010гг. он уменьшился до 678 м³/с а в 2011-2013гг.- до 598 м³/с.

Для расчета прогнозной минерализации начальным принят створ Тюямуюн, замыкающим -створ Саманбай .

Рассчитаем ожидаемую величину минерализации ($M_{\text{зам}}$) воды в р. Амударье ниже орошаемых земель Хорезмского оазиса на уровне 2030г.

За начальный расход воды $Q_{\text{нач}}$ – примем среднее значение среднегодовых расходов воды у створа Тюямуюн за 2001-2013гг., он равен 698 м³/с.

Как уже было отмечено, величина орошаемой площади в Хорезмском оазисе равна 240,0 тыс.га, согласно экспертным оценкам к 2030г. она изменится незначительно, причем преобладающая степень засоления орошаемых земель не изменится и останется средnezасоленной.

В табл. 5.4 величина показателя «а» для начального расхода ($Q_{\text{нач}}$) и преобладающей степени засоления равна 0,0014. По выполненным расчетам начальная минерализация ($M_{\text{нач}}$) для данного оазиса равна 0,85 г/л.

В итоге согласно бассейновому ландшафтно-галогеохимическому методу и его расчетной формуле имеем:

$$M_{\text{зам}2030} = 0,0014 * F_{\text{эф}} + 0,85.$$

Так как основной отвод коллекторно-дренажных вод с орошаемой территории ведется по межреспубликанским коллекторам Озерному и Дарьлыкскому в Сарыкамышскую впадину, то величина эффективной орошаемой площади оказалась равной 114 тыс.га.

В итоге получаем, что к 2030 г. минерализация воды ниже Хорезмского оазиса увеличится до:

$$M_{\text{зам}} = 0,0014 * 114 + 0,85 = 0,16 + 0,85 = 1,01 \text{ г/л.}$$

Орошаемые земли Республики Каракалпакстан. Эта самая нижняя орошаемая зона в бассейне Амударьи, которая испытывает отрицательное влияние усыхающего Аральского моря, а также вынуждена использовать на орошение амударьинскую воду с измененным в верхних частях бассейна качеством.

В 2009-2011гг. величина орошаемой площади в оазисе увеличивается до 500 тыс.га., годовой водозабор изменился в пределах 5,8-6,5 км³/год, протяженность коллекторно-дренажной сети превышая тыс.км.

В 1990г. из обследованных 425,6 тыс.га слабозасоленные почвы занимали 167,3 тыс.га (36,6%), средnezасоленные – 183,7 тыс.га (40,2%) и сильнозасоленные – 74,6 тыс.га (16,3%).

В 2000г. из обследованных 405,0 тыс.га слабозасоленные почвы занимали 110,4 тыс.га (23,9%), средnezасоленные 151,7 тыс.га (32,8%) и сильнозасоленные 142,9 тыс.га (30,9%), т.е. засоление орошаемых почв несколько увеличилось.

В качестве начального створа, расположенного выше орошаемой зоны Республики Каракалпакстан выбран створ Саманбай (г.Нукус).

О многолетнем изменении водности р.Амударьи на данном сборе судили по динамике расходов воды за 1963-2013гг., ранжированным по отдельным годам (табл.5.6).

Из нее видно, что в 1963-1970гг. среднемноголетний расход воды здесь был равен 1430 м³/с, а с 1977г. постоянно уменьшался и в 2011-2013гг был равен только 100 м³/с.

Рассчитываем ожидаемую величину минерализации воды ($M_{\text{зам}}$) воды в р. Амударье ниже орошаемых земель данного региона на уровне 2030г.

За начальный расход воды $Q_{\text{нач}}$ – примем среднее значение среднегодовых расходов воды у створа Саманбай за 2001-2013гг., он равен 143 м³/с.

Как уже было отмечено, величина орошаемой площади в Республике Каракалпакстан равна 500,0 тыс.га, согласно экспертным оценкам к 2030г. она

изменится незначительно, причем преобладающая степень засоления орошаемых земель не изменится и останется средnezасоленной.

В табл. 5.4, величина показателя «а» для начального расхода ($Q_{\text{нач}}$) и преобладающей степени засоления равна 0,0064. По выполненным расчетам начальная минерализация ($M_{\text{нач}}$) для данного оазиса равна 1,30 г/л.

В итоге согласно бассейновому ландшафтно-галогеохимическому методу и его расчетной формуле имеем:

$$M_{\text{зам2030}} = 0,0064 * F_{\text{эф}} + 1,30.$$

Так как основной отвод коллекторно-дренажных вод с орошаемой территории Республики Каракалпакстан производится от реки в сторону имеющих озер и заливов Аральского моря (коллектора ККС, КС-2, КС-3, КС-4, ГЮК), то величина эффективной орошаемой площади ($F_{\text{эф}}$) оказалась здесь незначительной и равной 187 тыс.га.

В итоге получаем, что к 2030 г. минерализация воды р.Амударьи ниже орошаемых земель Республики Каракалпакстан увеличится до:

$$M_{\text{зам2030}} = 0,0064 * 187 + 1,30 = 1,20 + 1,30 = 2,5 \text{ г/л.}$$

Проведенные расчеты следует считать ориентировочными в будущем при наличии необходимых данных их нужно проверить при помощи метода водно-солевого баланса.

5.3 Засоление орошаемых земель и проблемы Аральского моря

Интенсивный рост безвозвратного водопотребления на орошение и развитие земледелия на территории Центральной Азии, а также ряд острозасушливых лет привели к постоянному уменьшению притока речных вод в Аральское море, вплоть до полного прекращения стока в отдельные годы. В результате чего, начиная с 1960 г. до нынешнего времени уровень Арала упал на 20 м, объем и площадь моря сократились более чем в 3 раза, а соленость морской воды достигла 85-87 г/л. Началось опустынивание Приаралья, включая плодородные дельты Амударьи и Сырдарьи. Для изучения состояния агроландшафтов по низовьям р. Амударья во время командировок были использованы для анализа и дальнейшей работы данные ГИС-центров Нукусского и Ургенчского Университета [9,20,47].

В настоящее время произошло почти полное высыхание Аральского моря в связи с влиянием антропогенного фактора. С начала 1960-х годов в результате резкого сокращения притока речной воды началось и в дальнейшем пошло ускоренными темпами обмеление и осолонение этого уникального водоема.

В 1960 морской уровень был 53,2 м., тогда началось его быстрое и постоянное понижение. Морским уровнем в 1970 был 1,9 м. ниже и к 1993, это достигло наиболее низкого уровня 38,0 м. Понижение уровня Аральского моря, сопровождаемого сокращением его объема и площади, когда уровень был 53,2 м., площадь водной поверхности Аральского моря, было 66,1 тысяч км², и объем был 1964 кв. км. Так, в 1975г. объем моря, составлял 820 км³, его акватория – 56,7 тыс. км³, средняя глубина 13 м, длина береговой линии более 4,5 тыс. км, средняя величина минерализации около 9 г/л. Но и в это время Арал усыхал, так как в 1960 г. объем моря был равен 1062 км², акватория – 66,1 тыс. км² [20].

К январю 1994г., уровень упал к 38,0 м., объем уменьшился до 390 км³, и площадь уменьшилась до 38,3 тысяч км². По сравнению с 1960, к 1 января 1998, морской уровень стал 13,2 ниже, объем, уменьшился на 62,5 % и площадь - на 40,5 %. В 1960 37,9 км³ воды текло в Аральское море из Амударьи, но в 1994 это составляло 21,7 км³.

К 2010 году по сравнению с 1960-м годом уровень Аральского моря понизился на 25,0 м. Объем воды сократился до 105 км², соленость возросла с 9 до 110 г/л. Площадь усохшего дна превысила 4 млн. гектаров (рис.5.1 -5.2).

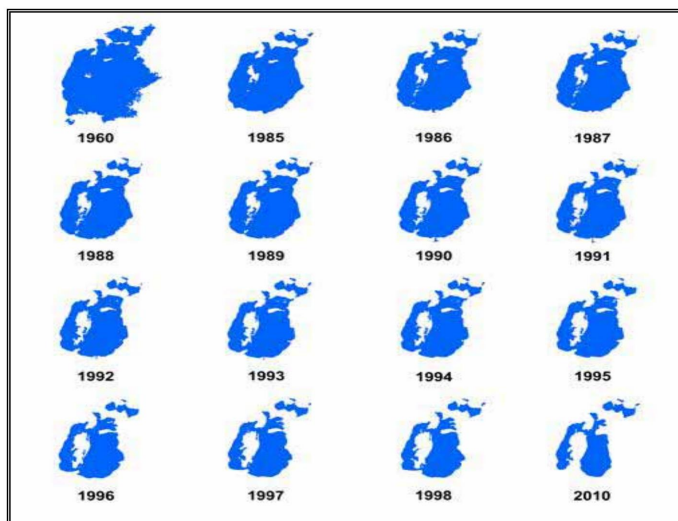


Рисунок 5.1-изменение уровня моря Аральского моря

В настоящее время Аральское море продолжает усыхать. Совсем недавно Малое море отделилось от Большого. Уровень Малого моря в 1990 г. был на отметке 39,7-39,5 м, его площадь равна 2,9-3,0 тыс. км², объем воды около 20,0 км³, средняя минерализация 30 г/л. Уровень Большого моря в 1990 г. был на отметке 38,5-38,7 м. Его площадь составляла около 40 тыс. км², объем порядка 310 км³, средняя соленость

около 32 г/л. Большое море при отметке 31 м абс. разделилось на восточную и западную части.



Рисунок 5.2- Аральское море 1973, 2012, 2014 год (Узгидромет, 2012г.).

Проблема Аральского моря еще не решена, если не принять решительных мер по сохранению Арала, то через 15-20 лет море распадется на группу горько соленых озер с площадью в 6-7 раза меньшей, чем у первоначального моря.

В настоящее время площадь осушенного дна моря составляет около 6 млн. га. Эти земли непригодны для ведения сельского хозяйства, так как они лишены гумуса, сильно засолены и имеют высокий уровень залегания соленых грунтовых вод. На усохшем дне сформировалась песчано-солончаковая пустыня Аралкум, которая стала источником выноса токсичной пыли. Ежегодно до 75 млн. тонн этой пыли попадает в атмосферу. Согласно наблюдениям, пыльные облака, поднимающиеся в атмосферу, достигают 40 км в длину и 40 км в ширину. По результатам научных исследований, метровый слой грунта каждого гектара высохшего дна моря содержит 1100-300 кг солей, а в солончаковых впадинах до 500 кг. При сильных пылевых бурях масса сухих выпадений достигает 2072 кг/га в год [13].

Вынос вредных солей с осушенного дна грозит экологической катастрофой региону Центральной Азии, и в первую очередь, Узбекистану и Казахстану. В результате деградации природной среды Южного Приаралья погибли массивы тростниковых на площади 800 тыс.га, исчезли тугайные заросли площадью 1,3 млн.га, сенокосы до 50 тыс.га, высохло более 100 озер площадью около 600 тыс. га. Для предотвращения негативных последствий деградации земельных ресурсов необходимо проведение широкомасштабных облесительных работ на осушенном дне.

По результатам мониторинга, проводимого специалистами Госкомземгеодезкастра, например на период 01.01.2009г., в республике зафиксировано 141,3 тыс. га орошаемых земель в сильной степени подверженных

действию токсичных солей. Наблюдается тенденция снижения площадей сильно засоленных земель (с 3,7% в 2007г. до 3,3% в 2007г.) и рост незасоленных земель (с 30,9% до 31,3 % соответственно). Отмечается снижение общей засоленности земель на 16,2% (с 65,9% в 2006г. до 49,7% в 2009г.), увеличились также площади слабозасоленных земель на 0,4%.

Сильно засоленные земли расположены в основном в Республике Каракалпакстан, Хорезмской, Бухарской областях. В Республике Каракалпакстан сильно засоленные земли составляли 11,8% в 2007 г и 10,5% в 2009 г. от орошаемой площади, в Хорезмской области - 14,1% и 13,1% соответственно, в Навоийской - 5,7% и 4,3%, в Бухарской - 4,6%. В Хорезмской области 26,5% площади орошаемых земель имеют уровень залегания подземных вод на глубине от 0 до 1 м. и 44,2% с глубиной от 1 до 1,5 м., в Республике Каракалпакстан более 1% и 9,2%

Эта проблема будет исследована в современных условиях с учетом глобального изменения климата, наступившего периода маловодных лет, загрязнения и засоления агроландшафтов. В намеченных исследованиях также использован геосистемно-гидрологический подход, при котором речные бассейны рассматриваются как геосистемы.

За основу гидроэкологического мониторинга принят комплексный бассейновый метод географо-галохимического анализа природно-мелиоративной обстановки, где учтено как влияние естественных факторов, так и антропогенные факторы [26,37,44,47].

5.4 Использование минерализованных вод при выращивании кормовых и овоще-бахчевых культур

В связи с актуальностью и важным практическим значением использования минерализованных вод для орошения различных сельскохозяйственных культур. Каракалпакский отдел и отдел «Охраны водных ресурсов» НПО «САНИИРИ» организовали опытно-производственные участки на территории животноводческого совхоза «Каракалпак» в хлопководческом совхозе «Кенес» Чимбайского района, где были проведены исследования по выращиванию кормовых (сорго, джугара, кукуруза) и овоще-бахчевых (дыня, арбуз, томаты) культур с использованием для поливов минерализованных коллекторно-дренажных вод [30].

Полевой опыт был заложен на полях трехкратной повторности, где были посеяны кукуруза и сорго (джугара). Во время проведения опыта были приняты следующие варианты:

А) полив коллекторной водой:

I вариант — полив коллекторной водой, причем орошение соответствовало режиму орошения оросительной водой данной зоны (с минерализацией до 1,0 г/л);

II вариант — полив коллекторной водой, когда нормы орошения были завышены на 20% по сравнению с обычной нормой (с минерализацией 2,0 г/л);

III вариант — полив коллекторной водой, когда нормы орошения были завышены на 30% по сравнению с обычной нормой (с минерализацией 3,0 г/л).

Б) полив оросительной водой:

I вариант — полив оросительной водой согласно рекомендациям по нормам орошения данной культуры для данной зоны;

II вариант — полив оросительной водой, нормы орошения были занижены на 20% против рекомендуемых норм;

III вариант — полив оросительной водой, когда нормы орошения были занижены на 30% против рекомендуемых норм.

Во время проведения опытов проводились следующие исследования:

— определялась минерализация и химический состав оросительной, коллекторной и грунтовой воды по всем намеченным вариантам опыта;

— проводился учет подаваемой воды с помощью водослива типов «Чиполетти», «Иваново» и «Томсона»;

— изучалась динамика влажности почвы термостатным весовым методом;

— изучалась динамика уровня и минерализации грунтовых вод по наблюдательным скважинам;

— проводились фенологические наблюдения за ростом, развитием и урожайностью выращиваемых культур.

Опытно-производственный участок, где проводились исследования по повторному использованию коллекторных вод на орошение, находился на землях животноводческого совхоза «Каракалпак» Чимбайского района РК, вдоль коллектора КС-1 и концевой части канала Абад-яб.

Второй опытный участок совхоза «Кенес» того же района находился вдоль внутрихозяйственного коллектора оросителя «Ой салма».

Несмотря на более высокую минерализацию коллекторной воды по сравнению с оросительной средние величины урожайности кукурузы на опытном участке совхоза «Каракалпак» отличались незначительно: при орошении коллекторной водой в пределах 30-37 ц/га; при орошении сорго пресной водой урожайность изменялась в пределах 32-40 ц/га, а при орошении сорго пресной водой урожайность изменялась в пределах 32-42 ц/га, при орошении коллекторной водой в пределах 25-40 ц/га.

В итоге был сделан следующий вывод: в условиях острого дефицита оросительной воды коллекторные воды служат дополнительным источником для поливов и их можно использовать для орошения кормовых культур (кукуруза, сорго и др.)- Так как сорго по сравнению с кукурузой более солеустойчивая культура, ее выращивание для кормовых угодий при орошении коллекторными водами более целесообразнее, чем зерновые культуры. В конце уборки урожая нужно проводить профилактическую промывку тех почв, для которых использовалась коллекторная вода.

В последующие годы полевые исследования по изучению возможности использования минерализованных вод на орошение овоще-бахчевых и кормовых культур на территории совхоза «Кенес» Чимбайского района были продолжены. Полевой опыт был заложен на полях трехкратной повторности, где были посеяны дыни, арбузы, томаты, сорго и кукуруза. Каждая отмеченная культура орошалась в четырех вариантах: 1 - полив оросительной водой согласно рекомендациям по нормам орошения культуры для данной зоны; 2 - полив минерализованной водой 1,0 г/л; 3 - то же с минерализацией 3,0 г/л. Учитывая, что выращиваемых культур было пять, всего было рассмотрено двадцать вариантов поливов.

При проведении данных исследований также определялись минерализация и химический состав коллекторной воды, динамика влажности почвы, качество полученной продукции, цикл фенологических наблюдений за ростом и развитием выращиваемых культур, учет подаваемой воды, динамика уровня и минерализации грунтовых вод.

В таблице 5.7 приведены сведения о минерализации и химическом составе оросительной (а) и коллекторно-дренажной (б) воды во время поливов опытного участка «Кенес».

Таблица 5.7-Минерализация и химический состав оросительных и коллекторно-дренажных вод

№ полива	Минерализация, г/л	Содержание главных ионов в г/л					
		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺ +K ⁺
А) оросительная вода							
I	1,015	0,150	0,303	0,251	0,124	0,051	0,136
II	0,910	0,112	0,255	0,265	0,101	0,048	0,129
III	0,697	0,036	0,200	0,250	0,066	0,048	0,097
IV	0,999	0,148	0,278	0,267	0,111	0,048	0,147
V	0,984	0,146	0,300	0,210	0,120	0,048	0,160
Б) коллекторно-дренажная вода							
I	4,721	0,111	1,955	1,165	0,121	0,411	0,958
II	4,503	0,186	1,500	0,560	0,120	0,576	0,561
III	5,124	0,148	1,589	1,810	0,259	0,384	0,934
IV	4,680	0,124	1,900	1,160	0,100	0,408	0,954
V	5,291	0,184	1,681	1,801	0,261	0,408	0,957

Состав оросительной воды хлоридно-сульфатно-кальциево-натриевый (ХС-КН), а состав коллекторно-дренажной — хлоридно-сульфатно-магниево-натриевый (ХС-МН).

Об урожайности в ц/га выращиваемых культур можно судить на основании данных в табл. 5.8.

Таблица 5.8 -Урожайность выращиваемых культур в ц/га

Виды полива	Культура						
	дыня	арбуз	то маты	сорго		кукуруза	
				Листосте- бельная масса	Зерно	Листо- с- тебель- ная масса	Зерно
1. Полив оросительной водой (контроль)	470	261	481	212	33	170	29
2. Полив минерализованной водой с минерализацией	471	263	481	211	32	170	29

1,0 г/л							
3.То же с минерализацией 2,0 г/л	472	272	482	219	33	172	30
4. То же с минерализацией 3,0 г/л	471	269	478	219	32	172	29

По уменьшению солеустойчивости выращиваемые культуры располагаются в следующей последовательности: сорго, дыня, кукуруза, арбуз и томаты.

Несмотря на то, что при поливе минерализованными водами урожайность выращиваемых овоще-бахчевых и кормовых культур практически не изменялась, все же исследователи советуют орошать подобной водой кормовые культуры 2-3 года, а овоще-бахчевые — 1-2 года, после этого нужно обязательно поменять место посева и провести промывку земель оросительной пресной водой. Затем в течение 3-6 лет использовать севооборотную систему и поливать только оросительной водой [30].

ВЫВОДЫ:

-основными факторами, определяющими генезис и формирование засоленных почв и их географическое распространение являются: климат, геологическое строение, геоморфологические условия, гидрогеологические условия, характер использования земель при орошении. Засоленные почвы наиболее широко распространены в пустынных областях с жарким засушливым климатом. Засушливость климата определяет неглубокое промачивание почв атмосферными осадками и господство непромывного и выпотного типов водного режимов почв, сопутствуемых высоким испарением почвенных и грунтовых вод, особенно при неглубоком их залегании;

-в результате реализованных мероприятий в соответствии указом Президента Республики Узбекистан «О мерах по коренному совершенствованию системы мелиоративного улучшения земель» № УП-3932 от 29.10.2007 г. и Постановления президента Республики Узбекистан "О государственной программе мелиоративного улучшения орошаемых земель на период 2008-2012 годы" № ПП-817, от 19.03.2008 г., к 2011 году площадь засоленных земель в республике уменьшилась и составила 49% от общей площади орошаемых земель (2108,8 тыс.га), в том числе сильнозасоленных 2,9% (124,1 тыс. га), средnezасоленных - 14,5% (624,6 тыс. га) и слабо засоленных - 31,6% (1360,2 тыс. га).;

-в качестве основных параметров оценки влияния поверхностных вод на засоление и загрязнение агроландшафтов были выбраны:

а) величина орошаемой площади; площади заняты техническими культурами (в частности хлопчатником, рисом и т.д.), степень засоления, изменение засоления с глубиной (до 1,5-2,0); тип засоления, особенности загрязнения орошаемых почв;

в) расходы воды, минерализация, химический состав и особенности загрязнения коллекторно-дренажных вод на выходе из орошаемых массивов;

-такой комплексный системный подход к изучаемой проблеме позволил предложить бассейновый ландшафтно галогеохимический метод анализа рассматриваемой проблемы и конкретный метод прогноза минерализации воды на замыкающих створах по методу «стоковых площадок».

В проведенных исследованиях главное внимание было уделено распределению главных ионов в бассейнах Сурхандарьи, Кашкадарьи и низовьях реки Амударьи, т.е, ионам, содержащимся в наибольшем количестве (хлоридный Cl^- , сульфатный SO_4^{-2} , гидрокарбонатный HCO_3^- , натрия Na^+ , магния Mg^{+2} и кальция Ca^{+2}).

Был проведен пространственно-временной анализ изменения минерализации и химического состава речных вод Узбекистана на более 20 створов рек, что позволило выявить закономерности миграции легкорастворимых солей в виде различных математических зависимостей.

Выявлено, что при движении речной воды от верховий к низовьям преобладающий химический состав изменяется с гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевого (ГС-КН) на хлоридно-сульфатный-магниево-кальциево-натриевый (ХС-МКН).

Ниже орошаемых земель среднего течения р.Амударьи у створа Нукус (Саманбай и Чатлы) минерализация речной воды за прошедшие годы увеличилась в 2,4 раза, с 0,51 г/л до 1,23 г/л, а химический состав воды сменился с гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевый (ГХС-НК) на сульфатно-хлоридный-магниево-кальциево-натриевый (СХ-МКН).

В низовьях реки у створов Темирбай и Кзылджар минерализация воды за прошедшие годы увеличилась в 3,3 раза, с 0,51 г/л до 1,65 г/л, а состав воды сменился с гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевый (ГХС-НК) на сульфатно-хлоридный-магниево-кальциево-натриевый (СХ-МКН).

Согласно проведенным расчетам, количество солей, поступающие на орошаемые поля бассейна Амударьи равно 15,83 млн.т., а количество солей, на орошаемые поля бассейна Сырдарьи равно 22,59 млн.т. Этот фактор влияет на степень засоления орошаемых почв в существующих ирригационных районах.

- почвы долины Сурхандарьи подвержены высокому прессингу хлор органических пестицидов (ХОП) - до 15 ПДК. В почвах и водах прилегающих к Таджикскому алюминиевому заводу (ТадАЗ) территориях установлены токсично высокие количества водорастворимого F и обменного Al;
- в Кашкадарьинской области в структуре агроландшафтов хлопчатник занимает 42,5 %, зерновые- 42,7%, из них колосовые 42,5%, кукуруза 0,2 % , овощи, картофель, бахча- 4,2%, люцерна- 8,2%, кукуруза на силос 0,6 % и прочие посевы – 0,9 %;
- средний уровень загрязнения почв Кашкадарьинской области токсикантами промышленного происхождения практически находится в пределах допустимых норм предельно допустимых концентраций (ПДК) и фоновых концентрации (ФК), но вызывает беспокойство локальность загрязнения почв вблизи ядомогильников, например, вблизи ядомогильника «Пачкамар». На территории некоторых бывших сельхозаэродромов также выявлено загрязнение почв выше ПДК отмеченными элементами;
- в почвах Каракалпакстана содержание хлор органических пестицидов (ХОП) в форме ДДТ и его метаболитов обнаружено в пределах 2-3 ПДК. В Хорезмской области— ГХЦГ в виде его изомера присутствует в пределах 5-6 ПДК. В почвах долины Зарафшана—содержание ХОП варьирует в пределах 1-3 ПДК, основной загрязнитель — ГХЦГ. Наиболее загрязнены почвы под хлопчатником и овощными культурами. Содержание пестицидов в грунтовых водах колеблется в широких пределах 1-20-25 ПДК;
- при отсутствии данных необходимых для расчетов солевого режима орошаемых почв и выноса солей речной системы водно-балансовым методом, предварительные расчеты можно проводить методом «стоковых площадок»;
- согласно анализу данных в БВО «Амударья» и Хорезмской областной гидрогеологической экспедиции показано, что мелиоративное состояние Хорезмского оазиса остается удовлетворительным: для средnezасоленных почв составляет 33,1 % от величины орошаемой площади, доля сильнозасоленных – 13 %, а минерализация коллекторно-дренажных вод в отдельные месяцы достигает 2,7-3,0 г/л;
- согласно анализу данных в БВО «Амударья» и Каракалпакской областной гидрогеологической экспедиции, показано, что в низовьях реки Амударьи большая часть орошаемых земель в той или иной степени засолена (78,01 %), а среди земель, пригодных к освоению, засоленные почвы и почвы, подверженные засолению при орошении, занимают основную часть.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное развитие экономики, демографическая ситуация в Узбекистане и выявленные тенденции изменения климата, приводят к мнению, что в ближайшем будущем следует ожидать обострения проблем водообеспеченности в стране. В этих условиях для обоснования и разработки национальной стратегии развития водного сектора важной задачей является исследование генезиса, формирования режима поверхностных вод республики и их влияния на загрязнение и засоление агроландшафтов в историческом разрезе.

Данные исследования выполнены на основе различных постановлений Кабинета министров РУз (от 21.07.2003 № 320, от 31.10.2007 и др.) по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель. Проведенные исследования водных проблем с теоретическим обоснованием генезиса, формирования и режима поверхностных вод бассейнов рек Узбекистана с учетом множества природных и антропогенных факторов, помогут выполнить определенные аспекты этих постановлений правительства с учетом научно обоснованных данных и прогнозов.

В данной монографии рассмотрены следующие вопросы:

краткая характеристика объектов исследований: бассейны рек Сурхандарьи, Кашкадарьи, Хорезмский оазис и орошаемая зона Республики Каракалпакстан; методы, используемые для выявления закономерностей водного режима и миграции солей в речных водах; методика оценки изменения водного режима рассматриваемых рек; изучения динамики минерализации и химического состава речных и коллекторно-дренажных вод; изменение источников питания и водности рек Сурхандарьи и Кашкадарьи и Амударьи в условиях глобального изменения климата; оценка изменения некоторых характеристик климата Центральной Азии.

Оценка источников питания рассматриваемых рек по критериям В.Л. Шульца; изменение водности рек за многолетний период и по их длине; современное состояние агроландшафтов и их историческое изменение; история развития агроландшафтов в рассматриваемых областях; анализ современного засоления и загрязнения агроландшафтов рассматриваемых областей; изменение минерализации и химического состава речных вод за многолетний период и анализ поступления величины солевого стока на агроландшафты; формирование коллекторно-дренажной сети и вынос солей с орошаемых массивов и возможность использования минерализованных вод при выращивании кормовых и овоще-бахчевых культур.

Гидроэкологический и социо-экономический анализ рассматриваемых оазисов; выявление закономерностей в изменении водного режима рек, засоления агроландшафтов и прогноз их состояния на 2030 г.; засоление орошаемых земель и проблема Аральского моря.

Исследование генезиса, формирования и режима поверхностных вод будут продолжены. При этом, будет уделено большое внимание изучению существующих биогеохимических провинций, учение о которых было выдвинуто А.В.Виноградовым, учеником В.И.Вернадского, создателя науки- биогеохимии. В основе этого учения лежит представление о миграциях макро и микроэлементов в системе: вода-почва-растение- живой организм [6].

Основная использованная литература

1. Абдиров Ч..А., Константинова Л.Г., Курбанбаев Е.К., Константинова Г.Г. Качество поверхностных вод низовьев Амударьи в условиях антропогенного преобразования пресноводного стока. Ташкент. «Фан», 1996. – с 111.
2. Агальцева Н. А., Боровикова Л. Н. Оценка уязвимости стока рек бассейна Аральского моря от возможных воздействий изменения климата // Оценка уязвимости водных ресурсов от изменения климата. - Бюллетень № 3. - Ташкент: САНИГМИ, 1999. - С. 36-45.
3. Агальцева Н.А, Пак А.В. Оценка влияния климатических изменений на водные ресурсы рек бассейна Аральского моря / Бюллетень №6 . Климатические сценарии, оценка воздействий изменения климата. Ташкент 2007. с 44-51.
4. Азимбаев С.А. Почвы южной части Узбекистана и их мелиоративное состояние // Ташкент. «Фан», 1991. – с 138.
5. Ахмедов Х.А Ирригация Хорезма. Изд. „УЗБЕКИСТАН", Ташкент, 1965.
6. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., «Наука», 1965.
7. Генусов А.З. и др. Почвы Узбекской ССР, Ташкент, изд. «Узбекистан», 1964.
8. Гулямов Я.Г. История орошения Хорезма. Ташкент, 1957.
9. «Доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в РУз за 2005-2006 гг» / Мониторинг окружающей природной среды, Госкомприрода Р Уз, Ташкент 2007.
10. Духовный В.А., Баклушин М.Б., Томин Е.Д., Серебренников Ф.В. Горизонтальный дренаж орошаемых земель.- М: Колос,1979.-250с.

11. Жумамуратов А. Нейтронно-активационный метод в изучении геохимического и агрохимического состояния орошаемых почв Приаралья и пути его улучшения, Ташкент, 2011
12. Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. М.—Л., Изд-во АН СССР, т. I—II, 1946—1947.
13. Курбанбаев Е., Артыков О., Курбанбаев С. Интегрированное управление водными ресурсами в дельте реки Амударьи. Global Water Partnership Central Asia and Caucasus, Ташкент, 2010.
14. Материалы для статистики Туркестанского края. Выпуск 1. под редакцией Маева Н.А. «Петербург», 1872.
15. Мурадов Ш.О. Научное обоснование водостойчивости аридных территорий юга Узбекистана // Ташкент:Фан, 2012, 374 с.
16. Насрулин А.Б., Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т. Опыт использования гидроэкологического мониторинга для оптимизации мелиоративных систем бассейна р. Амударьи // В сб. научных трудов конференции «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий» (5-й выпуск) в филиале ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, ФГОУ ВПО «Рязанский государственный университет», 12-13 октября 2012 г., г. Рязань. с 64-71.
17. Насрулин А.Б. Методика гидроэкологического мониторинга при создании информационных блоков системы поддержки решений для управления водных ресурсами бассейна реки Амударьи // Сборник научных трудов «К 80-летию САНИИРИ им. В.Д. Журина» 1925-2005, Ташкент 2006. с 334-341.
18. Насрулин А.Б. Опыт использования географических информационных систем при исследовании водных ресурсов бассейна Аральского моря / № 1 (5) 2013. журнал «Россия и Германия», Москва, с 4-7.
19. Насрулин А.Б., Чембарисов Э.И. Опыт исследований генезиса и режима поверхностных вод дельты Амударьи и их влияние на агроландшафты для решения геоэкологических проблем Южного Приаралья // В тезисах V междунар. Науч.-практич. конференции «Проблемы рационального использования и охраны биологических ресурсов Южного Приаралья», Нукус, 11-12 июля 2014 г., с. 195-196.

20. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (2008-2011гг.) // Ташкент: «CHINOR ENK», 2013, 254 с.
21. Панков М. А. Мелиоративное почвоведение. Ташкент, «Ўқитувчи», 1974
22. Почвы аридной зоны как объект орошения. М., «Наука», 1968.
23. Почвы Узбекской ССР, т. I—III. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1949-1964.
24. Рамазанов А.Р., Курбанбаев Е., Якубов Х.И. Некоторые вопросы мелиорации засоленных земель в низовьях Амударьи. Нукус: Каракалпакстан, 1979, с 221.
25. Рахимов Ш.Х., Широкова Ю.И. Современные задачи по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и внедрение инновационных технологий в службу мониторинга и мелиоративного кадастра Республики Узбекистан // Ерлардан оқилома фойдаланиш ва муҳофаза қилишнинг институционал масалалари. Илмий мақолалар тўплами, Тошкент 2012. с 59-62.
26. Степанов И.Н, Чембарисов Э.И. Влияние орошения на минерализацию речных вод. – М.: Наука, 1978. с 120.
27. Ходжибаев Н.Н. Естественные потоки грунтовых вод Узбекистана. // Ташкент:Фан. 1970. 173 с.
28. Чембарисов Э.И. Бахритдинов Б.А. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии.— Ташкент, Укитувчи.—1989.
29. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю. Методика гидроэкологического мониторинга оценки качества поверхностных вод//“Проблемы освоения пустынь“, Ашхабад, 2005, №1, с 32-36.
30. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. Коллекторно-дренажные воды Республики Каракалпакстан / Нукус, «Билим», 2008, с 56 .
31. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. Гидрологическая экология Узбекистана и ее задачи // Вестник КГУ им. Бердаха. – Нукус, № 3 – 4, 2010, с. 27-29
32. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Чембарисов Т.Э. Исследование взаимосвязи засоления и загрязнения агроландшафтов с химическим составом поверхностных вод низовьев р. Амударьи // В сборнике тезисов Материалов Международной научно-практической конференции «Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья», Академия Наук РУз Каракалпакское отделение, 22-23 июня 2012 г., Нукус, с 145-146.

33. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т. Изучение влияния речных вод Узбекистана на засоление и загрязнение агроландшафтов в условиях изменения климата // В сборнике научных трудов Центрально-Азиатской международной научно-практической конференции МКВК «Водному сотрудничеству стран Центральной Азии – 20 лет: опыт прошлого и задачи будущего», Алматы, 20-21 сентября 2012, Ташкент- Алматы, с 175-177.
34. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т. Прикладная экология (на примере Республики Каракалпакстан). учебное пособие Нукус, Билим, 2012, 84 с.
35. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю. Применение гидроэкологического мониторинга при интегрированном управлении водными ресурсами // В сборнике научных трудов Ташкент НИЦ МКВК, «Водное хозяйство и интегрированное управление водными ресурсами в странах ВЕКЦА: проблемы и решения», Ташкент, 2012, с. 65-70.
36. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Чембарисов Т.Э. Некоторые аспекты мелиоративного состояния орошаемой зоны Хорезмского оазиса// Материалы Республиканской научно-практической конференции по теме «Вопросы совершенствования эффективного использования водных ресурсов, а также улучшения мелиорации и экологии окружающей среды», НИИИВП при ТИИМ, Ташкент, 2012, с. 132-136.
37. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Чембарисов Т.Э. Возможности использования бассейнового ландшафтно-галогеохимического метода при решении мелиоративных, гидрогеологических и геоэкологических задач // «Современные методы и технологии в решении гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических задач», Материалы республиканской научно-технической конференции, «Институт ГИДРОИНГЕО», Ташкент, 8 октября 2013. с 43-45.
38. Чембарисов Э.И., Насрулин А.Б., Лесник Т.Ю., Чембарисов Т.Э. Особенности состояния засоления агроландшафтов Каракалпакии // В сборнике научных трудов Республиканской научно-практической конференции «Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства», 2013, ФГОУ ВПО, Рязанский государственный агротехнологический университет им. Костычева, Рязань, 10 выпуск, с. 412-416.

39. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т. Опыт использования минерализованных вод для орошения кормовых культур Узбекистана // В сборнике международной научно-практической интернет-конференции «Направления развития современных систем земледелия», посвященной 110-летию со дня рождения профессора С.Д. Лысогорова, 11 декабря 2013 года, г. Херсон, ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет», кафедра земледелия, с.387-392.
40. Чембарисов Э.И., Шодиев С.Р., Лесник Т.Ю., Чембарисов Т.Э. Составление карты гидрохимического районирования коллекторно-дренажных вод орошаемой зоны Узбекистана //научно-практическая конференция, посвященная 80-летию Государственного научно-производственного предприятия «Картография» при «Госкомземгеодезкадастр» «Комплексное и тематическое картографирование в Узбекистане: история, теория, методы, практика», 28 марта 2014 г., Ташкент, С.122-125.
41. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Чембарисов Т.Э. Некоторые проблемы засоленных земель Узбекистана // В сб. научных трудов «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия», Выпуск 55, РосНИИПМ, Новочеркасск, 23 мая, 2014 г., с.126-134.
42. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Хожамуратова Р.Т., Чембарисов Т.Э. Состояние и перспективы улучшения функционирования коллекторно-дренажной сети Республики Каракалпакстан // В сб. научных трудов «Мелиоративная отрасль в современных условиях: состояние, проблемы, передовые технологии», Выпуск, РосНИИПМ, Новочеркасск, 16 июня, 2014 г., с.140-143.
43. Чембарисов Э.И., Насрулин АБ., Лесник Т.Ю., Чембарисов Т.Э. Минерализация и химический состав речных вод бассейна Амударьи // Международный научно-практический журнал «Проблемы освоения пустынь», № 3-4, Ашхабад, 2013 г., с.54-58.
44. Чембарисов Э.И., Насрулин АБ., Лесник Т.Ю. Содержание многолетних исследований поверхностных вод Узбекистана // В сб. материалов Международной научно-практической конференции «Интеграция науки и практики как механизм эффективно развития геологической отрасли Республики Узбекистан», Госкомгеологии и минеральных ресурсов, ГП «НИИМР», 18 августа, 2014 г., с. 477-479.

45. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Насрулин А.Б., Чембарисов Т.Э. Коллекторно-дренажные воды Сурхандарьинской области Республики Узбекистан // Ежемесячный научно-технический журнал «Водные ресурсы и водопользование», №4(135), 2015г., Казахстан, Алматы, С.40-45.
46. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Насрулин А.Б., Чембарисов Т.Э. Коллекторно-дренажные воды Средней Азии // Ежемесячный научно-технический журнал «Водные ресурсы и водопользование», №2(133), 2015г., Казахстан, Алматы, С.43-45.
47. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Насрулин А.Б., Чембарисов Т.Э. Влияние качества оросительных вод Средней Азии на мелиоративное состояние орошаемых земель // Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия», Вып.№1(57), Новочеркасск, 2015г., С.72-78.
48. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Насрулин А.Б., Эргашев А. Мелиоративное состояние земель и формирование коллекторно-дренажных вод на орошаемых землях Кашкадарьинской области Республики Узбекистан// Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия», Вып.№1(57), Новочеркасск, 2015г., С.95-99.
49. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Эргашев А., Вахидов Ю.С. Анализ многолетних изменений водности рек крупных орошаемых массивов бассейна реки Амударьи // Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия», Вып.№4(60), Новочеркасск, Россия, 2015г., С.115-120.
50. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан- Ташкент: САНИГМИ, 2000-250 с.
51. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Узбекистан. // Узгидромет, НИГМИ, «VORIS-NASHRIYOT» Ташкент, 2007, 132 с.
52. Шадиметов Ю.Ш. Региональные проблемы социальной экологии. - Ташкент, 1992.
53. Шахназаров А.И. Сельское хозяйство в Туркестанском краю-С-Питербург, 1908.
54. Широкова Ю.Л, Палуашова Г, Шарафутдинова Н.Ш. Особенности эффективных норм промывки на основе опытных данных при оценке засоления почвы методом измерения электропроводности / Проблемы обеспечения водными

ресурсами сельских населенных пунктов в маловодные годы и пути их решения
// Ташкент, 2008, с 84-85.

55. Шмит К.И., Дорант Ф.Б. Гидрографические исследования на Аму-Дарье. Тр. Аму-Дарьинской экспедиции, т IV, СПб., 1878.
56. Щульц В.Л. Реки Средней Азии // Гидрометеоиздат. Ленинград, 1965. 692 с.
57. Якубов М.А., Якубов Х.Э, Якубов Ш.Х. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение, Ташкент, НИЦ МКВК, 2011, С.188.
58. Nasrulin, H. Lieth. Elaboration of Systems Hydroecological Monitoring of Aral Sea Basin. - M. Matthies, H. Malchow & J. Kriz (eds.) Integrative Systems Approaches to Natural and Social Dynamics. Springer-Verlag Berlin, August 2001. 249-261.
59. Chembarisov Hydrochemistry of river, collector, and drainage waters in the Aral Sea basin // The Aral Sea basin, NATO ASI Series 2.Environment Vol.12. 1996, 115-120 p.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Краткая характеристика объектов исследований: бассейны рек Сурхандарьи, Кашкадарьи, Хорезмский оазис и орошаемая зона Республики Каракалпакстан

2. Методы, используемые для выявления закономерностей водного режима и миграции солей в речных водах

2.1. Методика оценки изменения водного режима рассматриваемых рек

2.2. Основные положения бассейнового ландшафтно- галогеохимического метода изучения динамики минерализации и химического состава речных и коллекторно-дренажных вод

3. Изменение источников питания и водности рек Сурхандарьи и Кашкадарьи и Амударьи в условиях глобального изменения климата

3.1. Оценка изменения некоторых характеристик климата Центральной Азии

3.2. Оценка источников питания рассматриваемых рек по критериям В.Л. Шульца

3.3. Изменение водности рек за многолетний период и по их длине

Выводы

4. Современное состояние агроландшафтов и их историческое изменение

4.1. История развития агроландшафтов в рассматриваемых областях

4.2. Анализ современного засоления и загрязнения агроландшафтов рассматриваемых областей

4.3. Изменение минерализации и химического состава речных вод за многолетний период и анализ поступления величины солевого стока на агроландшафты

4.4. Формирование коллекторно-дренажной сети и вынос солей с орошаемых массивов

Выводы

5. Гидроэкологический социо-экономический анализ некоторых рассматриваемых оазисов

5.1. Гидроэкологический и социо-экономический анализ Хорезмского оазиса и орошаемой зоны Республики Каракалпакстан

5.2. Выявление закономерностей в изменении водного режима рек, засоления агроландшафтов и прогноз их состояния на 2030 гг.

5.3. Засоление орошаемых земель и проблема Аральского моря

5.4. Использование минерализованных вод при выращивании кормовых и овоще-бахчевых культур

Выводы

Заключение

Основная использованная литература

ЧЕМБАРИСОВ Э.И., НАСРУЛИН А.Б., ЛЕСНИК Т.Ю.,
ХОЖАМУРАТОВА Р.Т.

ГЕНЕЗИС, ФОРМИРОВАНИЕ
И РЕЖИМ ПОВЕРХНОСТНЫХ
ВОД УЗБЕКИСТАНА И ИХ
ВЛИЯНИЕ НА ЗАСОЛЕНИЕ
И ЗАГРЯЗНЕНИЕ
АГРОЛАНДШАФТОВ

(на примере бассейна реки Амударьи)

на русском языке

Издательство «Qaraqalpaqstan»

Нукус—2016

Редактор
Оператор

*Гүлистан Пирназарова
Ербол Альжанов*

Разрешено в печать 22. 02. 2016. Формат 60x84 ¹/₁₆. Объем 11,75 п.л.,
10,93 изд. л. 9,72 усл. п. л. Тираж 100. Цена договорная.

Заказ №39

Лицензия АІ №114 выдана 30.09.2008 г. Кабинетом Министров РУз для
осуществления издательской деятельности

Издательство «Qaraqalpaqstan», 230100, г. Нукус
ул. Каракалпакстан, 9.

Отпечатано в Издательстве «Qaraqalpaqstan».