

# **Анализ распределения водных ресурсов в условиях орошаемого земледелия в Ферганской долине**

**А.Д. Никанорова**

## **Введение**

Активное развитие орошаемого земледелия со второй половины 20 века в Ферганской долине, в одном из наиболее благополучных оазисов Центральной Азии, привело к возникновению ряда геоэкологических проблем, в частности - к дефициту водных ресурсов.

Целью данной работы являлись оценка распределения водных ресурсов в этом регионе, а также выявление причин возникновения их дефицита.

В ходе работы на первых двух этапах проводились анализ физико-географических и геоэкологических условий региона на основе литературных источников.

Были написаны главы о природных условиях Ферганской долины и социальных и геоэкологических проблемах.

Последующие исследования заключались в разработке и применении модели распределения водных ресурсов. Необходимо было создать геоинформационную систему на Ферганскую долину в картографической программе ArcGIS, включающая слои с информацией о землепользовании, о расположении и структуре ирригационной системы, о распределении полей по каналам, которыми они орошаются; были проведены расчеты потребления и поступления воды. На основе полученной информации построена модель, отображающая распределение водных ресурсов. Необходимые статистические данные были получены с информационного портала знаний о водных ресурсах и экологии Центральной Азии ([www.cawater-info.net](http://www.cawater-info.net)). Итогом стало составление нескольких оценочных карт-схем Ферганскую долину (масштабом 1:400000): «Распределения водных ресурсов» при 4 разных сценариях (влагообеспеченный, не обеспеченный влагой года, в условиях рекомендованных и фактических норм орошения); «Основные выращиваемые культуры в Ферганской долине» карты «Распределения полей по каналам».

Четвертым этапом работы были анализ полученных данных и карт-схем, а также выявление причин нехватки воды. Результаты исследований отражены в заключительной главе данной работы.

## Глава 1

### Природные условия Ферганской долины

Ферганская долина является межгорной депрессией, расположенной в Центральной Азии между хребтами Центрального и Южного Тянь-Шаня. Имея протяженность с запада на восток 475 км, а с севера на юг 260 км, по своей форме она напоминает овал, площадь которого составляет 78 тыс. кв. км. Территорию Ферганской долины между собой делят три государства: Таджикистан, Узбекистан и Киргизстан.

С трех сторон долину окаймляют высокие горные хребты (со средними высотами 4000-6000 м): с юга Алайский и Туркестанский, с востока Ферганский и Атойнакский, с севера Чаткальский и Кураминский. С запада Кураминские и Туркестанские горы сближаются и образуют "Ходженские ворота" шириной 7-9 км, отделяющие Фергану от пустыни Голодная степь (средние высоты 200-300 м).

Географическими границами региона с запада служит меридиан города Бекабад, а на востоке – гребни Ферганского и Атойнакского хребтов.

В пределах Узбекистана лежит центральная равнинная часть депрессии (17 тыс. кв. км), Киргизии принадлежит почти вся краевая часть с востока и юга (53 тыс. кв.км), Таджикистану - южные склоны Кураминского хребта и запад равнинной части долины (8 тыс. кв.км).

**Геологическое строение.** Состав горных пород, слагающих Ферганскую долину сложный и разнообразный, имеет мозаичный характер в виде различных пятен и полос горных пород.

В геологическом строении Ферганской депрессии участвуют осадки всех возрастов (от палеозойских до современных четвертичных). Наиболее древние палеозойские образования выступают в высокогорье и пределах высоких предгорий, с понижением высоты наблюдается смена древних пород на более молодые.

Палеозойская система представлена силурийскими, девонскими, карбоновыми и пермскими образованиями. Силурийские отложения отмечены в Туркестанском и Алайском хребтах и характеризуются пестрым литологическим составом: глинистые сланцы ордовика с прослоями известняков (мощность до 800 м); песчано-сланцево-известняковые толщи нижнего силура (мощностью до 700 м), сильно дислоцированные и метаморфизированные, с прорывами интрузивных пород; базальты и кремнистые сланцы нижнего девона (мощность до 1500 м), слоистые известняки с глинистыми сланцами (мощность от 1000 до 5000 м). Отложения смяты в складки и нарушены разломами (Мавлянов, 1972) .

Каменноугольные отложения встречаются в тех же местах, где встречаются девонские породы, в районе междуречья Ходжа-Багиран-Исфара, Исфара-Сох, в горах Катран, расположенных западнее города Ош. Общая мощность известняков нижнего карбона 800-3000 м, увеличивается с запада на восток. Филлитовые сланцы, алевролиты, известняки и известняково-глинистые сланцы среднего и верхнего карбона представлены главным образом в южной части Ферганы, мощностью от 400 до 2000 м. Пермские отложения представлены ограниченными ареалами в Южной Фергане красно-бурыми конгломератами, гравелитами и песчаниками.

Палеозойским породам характерна раздробленность, развитие сбросов и надвигов, что способствует выветриванию и скоплению рыхлого материала. Продукты разрушения девона и карбона встречаются в долинах рек и у подножий склонов в виде

валунов, галечников, гравийно-песчаных образований. Особенно большое скопление галечников приурочено к долинам рек и мелких притоков со стороны Ферганского и Алайско-Туркестанского хребтов.

В горах известняки девона и карбона по своему поднятию превышают базис эрозии, поэтому они сильно расчленены глубоко врезанной речной сетью.

Юрские отложения на территории Ферганы распространены достаточно широко, сложены конгломератами, песчаниками, алевролитами и глинами в пластах угля. Мощность толщи составляет около 800 м (Мавлянов, 1972).

Меловые отложения обнаружены во всех предгорьях. По генезису различают два типа: континентальные образования (нижние, мощностью до 1000 м), состоящие преимущественно из малиново-красных песчаников и конгломератов, и морские (верхние, мощность до 500 м), сложенные известняками, мергелями и песчаниками. В центральной части депрессии меловые отложения погружены на большую глубину и еще плохо изучены (Мавлянов, 1972).

Кайнозойские отложения имеют возраст палеогена (с ними связаны главные месторождения нефти и газа) и палеоген-неогена. Палеогеновые образования отлагались в условиях лагунно-морского режима, представлены известняками, глинами и песчаниками, мощностью от 240 до 625 м. Нерасчлененные верхние палеоген-неогеновые отложения распространены главным образом в Южной Фергане, в составе алевролиты, песчаники, конгломераты, глины с прослоями известняков и мергелей. Мощность их достигает до 1500 м.

Выше палеогена осадки морского генезиса в Фергане отсутствуют, постепенно переходя в континентальные свиты неогена (молассовые толщи). Молассы формировались в связи с интенсивным разрушением вздымающихся гор, окаймляющих Фергану. Их традиционно делят на массагетские и бактрийские.

Массагетские свиты представлены слоями кирпично-красных глин, сильно известковистых, слоистых гипсоносных и соленосных. Ближе к борту депрессии глины сменяются песчаниками и конгломератами. В направлении к периферии Ферганы наблюдается обогащение песчаников конгломератами, в Центральной части они замещаются алевролитами, глинами темных цветов. В северо-западной части долины им соответствуют образования гипсоносной толщи. Мощность отложений этой свиты составляет 2200-2700 м.

Бактрийский ярус состоит из терригенных отложений, представляющих собой предгорные и равнинно-долинные накопления. Они залегают с угловым несогласием, часто перекрывают на периферии все более древние породы. Мощность этих отложений составляет 1900 м (Мавлянов, 1972).

Кроме различных пород, создающих слоистый характер геологического строения Ферганской долины, широко развиты интрузивные магматические образования карбона и перми, распространенные в виде больших массивов в горах Моголтау, в Кураминском, Алайском и частично в Туркестанском хребтах. Гранитоидные интрузии сильно нарушены тектоническим трещинами. Эффузивные породы развиты на большей части Кураминского, Чаткальского, Алайского и Туркестанского хребтов и гор Моголтау. Трещиноватость в них развита слабо (Мавлянов, 1972).

Эффузивные и интрузивные породы в настоящее время подвергаются сильному выветриванию и разрушаются. В результате формируются образования в виде элювиальные и делювиальных шлейфов.

Более молодые отложения - меловые, палеогеновые и неогеновые, являлись основной базой формирования лессовых и других мелкозернистых четвертичных пород. Особенно велика роль красно-бурых глин мела и неогена в возникновении современных оползней, сильно развитых на склонах речных долин.

**История развития территории в четвертичный период.** Четвертичный период характеризовался сменой физико-географической обстановки. В четвертичное время под воздействием неотектонических движений происходила дифференциация структурных форм и рельефа, появились новые геоморфологические формы, произошла качественные преобразования в облике страны.

Непрерывное поднятие горных сооружений активизировало процесс эрозии, выноса материала на равнину. В предгорных зонах, испытывающих опускание в раннем и среднем четвертичном периоде, закладывались типичные антецедентные долины и овражная сеть (саи), расчленяющие предгорные возвышенности.

Для центральной части, где наблюдалось погружение фундамента, были характерны процессы аккумуляции сносимого с гор обломочного материала.

В верхнечетвертичное время направленность тектонических движений сохранилась, в средне и позднечетвертичном времени появились долинные ледники, а затем глубокие эрозионные долины-ущелья, способствовавшие перестройке гидрографической сети (Мавлянов, 1972).

В голоцене во время формирования сырдарьинского комплекса шло дальнейшее развитие рельефа. Осадконакопление локализовалось в пределах речных пойм и надпойменных террас, в современных узких эрозионных врезах, где местами проявлялись процессы образования эоловых бугристых песков.

Эпохи оледенения также оставили свой след в современном облике долины. Границы древнейшего горного оледенения спускались местами до краевых частей депрессии. В центрах оледенения осадки формировались в результате длительного морозного выветривания и экзарации. В периферических частях ледников шло накопление морен (Маскудов, 1979).

В перигляциальной области с более мягким климатом, преобладали флювиогляциальные процессы, способствовавшие формированию террасового комплекса осадков и лессовых пород. В местах выхода рек с горных хребтов и адыров возникли огромные конуса выноса, состоящие из галечников и конгломератов. В центральной части шло накопление песчано-алеврито-глинистых отложений.

В ледниковые эпохи границы древнейшего горного оледенения спускались местами до краевых частей впадин. В центрах оледенения, где накапливались мощные льды, осадконакопление шло под влиянием длительного морозного выветривания и экзарации. В периферических частях ледников происходили процессы накопления морен.

Четвертичные отложения имеют крайне неравномерный характер распространения. Они выстилают центральную часть долины и предгорную зону, образуя ряд генетических типов (элювиальные, делювиальные, гляциальные, эоловые и т.д.). Их мощности колеблются в пределах от 300 до 500 м в предгорных районах и до 1500 в центральных. Литологический состав также разнообразен: от валунов до суглинков, лессовых пород и глин (Маскудов, 1979).

**Морфологическое строение.** Современный рельеф Ферганской долины - результат длительной геологической эволюции, которую можно разделить на два основных периода, временной границей которых является палеоген. В период, длительностью от перми до конца палеогена, описываемый регион представлял собой типичный пенеплен с участками, залитыми неглубоким морем. С конца палеогена до настоящего времени, активизация эндогенных процессов и процессов поднятия Тянь-Шаньских гор явилась причиной образования межгорной Ферганской депрессии (Григоренко, 1965), и дальнейшего развития этого региона как отдельной физико-географической единицы.

От гребня Алайского хребта по направлению к пескам Центральной Ферганы наблюдаются многочисленные переходы типов рельефа: глубоко расчлененный денудационный рельеф высокогорий сменяется рельефом среднегорного облика, который заменяется рельефом типичных предгорий и низкогорий, переходящий в широко развитые предгорные равнины и в бугристо-грядовые эоловые формы рельефа центральной части.

В Ферганской долине выделяют несколько морфологических зон:

1. Зона высоких гор:
  - а) высокогорный рельеф с ледниковой и нивальной обработкой (3500-6500 м)
  - б) высокогорный рельеф с эрозионно-гравитационной обработкой (2000-3500 м)
2. Зона предгорий (1000-2000 м)
3. Зона центральной равнинной части долины (ниже 1000 м).

Горную область образуют обращенные к центру депрессии склоны гор Моголтау (наибольшая высота 1628 м, ширина склона 7,5 км, крутизна 8°), северные хребты Кураминский (2200-3000 м, 30 км, 3-7°) и Чаткальский (3900-4300 м, 33-60 км, 3-6°); на северо-восточный Атойнакский (3000-3800 м, 25-33 км, 4-6°); Ферганский (4600-4900 м, 50 км, 2-3°) и южный Туркестанский (4000-5500 м, 60-80 км, 3-4°) (Мавлянов, 1972).

По строению рельефа все встречающиеся типы гор можно отнести к двум основным категориям: нагорья (Нарынское, Фергано-Алайское), состоящие из коротких хребтов и массивов с длинной извилистой водораздельной линией и сложной гидрографической сетью; и высокогорные хребты (Чаткальский, Ферганский, Алайский, Туркестанский), линейно вытянутые, с относительно короткой водораздельной линией и с очень простым строением речных систем.

Зона предгорий представляет собой зону перехода от гор к равнине. Особенно отчетливо она проявляется в Южной Фергане. В пределах зоны предгорий выделяют 5 типов рельефа:

1. Денудационный рельеф глыбово-складчатый, расчлененный, с относительно пологими склонами передовых хребтов и вторичных поднятий, сложенных палеозойскими и мезозойскими породами.
2. Денудационно-аккумулятивный рельеф сводово-складчатых увалисто-долинных адыров, сложенный кайнозойскими образованиями с мощным покровом лессовых пород.
3. Денудационно-аккумулятивный дробнорасчлененный сводово-складчатый адырный рельеф типа "бедленд", выработанный в неогеновых и древнечетвертичных отложениях.
4. Аккумулятивный рельеф: пролювиально-делювиальные шлейфы на склонах адыров и у их поднятий.
5. Пролувиально-аллювиальный и пролювиально-делювиальный рельеф среднечетвертичных межгорных и задырных впадин второго порядка со слабонаклоненной поверхностью дна, заполненных перегороженными конусами выноса.

В горной и предгорной зонах в условиях сильно расчлененного рельефа, изрезанного многочисленными саями, оврагами и суходолами, растительный покров развит плохо (рис. 1). Слабая закрепленность почв корневой системой и обильный поверхностный слой способствуют развитию эрозии и образованию мощных селевых потоков (Мавлянов, 1972).



*Рис. 1 Адырный рельеф на юге Ферганской долины*  
*Источник: [www.Panoramio.com](http://www.Panoramio.com)*

Равнинная зона разделена руслом реки Сырдарья на две неравные части: меньшую правобережную и большую левобережную. По своей форме равнина имеет грушевидную форму, вытянутую по длине с запада на восток-северо-восток. Ее северо-восточный конец упирается в полосу предадырных поднятий между Избаскентским и Северным Аламышикским адырами, а юго-западный - в Ленинабадские ворота.

Поверхность равнины сложена в основном аккумулятивными образованиями, а также золовыми накоплениями, развитыми в Центральной Фергане.

Наиболее высокие точки рельефа равнинной части Ферганы расположены по ее периферии у подножия адыров. Отметки высот понижаются с востока (700 м) на запад (295). Самые низкие точки рельефа заняты руслами Карадарьи и Сырдарьи.

В пределах центральной равнинной зоны выделяют несколько основных категорий рельефа и соответствующие им геоморфологические районы.

1. *Подгорно-вечерная аллювиально-пролювиальная равнина*, состоящая из периферических частей конусов выноса (Сохского, Маргилан-Исфайрамского и Алтыарыкского) и межконусных понижений.

Галечниковая часть Сохского конуса выноса на границе с мелкоземистой частью оконтуривается полуокружностью с радиусом 16 км и средним уклоном 12-14 м на 1 км. Вместе в мелкоземистой периферией продольная протяженность дельты достигает 30 км (Мавлянов, 1972).

Исфаринский конус выноса представляет собой галечниковые щиты сухих дельт Соха и Исфары. Это каменистая пустыня, расчлененная большим количеством ирригационных каналов, орошающих оазисы, расположенные вокруг галечниковых щитов.

Сухие дельты Соха и Исфары практически полностью заполняют интервал между образовавшими их реками, так что ширина межконусного понижения составляет 4-6 км. Южная часть этого пространства повышена за счет конуса выноса, отложенного небольшой речкой Ачиксу.

Подгорно-волнистая равнина восточнее Сохской дельты составлена из нижних конусов выноса рек Араван и Акбуры и конусов выноса более мелких водотоков селевого характера.

Перечисленные конуса выносов имеют сравнительно небольшие размеры и в большинстве случаев сливаются друг с другом. Характерные очертания отдельных конусов выноса, более или менее ясно выраженные в рельефе, ближе к Большому Ферганскому каналу сменяются чередованием холмов и понижений, в пределах которых образуются солончаки и бессточные озера.

Ниже периферии слившихся конусов выносов выделяется слабоволнистая пролювиально-озерная равнина Центральной Ферганы, осложненная сбросными озерами, болотами, расчлененными руслами старых водотоков и бугристыми, грядовыми, реже барханскими песками (Маскудов, 1979).

Подгорная волнистая равнина Северной Ферганы состоит из нижнего яруса конусов выноса северо-ферганских рек. Все конусы выноса этого района в той или иной степени прорезаны современной долиной реки Сырдарья, поэтому на юге подгорная волнистая равнина заканчивается обрывистым уступом высотой 8-32 м.

Склоны адыров то отступают к северу, то выдвигаются на юг, в связи с чем, ширина подгорной равнины изменяется от 3 до 15 км и более. Речные конусы выноса, входящие в состав этой подгорной равнины, редко смыкаются краями. Поверхность между ними образована слившимися конусами мелких адырных суходолов.

2. *Равнинно-долинная аллювиальная равнина*, сформированная на третьей террасе реки Сырдарья (древнеаллювиальной), простирается с востока на запад. С северо-востока она ограничивается рекой Карадарья, образуя уступ высотой 5-6 м, обращенный к руслу реки. С севера ее граница проходит по обрывистому уступу, имеющему меридиональное простираение по линии Чинабад, Шераличек, Курганча-Гуртепе. Далее уступ третьей террасы отходит от реки и, быстро снижаясь, исчезает в эоловых песках.

Рельеф третьей террасы характеризуется исключительной равнинностью (рисунок 2). Уклон поверхности составляет менее градуса. Поверхность расчленена староречьями Мазнильсай, Замбаркуль и Сырку-Дамкуль (Мавлянов, 1972).

В юго-западной части распространены массивы и отдельные скопления песков, достигающие в высоту 5-7 м. Местами рельеф долины осложнен отдельно стоящими холмами высотой 3 -10 м.

3. *Современная долина рек Карадарья и Сырдарья* образована аллювиальными террасами и вытянута в субширотном направлении. Характер ее поверхности равнинный.

В поперечном профиле современной долины выделяются пойма, первая и вторая надпойменные террасы. Наиболее широко развита вторая надпойменная терраса. Ее северная граница ограничена уступом высотой 1-1,5 м, который хорошо прослеживается по линии сел Чинабад, Чанг, Кайма, Гулистан, Балыкчи. Ширина второй надпойменной террасы 0,5 - 4 км.

Первая надпойменная терраса и пойма, чередуясь между собой, протягиваются узкой полосой вдоль рек Карадарья и Сырдарья. Сnivelированные деятельностью человека, уступы надпойменных террас не прослеживаются в рельефе.

Западнее города Коканд широкое равнинное пространство, образуемое аллювиальными террасами, прерывается: далее по течению долина проложена в коренных породах, слагающих современное адырное поднятие (горы Супетау). В этом месте река Сырдарья, сменяя свое движение на юго-восток и далее на юго-запад, описывает извилистую дугу, обращенную выпуклостью к югу. Правобережное пространство в данном районе образует Кайраккумскую степь, которая представляет

собой пустыню, затянутую золовыми песками, лежащими на аллювиальной террасе Сырдарьи.



*Рис. 2 Равнина третьей надпойменной террасы  
Источник: [www.Panoramio.com](http://www.Panoramio.com)*

4. *Золово-аккумулятивный рельеф песчаных массивов* центральной части наложен на поверхности различного происхождения. В этой части долины значительное пространство покрыто песчаными массивами. Среди них выделяют покровные, бугристые и грядовые пески. Покровные пески, мощностью до 15 см распространены преимущественно на слабоволнистых равнинах периферии конусов выноса. К числу песчаных микроформ относятся кустовые бугры высотой 0,4-0,6 м.

Наиболее распространенная форма песчаных отложений - бугристые пески, представлена в виде барханов высотой от 3 до 10 м, реже 20. Их длина и ширина варьирует от 60 до 120 и 200 м. Форма барханов подковообразная и полулунная, вогнутая сторона обращена в направлении господствующих ветров (на восток, северо-восток). Наветренный склон имеет крутизну 10-15гр, подветренный 30-35гр. Иногда несколько барханов, сливаясь краями, образуют барханную цепь, располагающуюся перпендикулярно к направлению ветров.

**Климатические условия** Ферганской долины определяются ее географическим положением в низких широтах и отдаленностью от океана, что вызывает резкую континентальность и засушливость климата. Характерные климатические черты региона – это высокая интенсивность солнечной радиации, засушливость, низкая облачность, повышенная солнечная радиация, резкие колебания суточных и дневных температур.

Своеобразное орографическое положение Ферганской долины и соседство с восточной окраиной пустыни Кызылкумы обусловили здесь наличие четко выраженной вертикальной зональности климата. С понижением абсолютных высот климат меняется от холодного горного до полупустынного на западе долины и жаркого, резкоконтинентального, пустынного в центральной части.

Среднегодовая солнечная радиация на горизонтальную поверхность при ясном небе составляет 240 ккал/кв.см, т.е не меньше, чем в тропиках. Большая сумма тепла



объясняется в первую очередь высоким полуденным стоянием солнца над горизонтом и незначительной облачностью в теплый период года (Маскудов, 1979).

Температура воздуха в предгорьях и горах, существенно отличается от температуры в равнинной зоне. В январе среднемесячные, среднесуточные температуры воздуха отрицательные по всей Ферганской долине. Однако в середине января даже в предгорьях высотой до 1000—1500 м они бывают положительными. В феврале положительные среднемесячные температуры воздуха наблюдаются на всей равнинной части и в предгорьях Туркестанского хребта. В марте до высоты 2000—2200 м среднесуточные температуры достигают 2-8°, дневные 3-11° С (Мавлянов, 1972).

В апреле нулевая изотерма проходит на высоте 3000 м с некоторыми отклонениями, зависящими от экспозиции склонов. В этот период начинается таяние основных снежных запасов в горах, поэтому на большей части рек отмечается бурное нарастание паводка. В мае-июне продолжается общее повышение температуры воздуха. В июле—августе температуры достигают своего максимума. Среднесуточная температура положительна даже на самых высоких гребнях гор. В сентябре — октябре в горах происходит резкое понижение температур. В ноябре и декабре на высоте более 2000-2400 м устанавливаются отрицательные температуры. В предгорьях среднесуточные температуры в ноябре 1-6° С, а в декабре они повсеместно отрицательные (Мавлянов, 1972).

Сумма положительных температур (больше 10°С) в пределах 4500-4700°, безморозный период длится 196-230 дней (Маскудов, 1979).

В холодное время года над Ферганской долиной располагается полярный фронт. Погодные условия формируются под воздействием сухого и холодного воздуха, поступающего из Сибирского антициклона, и влажного теплого воздуха, приходящего в виде циклонов со стороны Атлантики.

Один из важных факторов климата — ветер. Здесь эпизодически возникают сильные ветры. Они перевивают почвы и подвижные пески, образуют пыльные бури, которые затрудняют работу транспорта, промышленных предприятий, рвут линии электропередач и связи. Кроме того, при сильных ветрах поля, населенные пункты, каналы, дороги, мелкая ирригационная сеть засыпаются песком.

Средние годовые скорости ветра в различных частях неодинаковы. Зона повышенных скоростей (более 2 м/сек охватывает Ленинабадские ворота и тянется вдоль течения реки Сырдарья до реки Талдык. В более узких участках «ворот» средние скорости ветра превышают 4 м/сек. На протяжении значительного времени наблюдаются и более сильные ветры (более 15 м/сек). Среднегодовое количество дней с сильным ветром достигает в горле долины 65 м/сек. Другой район сильных ветров - это район города Коканд, где скорость ветра может достичь 16-30 м/сек (Маскудов, 1979).

Своеобразное географическое положение долины с разнообразной ориентацией образующих ее горных сооружений обуславливает неравномерное распределение осадков. Годовая сумма осадков в различных частях изменяется от 55 до 1300 мм. Наименьшее количество (100 мм) выпадает на западной половине равнинной части депрессии в районе города Коканд. К востоку и северо-востоку количество осадков постепенно увеличивается, достигая 200-300 мм в предгорной части и от 900 до 1300 мм в горах.

В годовом режиме осадков наблюдается два максимума (в конце лета и зимой). В равнинной части, а также в предгорьях Чаткальского, Кураминского хребтов наиболее дождлив март (14-17% от годовой суммы осадков), а других частях долины - апрель, май или июнь. Наименее дождливым оказывается август или начало сентября (до 4-5% от годовой суммы осадков). В центральной равнинной зоне и зоне низких предгорий

большая часть выпадает в виде дождя, только с высоты 1400-1700 м доля осадков, выпадающих в виде снега, сильно увеличивается (Мавлянов, 1972).

Устойчивый снежный покров устанавливается только на склонах гор, превышающих 1400-1800 м, на 20-40 дней. В более низкой зоне, на высоте 1000-1400 м, снежный покров неустойчив и большой мощности не достигает.

Отличительная черта климата – высокая испаряемость, которая достигает 1200-1500 мм/год. Благодаря относительно высоким зимним температурам, даже в середине зимы испарение составляет около 10 мм в месяц (январь). Уже в марте оно достигает 60 мм, в дальнейшем испаряемость быстро увеличивается и в летние месяцы (июль-август) составляет 230-250 мм. (Маскудов, 1979). С сентября в связи с резким понижением температуры испаряемость снижается, достигая 30-40 мм в ноябре.

**Гидрологические условия.** В пределах Ферганской долины формируется сток одной из самых крупных рек Центральной Азии – Сырдарья, путем слияния двух крупных рек: Нарына и Карадарьи. Широкое развитие гидрологической сети водотоков в долине обусловлено как природными физико-географическими условиями, так и вмешательством деятельности человека. С целью увеличения сельскохозяйственных угодий в долине была построена ирригационная система, включающая в себя искусственные и естественные водотоки. Режим основных рек Нарын и Карадарья зарегулирован двумя крупными водохранилищами: соответственно Токтогульским и Андижанским.

В зависимости от строения и особенностей склонов горных хребтов выявляются специфические особенности их водотоков. В Ферганской долине можно выделить реки с постоянным током воды и периодическим (Ильин И.А.).

Формирование стока Ферганской долины принадлежит, в основном, территориям Кыргызстана, в пределах узбекской - части лишь на северо-западе Ферганской долины (рис. 3)

С Кураминского хребта как наименее высокого, с длиной южного склона 20-30 км, стекают наиболее короткие и неполноводные реки, на выходе разделяющиеся на рукава и теряющиеся на конусах выноса. Здесь образуются значительные по своему стоку реки Резаксай и Сарваксай. В тоже время почти весь сток рек с горных хребтов поступает в Узбекистан. В Киргизии на орошения забирается незначительная часть стока, заметный водозабор осуществляется на севере в бассейне реки Кассансай.

Чартакальский хребет является наиболее увлажненным осадками, поэтому с него стекают многоводные и крупные реки длиной до 120 км, впадающие в Сырдарью и Нарын.

На южных склонах Кураминского и Чаткальского хребтов наблюдается тенденция уменьшения площади водосборов и водности рек при движении с востока на запад. Средние годовые расходы этих рек составляют: Чартаксай (1,79 м куб/сек), Кассансай (11 м куб/сек), Разаксай (0,7 м куб/сек), Гавасай (6 м куб/сек), Чадаксай (3 м куб/сек) (Чуб, 2007).

По внутригодовому распределению стока реки северной части долины относятся к рекам снегового типа питания и лишь в восточной части Чаткальского хребта к рекам снегового-ледникового типа питания за счет наличия сезонных снежников. Однако в питании всех рек значительную роль играют родники. На реках северных хребтов весеннее половодье начинается в марте, заканчивается в июле, имея многопиковый вид. Летняя межень продолжается с начала и середины июля до середины или конца октября. Затем происходит повышение расходов до середины-конца ноября за счет осенних осадков (Чуб, 2007).



Рис. 3 Внутригодовое распределение стока рек

Источник: атлас «Оценка окружающей среды Узбекистана по экологическим индикаторам», 2008 г.

В восточной и южной частях Ферганской долины весь сток поступает с территории Киргизстана и отчасти Таджикистана. Юго-западные склоны Ферганского хребта являются правой половиной бассейна реки Карадарья. С них стекают четыре главные реки: Яссы, Каракульджа, Тентяксай. Их средняя длина 110-120 км.

Северный склон Адайского хребта по длине, ширине и высоте превосходит склоны всех других гор, окружающих Ферганскую депрессию, поэтому с него стекает наибольшее количество рек - притоков Карадарьи и Сырдарьи, но большая их часть не доносит свои воды (Акбура, Араван, Исфайрам, Шаримардан и Сох), исключение – реки Тар и Куршаб.

С Туркестанского хребта стекают наиболее многоводные реки Исфара, Исфана, Ходжабакирган и Аксу, имеющие длину 100-130 км. Две первые по выходе из предгорий разбираются на орошение в районе конусов выноса, не доходя до реки Сырдарья, а последующие преимущественно доносят свои воды до Сырдарьи.

Характер поступления стока Нарына в течение года очень разнообразный, что обусловлено работой Токтогульской ГЭС в энергетическом, а не ирригационном режиме. В вегетационный период по реке Нарын наблюдаются минимальные расходы, а с ноября по апрель - максимальные. Если учесть, что сток реки Нарын составляет 57% всего поступающего в центральную часть долины стока, то для орошаемого земледелия складывается тяжелая обстановка из-за недостатка оросительной воды в летний вегетационный период (Чуб, 2007).

Основная часть стока из Андижанского водохранилища проходит через Отводящий канал и поступает в другие каналы для орошения (Шахрихансай, Савай, Южный Ферганский). Наибольший сток по каналу наблюдается с конца апреля до середины сентября, в невегетационный период он может вообще отсутствовать. Сток по самой реке Карадарья непосредственно ниже стока из водохранилища, в маловодные годы может практически отсутствовать. К устью за счет сбросов с полей орошения, притока подземных вод и стока правобережных притоков река становится полноводной весь год.

На реках с естественным режимом стока с середины апреля-начала мая начинается рост расходов за счет таяния снега в среднегорной части бассейнов и продолжается до конца июля-середины августа. К этому моменту снег в высокогорной области стаивает и реки питаются за счет таяния ледников и снежников. Спад расходов приходится на конец августа и до конца года (Чуб, 2007).

Грунтовые воды играют важную роль в формировании физико-географических процессов в пределах долины. В первую очередь, они являются основным фактором соленакопления в почвах и грунтах слабосточных и бессточных депрессий.

Источниками питания грунтовых вод служат подземные и поверхностные воды, стекающие с горных хребтов, атмосферные осадки, конденсационные воды воздуха, воды глубоких горизонтов грунта, инфильтрационные воды с полей и каналов.

Короткие реки Туркестанского и Алайского хребтов, недоносящие своих вод до Сырдарьи, пополняют запасы грунтовых вод. Подземный приток с гор в Ферганскую долину оценивается величиной порядка 3 куб.км/год (Крицкий, Менкель, 1961).

Одним из источников питания грунтовых вод является река Сырдарья, которая в зависимости от годовых колебаний уровня воды либо питает грунтовые воды, либо дренирует их. Средняя скорость просачивания вод из Сырдарьи в пролювиально-аллювиальную долину составляет около 160 куб.м/с. Однако самое большое пополнение грунтовых вод имеют инфильтрирующиеся оросительные воды (Маскудов, 1979).

Большая часть расхода грунтовых вод идет на испарение и транспирацию, поэтому центральная часть входит в зону соленакопления в почвах и грунтовых водах.

**Растительность.** По причине зональных различий в климатических, геоморфологических и гидрологических условиях в пределах Ферганской долины формируется своеобразная высотная поясность типов растительных формаций.

Центральная часть Ферганской долины занята пустынной растительностью (псаммофитно-кустарниковой, галофитной, тугайной, лугово-болотной). По склонам гор пустынный тип сменяется горной полупустыней, которая сменяется сухими разнотравными степями. Примерно на высоте 1800-2000 м формируется древесно-кустарниковая растительность. Далее идут субальпийские луга и альпийские пустоши (Арихванова, 1967).

В разных хребтах, окружающих Ферганскую долину, ввиду неоднородности их геологической истории, климатических условий и почв наблюдаются существенные различия. В Кураминском хребте имеют широкое распространение ксерофитно-полукустарничковые и степные типы растительности.

С запада на восток по склонам Кураминского и Чаткальского хребтов видовой состав ассоциации постепенно обогащается за счет эфемеров. Это можно объяснить климатическими и почвенными условиями. Гипсированный серозем западных предгорий Кураминского хребта сменяется на востоке в Чаткальском хребте светлыми сероземами, значительно эродированными с мелкоземистыми участками, соответственно увеличивается и количество атмосферных осадков.

В адырной части Чаткальского хребта в растительности встречаются степни пестроцветные (нижняя часть) и бородачевые (верхняя ступень). На высотах 1200-1800 м распространены широколиственные (ореховые) леса. С 1800-2000 м к широколиственным лесам примешивается горная елово-пихтовая тайга, приуроченная к склонам северной экспозиции.

Предгорья Ферганского хребта сильно отличаются от предгорий Кураминского и Чаткальского хребтов; Майлисайские, Узгенские и Джалалабадские адыры характеризуются пышным развитием эфемерово-полынной растительности с примесью вишни на каменных выступах и редкими кустами фисташки (Арихванова, 1967).

Ферганский хребет отличается широким распространением в верхнем поясе адыров степных ассоциаций, основу которых образует ячмень луковичный. На высоте 1200-2500 м формируются луга, состоящие из крупнотравья, а также широколиственные (орехово-плодовые) леса. Выше преобладают субальпийские гераниевые и луковые луга.

Предгорья Алайского и Туркестанского хребтов, несмотря на более мягкий климат, по сравнению с предгорной частью Кураминского и Чаткальского хребтов, отличаются пустынностью, скалистостью и сравнительно малым развитием мягких мелкоземистых склонов. Реки большей частью текут в горах в узких каменистых ущельях или в крутостенных каньонах. Почвы здесь осолоненные, светлые, малогумусные, пустынные разновидности серозема с гипсом. Растительность ксерофильно-полукустарникового типа этих адыров сложена главным образом солянками, полынью и эфемерами.

Для Алайского хребта характерно широкое распространение в предгорьях ксерофитно-полукустарникового типа растительности. В верхнем поясе адыров разнотравные сухие степи, в которых доминирующая роль принадлежит пырею, постепенно переходят в арчевники, приуроченные к крутым склонам (Арихванова, 1967).

В Туркестанском хребте широко распространены ксерофильно-полукустарниковый тип растительности, сухие разнотравные степи и арчевники. В высокогорьях преобладают типчаковые степи.

В самых низменных частях равнины Центральной Ферганы на поймах рек в условиях высоких летних температур, большой сухости воздуха и обильного грунтового увлажнения формируется растительность тугайного типа. Главные компоненты тугаев постоянны для всех речных долин Средней Азии. Они обладают длительным вегетационным циклом, не имеют летнего периода покоя и характеризуются своеобразными признаками приспособления к временным затоплениям и заиливанию поверхности почвы (Ариханова, 1967).

Тугайные типы растительности весьма изменчивы и непостоянны. Это зависит от частых изменений русла рек и отложения новых наносов; от изменения уровня, а с ним и глубины залегания грунтовых вод; и воздействия человека, выражающегося в сбросах воды на неиспользуемые площади. Эти факторы вносят существенные изменения в формирование и развитие растительности нижней террасы Ферганской долины (Ариханова, 1967). Свежие речные наносы после высыхания сразу сдуваются ветром, в результате чего на юго-западе Ферганской долины образуются песчаные барханы. Эти наносы постепенно зарастают пионерными фитоценозами из злаков разных видов (тростник, батлаук, рогоз, сахарный тростник). Одновременно с вышеназванными злаками поселяются черный тополь, ивы, джиды и юлгун.

Если данная местность постоянно затопляется при высоких паводках, то на ней развивается древостой, состоящий из туранги, лоха и ивы. В основном древесные тугаи бывают смешанные, иногда встречаются и чистые заросли, состоящие из джиды, ивы или туранги. Обычно последняя занимает незначительные площади, располагаясь узкой полосой у самого берега реки.

Если нанос затопляется при небольшом паводке, а вода застаивается длительное время, то на этих площадях развивается типичная лугово-болотная растительность (камышы), в этом случае древесные породы не поселяются.

Поселение в тугаях различных видов тамариска обогащает почву солями, так как опадающие ветви выщелачиваются атмосферными осадками. В результате образуются солончаки, на которых первыми поселяются разные виды солянок (Ариханова, 1967).

После отмирания в результате засоления почвы древесно-кустарниковых форм на этих площадях появляются новые растения тугайного типа: солодка, кермек, ак-баш, свиной, аджрек, янтак и др.

По долинам рек Карадарья, Акбура на высоте около 1000 м встречаются небольшие участки наиболее распространенных тугаев из тала, джиды, облепихи, гребенщика, мирикарии, шиповников и др. В этих местах тугайная древесно-кустарниковая растительность чередуется с галечниками и песчано-галечниковыми отложениями и участками поименно-речных лугов с вейником, пыреем ползучим, пальчаткой, тростником, осоками, полевицей и многими другими.

На песчаных, сильно засоленных почвах бугров покрытие растительностью не превышает 25-30%. Хорошо выражены два яруса: гребенщикова (80-100 см высотой) и из солянок (40 см). Растительность распределена равномерно (Ариханова, 1967).

В понижениях Ферганской долины, в местах близкого залегания грунтовых вод формируется тип лугово-болотной растительности, представленный тростниковой, ажреково-солончаковой, янтачно-ажрековой и др. формациями.

Тростниковые болота (камышовые) приурочены к местам с избыточным увлажнением, близкими грунтовым водам и к неглубоким водоемам. Стебли камыша в Ферганской долине бывают до 6 м высоты.

В поймах камыш занимает пониженные участки, регулярно заливаемые паводками. На верхних террасах он расселяется по депрессиям. Обширные заросли камыша развиваются там, где грунтовая вода выходит на поверхность почвы. На повышенных и, следовательно, более сухих местах среди зарослей тростника встречаются ажрек, солерос, сведа, ак-баш, с утляма, юлгун и др.

Злаковые ажреково-солончаковые луга, чистые или с очень небольшой примесью зарослей шур-ажрека, являются типичным элементом покрова долины, постоянными спутниками ирригационной сети, особенно в ее конечных ветвях.

В понижениях центральной части долины широко распространены солончаковые янтакно-ажрековые луга. Из древесных кустарников на этих лугах встречаются тамариски, кустарниковые виды тополя и др. (Ариханова, 1967). Сейчас эти заболоченные луга интенсивно осваиваются под сельскохозяйственные культуры, в частности под хлопчатник.

Для пустынной зоны западной части характерен галофитный тип растительности. Основными компонентами формаций этого типа являются кустарники и полукустарники с сильно редуцированными листьями (или с летним листопадом), с продолжительным периодом вегетации и с позднелетним (осенним) плодоношением. Этот тип в основном связан с эволюцией тугаев и отдельные его формации отражают ступени развития растительности, обусловленные накоплением и динамикой солей в почве. В большинстве своем виды, слагающие сообщества этого типа приурочены к солончакам и солончаковым почвам. Из-за интенсивного освоения Центральной Ферганы формации пустынной зоны представлены качественно и количественно бедно. Основные формации - это сарсазановая, карабараковая, поташниковая и солеросовая (Ариханова, 1967).

Сарсазановая растительность встречается, как правило, на неосвоенных солончаках среди поливных земель или по берегам соленых озер и засоленных речушек на корковых, пухлых и мокрых солончаках.

Заросли из кустарника карабака, достигающего иногда двух метров высоты, встречаются на мокрых и пухлых солончаках, в долинах рек и в изолированных депрессиях.

Поташниковая формация, представленная поташником - сильно ветвящимся кустарником, 15-75 см высотой, кустарником дерезой, видами тамариска и примесью многолетних трав, более широко представлена в Ферганской долине на солончаках и такырных почвах (Маскудов, 1979).

На песчаных пространствах Ферганской долины господствует растительность типа псаммофильных кустарников. Растения, составляющие данный тип, — ксерофитные листопадные кустарники и полукустарники, в травяном покрове главное место занимают немногие эфемеры и однолетники.

Растительность ферганских песков в недавнем прошлом времени имела несколько беспорядочный, полусорный характер и была крайне скудной. В связи с интенсивным освоением территории и осуществлением пескоукрепительных работ во второй половине 20 века, появились насаждения саксаула и кандымов.

В Ферганской долине на данный момент представлены две формации песчаной растительности: белосаксаульная культурная на супесчаных пустынных сероземах и черносаксаульная на такырных почвах древних аллювиальных долин и понижений (Маскудов, 1979).

Основные компоненты покрова склонов гряд и бугров - кустарники (кандым, черный саксаул, ак-чангал), а в нижней части склонов - тамариск. Из травянистых растений широко представлена аристида, эфедра и др. (рис. 4).



*Рис. 4. Пески Центральной Ферганы. Язъван. Природный памятник.  
Источник: [www.Panoramio.com](http://www.Panoramio.com)*

Тип ксерофильно-полукустарниковой растительности имеет в Ферганской долине весьма широкое распространение, занимая низкие адыры в поясе предгорий и опоясывая всю долинную часть, начиная с 450 м и поднимаясь в некоторых местах до 1500 м.

Он представлен разными видами полыней с парнолистником, ежовником, солянками, чогоной, отостегией и др. на гипсованных скелетных сероземах. Растения хорошо приспособлены к условиям сухости и засушливости климата, фитоценозы, слагаемые ими, характеризуются разреженностью покрова и бедным флористическим составом. Как правило, на участке около 1 га обнаруживается не более 10-15 видов растений. Лишь весной цветение эфемеров и многолетников несколько оживляет монотонный ландшафт ксерофильных полукустарничков.

**Почвы.** Общая характеристика почв Ферганской долины представляется как сложная мозаика луговых, болотно-луговых, пустынно-песчаных типов почв, солончаков и неподвижных образований – песков различной формы и закрепленности (Маскудов, 1979). В системе классификации почв долины выделяют также подтипы почв по характеру грунтового увлажнения: почвы речного (аллювиального) режима, сазового и слабого увлажнения.

Аллювиальный режим характеризуется сильным колебанием уровня грунтовых вод в зависимости от режима реки. Сазовый режим грунтовых вод более постоянен, вода содержит много карбонатов. При режиме слабого увлажнения грунтовые воды находятся глубже и мало влияют на почвообразование.

Наиболее распространенные почвы в Центральной Фергане – это солончаки. В большинстве случаев типичные солончаки распространены с луговыми солончаковыми почвами и луговыми солончаками.

Современный почвенный покров Ферганской долины несколько видоизменился по сравнению с данными начала 20 века. До 1930-ых гг. центральная часть была занята в основном целинными землями. Орошаемые почвы были распространены на северо-восточной периферии Сохского конуса выноса и в пределах древнеаллювиальной



долины Сырдарьи в виде разрозненных участков. Они занимали около 16,5 тыс. га, преимущественно это были лугово-оазисные и орошаемые болотные почвы (Маскудов 1979). За счет освоения древнеаллювиальной долины Сырдарьи, периферических частей конусов выноса и межконусных понижений орошаемые площади были значительно расширены до 114 тыс. га. Площадь орошаемых земель в основном увеличилась за счет сокращения солончаков, болотно-луговых и луговых почв. На их месте появились орошаемые луговые, лугово-оазисные и орошаемые болотно-луговые почвы. Почти вся площадь такырных почв подверглась орошению. В результате эти почвы практически исчезли, встречаются лишь мелкими пятнами среди песчаных пространств (Маскудов, 1979).

Проведение коллекторно-дренажных систем, вспашка и другие агротехнические приемы повлияли на окружающие целинные пространства: были осушены болотные почвы, которые трансформировались в болотно-луговые или в орошаемые болотно-луговые.

Поливное земледелие привело к нивелированию различия исходных свойств почв. Высокогумусные почвы (луговые и болотно-луговые) потеряли гумус, а малогумусовые обогатились им (Маскудо, 1979). Таким образом, в условиях Ферганской долины под влиянием орошения и мелиорации произошло осушение болотных и болотно-луговых почв, исчезновение автоморфных и автогидроморфных почв и образование орошаемых, главным образом незасоленных и слабозасоленных луговых почв.

## Глава 2

### Социальные и геоэкологические проблемы

**Высокая плотность населения.** С исторических времен Ферганская долина, как цветущий оазис с высоким природно-ресурсным потенциалом, привлекала людей как место жительства и ведения сельского хозяйства. Критическая демографическая ситуация усугубляется высокими темпами естественного прироста: в среднем на одну женщину в регионе приходится 3,1-3,2 ребенка (Nargiza, 2005).

Однако распределение населения крайне неравномерное. Плотность населения крайне высока в узбекской части долины (200-500 чел/кв.км) по сравнению с таджикской (70чел/кв.км) и киргизской частями (20-40 чел/кв.км) (рис. 5).

В киргизской части (40% от всей территории) проживает около половины всего населения страны, в узбекской (на территории менее 1% от всей страны) проживает около одной трети населения, в таджикской – одна десятая часть населения. Таким образом, на территории площадью около 80 тыс. кв. км проживает около 12 миллионов человек (Nargiza, 2005).

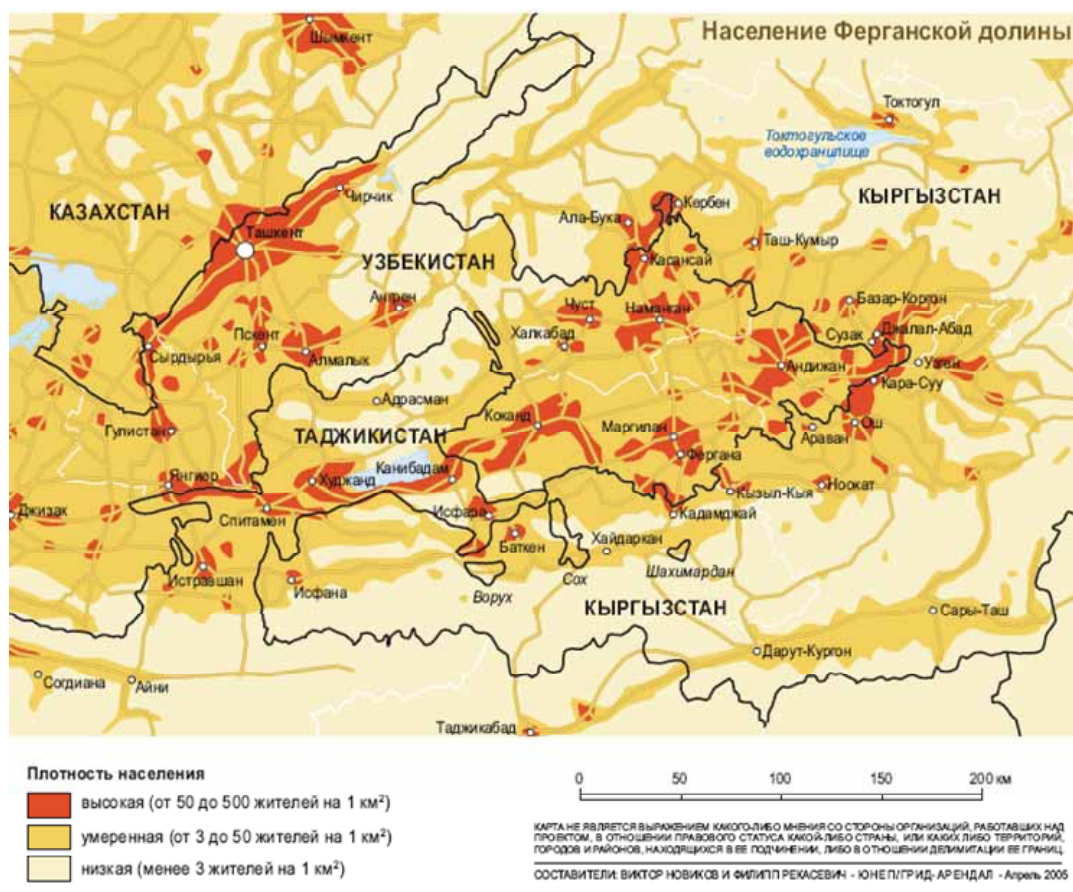


Рис. 5. Распределение населения Ферганской долины (Денисов, 2005)

Урбанизированность региона очень низкая (таблица 1), большая часть населения занимается ведением сельского хозяйства. Доля занятых в этом секторе очень высокая и достигает 40% от трудоспособного населения Узбекистана, проживающего в Ферганской долине, 48% - в Кыргызской части долины и 64% - в Таджикистане (Бакнелл, 2003).

Таблица 1

Распределение населения по областям

Страна	Область	Численность населения, млн. чел.	Доля городского населения, %	Доля сельского населения, %
Кыргызстан*	Ошская	1,05	23,2	76,8
	Джалал-Абадская	0,97	23,1	76,9
	Баткенская	0,42	19,2	80,8
Узбекистан**	Ферганская	2,75	29,0	71,0
	Андижанская	2,3	29,9	70,1
	Наманганская	2,05	62,3	37,7
Таджикистан***	Согдийская	2,03	25,8	74,2

Примечания:

\* - данные по численности населения даны на 1.05.2006, по сельскому и городскому населению на конец 1999 года.

\*\* - данные по численности населения даны на 1.01.2003, по сельскому и городскому населению на конец на 2003 года.

\*\*\* - данные по численности населения даны на 1.01.2005, по сельскому и городскому населению на конец на 2001 года.

Источник: данные Государственного комитета по статистике Республики Узбекистан ([www.stat.uz](http://www.stat.uz)), Национального статистического комитета Республики Кыргызстан ([www.stat.kg](http://www.stat.kg)) и Государственного комитета статистики Республики Таджикистан. ([www.stat.tj](http://www.stat.tj))

Ввиду высокой плотности населения, в Ферганской долине строит острый вопрос нехватки ресурсов, в первую очередь, земельных и водных. Демографический вопрос является одной из основных причин нестабильности в Фергане.

Большая численность населения в сочетании с проблемой нехватки рабочих мест и отсутствием экономических перспектив вызывает миграцию населения из неблагоприятных районов (часто засушливых, горных или орошаемых районов Узбекистана с высокой плотностью населения) в крупные городские центры и в менее населенные сельские районы. Мигранты из Кыргызстана стекаются в Ош и Джалал-Абад (наиболее крупные промышленные центры) и окружающие их районы, жители Таджикистана мигрируют в горные долины Баткенской области.

Вследствие такой направленной миграции анклав и приграничные районы становятся перенаселенными, что ведет к возникновению вопросов нехватки земель и ресурсов. Приграничная территория около Исфары в Таджикистане, вблизи Баткена и Сузакский район Кыргызстана около Джалал-Абада - примеры такой ситуации (Денисов и др., 2005).

Перенаселенность приводит к сокращению площади плодородной сельскохозяйственной земли на душу населения и к дальнейшему обеднению горных территорий, что непосредственно сказывается на уровне жизни.

**Деградация лесных и пастбищных ресурсов.** Следствием критической демографической нагрузки на ландшафты долины стали обезлесивание территории и деградация пастбищных угодий.

Тугайные леса на равнинной территории Ферганской долины и горные леса Алайского и Туркестанского хребтов практически полностью сведены. Древесина используется местным населением в качестве топлива, а также для строительства. Интенсивная вырубка лесов ведет к деградации земель, увеличению засушливости климата, а в горах к вероятности возникновения селевых потоков.

В горных районах, где развитие земледелия ограничено, благоприятные климатические условия обусловили развитие пастбищного скотоводства. Особое значение здесь имеют адыры как круглогодичные пастбищные угодья. Лимитирующим фактором их использования является лишь отсутствие водоемов, поэтому на лето скот отгоняется выше, в горы.

В Ферганской долине выявлен ряд типов пастбищ: ксерофильно-полукустарниковые пастбища на каменисто-щебнистых почвах, горные и адырные степные и лугостепные пастбища, горно-луговые и лесные пастбища (рис. 6).

В Джалал-Абадской области в Кербенском районе в предгорной северо-восточной части Ферганской долины, где находится большинство пастбищ, узбекистанцы и киргизстанцы сталкиваются с проблемами ограничения сезонного передвижения скота между территориями двух соседних государств. Неурегулированный режим выпаса и возникшие чрезмерные круглогодичные нагрузки на пастбища уменьшают их запасы и снижают качество, приводя к процессам опустынивания.



*Рис. 6. Высокогорные пастбища Алайского хребта.  
Источник: [www.Panoramio.com](http://www.Panoramio.com)*

**Деградация почвенных ресурсов.** Широкое распространение орошаемого земледелия в Ферганской долине (100% пахотных земель являются орошаемыми), привело к снижению качества земельных ресурсов. К многочисленным причинам наблюдаемого кризиса являются: недостаточный контроль и отсутствие нормирования ирригационной и мелиоративной деятельности, направленной на получение ежегодных рекордных урожаев; внедрение монокультуры хлопчатника в советские времена и продолжающаяся государственная политика введения высоких квот хлопчатника в посевах. Главными следствиями такой политики землепользования стали засоление и заболачивание почв.

**Засоление почв и потеря урожайности.** За последние десять лет площадь засоленных и подтопленных земель в Ферганской долине увеличилась примерно с 25% до 50% всей орошаемой территории.

Проникновение ирригационных вод в глубь почвы способствуют растворению солей, содержащихся в почвенных горизонтах, и выводу их на поверхность. В условиях недостаточного проведения дренажных работ соли не вымываются с полей, нанося вред выращиваемым культурам. Поступление засоленных вод на участок также возможно при неправильной работе дренажных систем: соли возвращаются в речную воду через дренажные системы и проникают в грунтовое дно каналов, поступая потом обратно на поля. Средний уровень засоленности Сырдарьи возрастает вниз по течению: от 0,45-0,6 г/л в верхнем течении до 1,1 - 1,4 г/л на выходе из Ферганской долины (Валентини, 2004). Это говорит о высоком количестве вымываемых солей с орошаемых полей в верхней части долины.

Засоленность почв также увеличивается по направлению течения Сырдарьи, достигая максимума в центральной и западной частях Ферганской долины. Наиболее сильно проблемам засоления подвержены равнинные территории севера Ферганской и юга Наманганской и запада Андижанской областей (рис. 7).

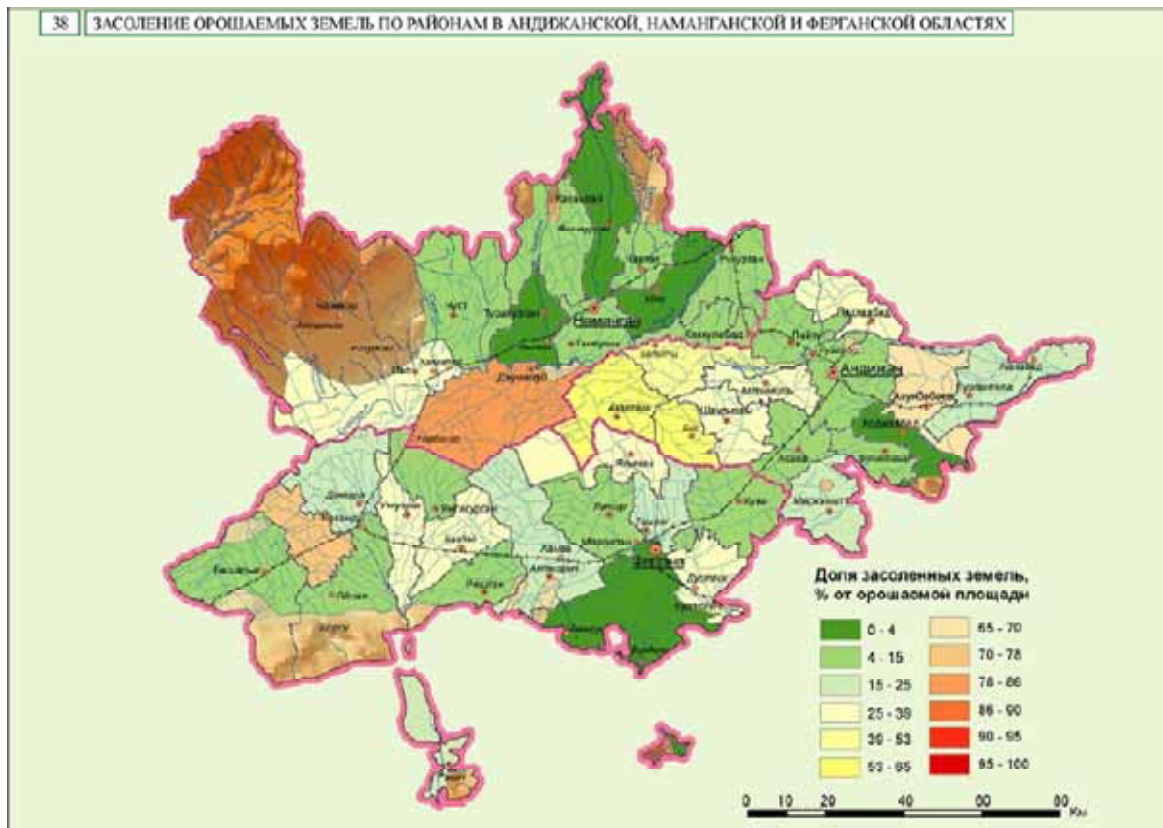


Рис. 7. Карта-схема засоления орошаемых земель в узбекистанской части Ферганской долины.

Источник: атлас «Оценка окружающей среды Узбекистана по экологическим индикаторам», 2008 г.

Засоленность негативно влияет на сельскохозяйственную производительность. Во-первых, увеличивается потребность в воде для промывания почв. Фермеры стараются вымывать соль из почвы, используя большие объемы воды на полях перед или после сельскохозяйственного сезона.

Во-вторых, засоленность подавляет рост растений путем подавления способности адсорбирования воды корнями. Влияние степени засоленности на урожайность варьируется в зависимости от нескольких характерных для каждого участка факторов, включая солеустойчивость культуры, стадию жизненного цикла растения на момент поступления солей (растения особенно чувствительны в период прорастания), состав и структуры почвы, а также характеристики солей. По расчетам Центральноазиатского научно-исследовательского института ирригации, потеря урожайности хлопка составляет 20-30% на слегка засоленной почве, 40-60% на умеренно-засоленной почве, и до 80% и выше на сильно засоленной почве (Бакнелл, 2003).

**Заболачивание.** На территориях, прилегающих к водохранилищам, представляет проблему подъем уровня грунтовых вод; особенно сложная ситуация сложилась вокруг Андижанского водохранилища в южном Кыргызстане. В Узгенском районе и в районе Кара-Суу на территории Кыргызстана, а также в соседних поселках Кургантепинского района на территории Узбекистана, серьезно пострадало 250 домов и было выведено из оборота до 1000 гектаров пахотной земли. В Ошской области пострадало более 185 населенных пунктов, расположенных в зоне подтопления (Денисов и др., 2005). В результате подъема уровня грунтовых вод разрушается почвенный слой, исчезают

флора и сельскохозяйственные культуры, ранее произраставшие на этой территории, ухудшается здоровье населения пострадавших деревень.

Проблема подтопления земель имеет межгосударственный характер, так как ряд водохранилищ, расположенных в Кыргызстане, используется, в первую очередь, для удовлетворения потребностей сельского хозяйства Узбекистана. Негативное воздействие водохранилищ распространяется далеко в глубь узбекской части долины (даже на город Андижан). Подтопление земель, расположенных ниже таких больших водохранилищ, как Токтогульское, вызывает все больше проблем в отношениях между странами; узбекские власти вынуждены строить промежуточные водохранилища и каналы, чтобы отвести излишек воды (Духовный 2004).

Озабоченность вызывает также повышение уровня подземных вод вокруг Кайраккумского водохранилища в Таджикистане. В поселке Кара-бак Баткенской области из-за подтопления было утрачено около трехсот гектаров сельскохозяйственных земель (Денисов и др., 2005). В настоящее время на 31% орошаемых земель уровень грунтовых вод находится на глубине менее 2 метров (Бакнелл, 2003).

В условиях неэффективной работы дренажных систем ферганских водохозяйств, заболачивание почв приводит к загрязнению источников питьевой воды бактериями, солями и агрохимикатами. При поднятии загрязненных вод ирригационных и дренажных систем происходит их смешивание с водоносными горизонтами чистой воды, используемой как питьевая. В целом качества воды в Ферганской долине рассматривает как удовлетворительное, но требующее предварительной очистки для употребления как питьевой. Такие очистные сооружения отсутствуют в регионе, тем самым вызывая риск возникновения заболеваний, переносимых водой. Из-за загрязнения питьевой воды в ряде районов возникают такие заболевания, переносимые водой, как вирусный гепатит (Талаский район), и тифозная лихорадка (Араванский район), гепатит (Ошский район) (Бакнелл, 2003).

### Глава 3

#### Методика построения модели «Распределение водных ресурсов в Ферганской долине»

Целью создания модели являлось выявление районов с наиболее повышенным риском возникновения дефицита воды в условиях орошаемого земледелия; были поставлены задачи, поэтапное выполнение которых привело к созданию геоинформационной системы с элементами компьютерной модели. Интерфейс программы был выполнен в гис-программе Arc GIS-Arc View, база данных сформирована в Microsoft Office Access, а расчеты проводились в Microsoft Office Excel.

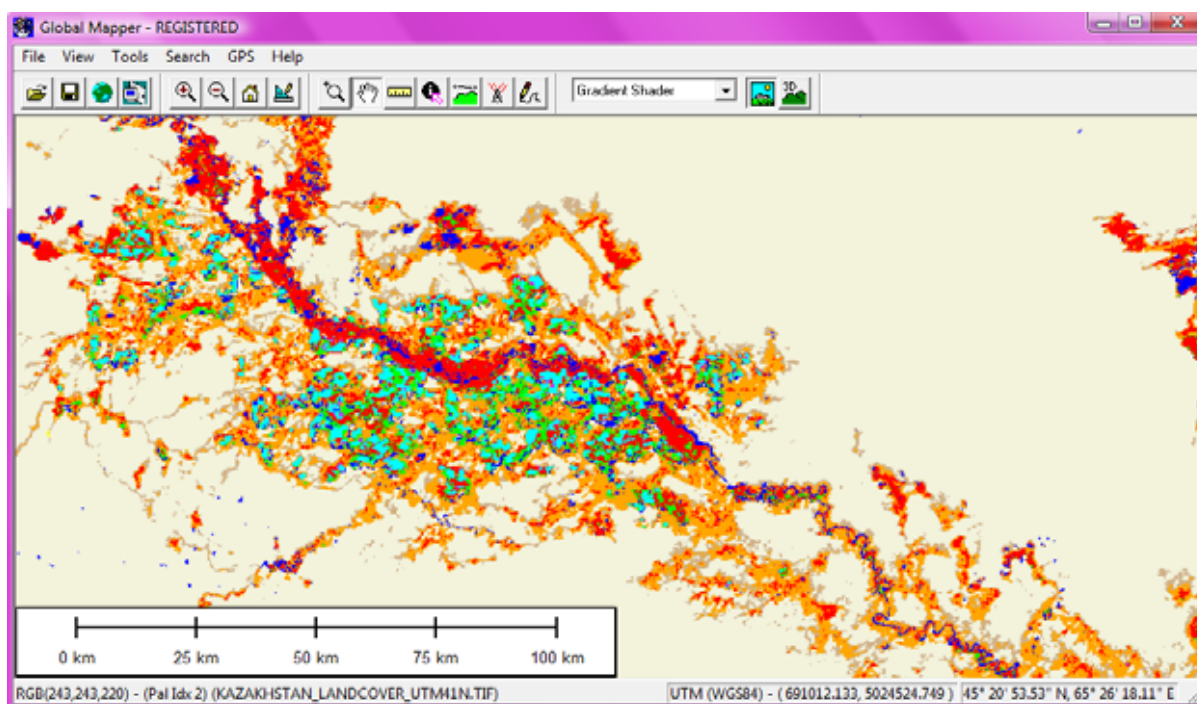
**Дешифрирование аэрокосмических снимков.** На начальном этапе работы проводилось дешифрирование аэрокосмических снимков на Ферганскую долину в программе Arc-GIS на основе мультиспектральных снимков Landsat-7 с разрешением 30 м, данных Google Earth методом эталонного дешифрирования.

Для создания эталонов была использована карта классификации земель Кызыл-Орды (MODIS land use classification of Kyzil-Orda) по типам пользования.

Данная карта была составлена на основе цифровых данных MODIS с помощью автоматического дешифрирования снимков. Она представляет собой растровое изображение, разрешением 250 м., имеющее географическую привязку.

Эта карта изучалась в программе Global Mapper (рис. 8). На ней разными цветами были выделены следующие типы земель:

- Водные объекты
- Пустыни
- Рисовые поля
- Хлопковые поля
- Другие орошаемые поля
- Болота
- Пастбища (с гидрофильной растительностью)
- Пастбища (с мезофильной растительностью)
- Пастбища (с ксерофильной растительностью)



*Рис. 8. Карта MODIS, открытая в программе Global Mapper*

Далее, зная координаты расположения определенных угодий на карте MODIS, в программе Google Earth отмечались эти координаты. Таким образом, были выявлены на космических снимках ареалы распространения основных сельскохозяйственных культур и территории, подверженные заболачиванию или опустыниванию. Иными словами, сопоставляя данные с карты MODIS с космическими изображениями Google Earth и Landsat-7, было выявлено, как на снимках отображаются разные типы природных и антропогенно модифицированных комплексов.

Итогом стало составление таблицы критериев, которые использовались для дальнейшего дешифрирования:

## Критерии эталонного дешифрирования

	<b>Объекты</b>	<b>Признаки</b>	<b>Пример отображения на снимке</b>
1	Поля под рисом	Правильная геометрическая форма (чаще всего ареалы квадратные), ячеистая структура, ячейки квадратной или прямоугольной формы, серо-голубого, серо-зеленого цвета, пронизанные сетью ирригационных каналов	
2	Поля под хлопком	Ярко-зеленого, темно-зеленого цвета, прямоугольные, не регулярная форма ареалов, характерны «борозды» на посевах, протянутые в одну сторону	
3	Болотные угодья	Насыщенно зеленого цвета с синеватыми и зеленоватыми пятнами, текстура монотонная, не имеют правильной геометрической формы	
4	Пастбища (гидроморфные)	Коричнево-зеленый цвет, пятнистая структура, наличие деревьев и кустарников, соседство с водными объектами	



	Объекты	Признаки	Пример отображения на снимке
5	Пастбища (мезоморфные)	Серо-зеленый цвет, пятнистая структура, расположение	
6	Пастбища (ксероморфные)	Серые, серо-желтые цвета, расположение	
7	Селитебная зона	Бело-серые ареалы с правильной формой, подведенными дорогами	

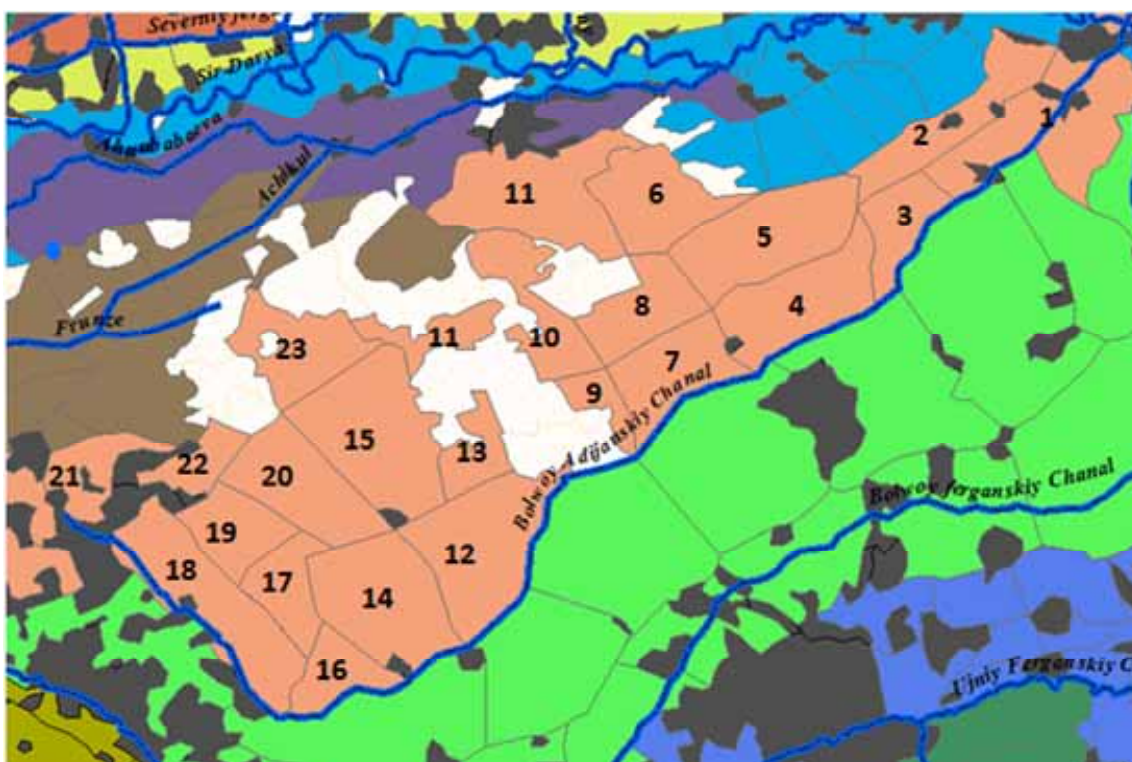
По всей площади долины были выделены земли под сельскохозяйственными культурами (хлопок, зерновые, фуражные, садовые деревья, рис), селитебные зоны и зоны, где земледелие не ведется (пустынные и заболоченные территории).

В картографической программе ArcGIS компиляция из снимков Landsat-7 и Google Earth была привязана в картографической проекции UTM\_WGS-84. С помощью инструментов выделения полигонов в этой программе были созданы слои «Селитебные зоны», «Основные сельскохозяйственные культуры», «Неиспользуемые земли» (масштаб 1:400000). Слой «Селитебные зоны» включает в себя атрибутивную информацию о названиях крупных населенных пунктах, в слое «Основные сельскохозяйственные культуры» помимо атрибутивной информации о типах посевов включена функция автоматического подсчета площади выделяемых полигон. Для создания слоя «Неиспользуемые земли» выделялись земли под заболоченными территориями, земли под песками, солончаки и тугайные комплексы вдоль реки Сырдарья.

**Выделение ирригационных систем.** На основе пространственных данных ([www.cawater-info.net](http://www.cawater-info.net)), отображающих сеть каналов, рек и озер Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана, мультиспектральных снимков Landsat-7, цифровой

модели рельефа SRTM была построена и отображена сеть водных объектов, расположенных в пределах долины. С использованием литературных источников была выявлена иерархическая связь каналов, в базу данных были введены их основные характеристики (название, средний расход, пропускная способность, КПД, протяженность, тип русла, год ввода в эксплуатацию).

Ранжирование полей по их принадлежности к каналам производилось на основе работ проекта Интегрированное Управление Водными ресурсами в Ферганской долине, в условиях недостаточной информации - в соответствии с рельефом территории. Для каждого канала была выявлена подвешенная орошаемая территория, в ее пределах были выделены и пронумерованы полигоны. Нумерация полигонов производилась для их упорядочивания с точки зрения очереди полива полей. Во внимание принимались такие факторы как расположение относительно магистрального канала и наличие подводящих каналов (арыков) к полю полигона. Таким образом, наименьший цифровой индекс имели полигоны у изголовья каналов, а наибольший – полигоны нижней части канала, отдаленные от него (рис. 9).



*Рис. 9. Скрин-шот из ArcGIS, слой «Распределение полей по каналам»  
На рисунке показан пример выделения полигонов полей, подвешенных к Большому Андзжанскому каналу (полигоны розового цвета). Цифрами 1-22 обозначены индексы, соответствующие очередности полива*

Итогом проведенной работы стало создание полигонального гис-слоя «Распределения полей по каналам», где у каждого полигона имелась атрибутивная информация о типе сельскохозяйственной культуры, выращиваемой в его пределах, о его принадлежности к той или иной сети ирригационных каналов. Сформировав имеющуюся информацию в базу данных, затем ее экспортировали в Excel.

Для дальнейшей работы к атрибутивной информации слоя в гис-программе была присоединена таблицей вычислений Excel так, что при изменении каких-либо

параметров в расчетной таблице, соответствующие значения меняются в атрибутивной информации полигонов и отображаются в интерфейсе ArcGIS.

В пределах Ферганской долины было выделено 32 крупных ирригационных системы: системы на главных реках Нарын, Карадарья и Сырдарья; ирригационные системы мелких рек, стекающих со склонов горных хребтов (от Нарына по часовой стрелке: Майли-сай, Караункурсай, Кугарт, Талдык, Акбура, Араван, Исфарамсай, Шахимардан, Сох, Гавиан, Исфара, Гавасай, Разаксай, Кассансай, Наманган-сай, Чартаксай); системы основных каналов центральной части долины (Левобережный, Наманганский, Северный Ферганский, Большой Андижанский каналы, отходящие от р. Нарын, каналы Адигансай, Шахрихансай, Южный Ферганский – от р. Карадарья и каналы Фрунзе, Ахунбабаева – от р. Сырдарья), а также каналы, питающиеся от малых водохранилищ и небольших горных рек (Котортольский, Кокедонский, Большой Аштский каналы). В таблице 2 приведены расчетные данные по площадям орошаемых полей, которые подвешены к основным ирригационным системам Ферганской долины. Наибольшие площади орошения у Большого Ферганского канала (275,9 тыс. га), Большого Андижанского канала (140,8 тыс. га) и Южного Ферганского канала (91,3 тыс. га).

Таблица 3

Характеристика основных каналов

Название	Подвешенная площадь, га	Средний расход, м куб./сек	Название	Подвешенная площадь, га	Средний расход, м куб./сек
Нарын	39344	78	Талдык	29034	15
Кара-Дарья	44402	54	Акбура	20306	21
Сыр-Дарья	34364	130	Араван	30843	9
Левобережный канал	7417	4	Исфарамсай	32860	22
Наманганский канал	47524	23	Шахимардан	28496	10
Северный Ферганский канал	51297	45	Сох	83489	42
Большой Андижанский канал	<b>140870</b>	49	Гавиан	5384	40
Большой Ферганский канал	<b>275916</b>	130	Исфара	25186	20
Адигансай	32192	18	Гавасай	20643	5
Шахрихансай	45005	18	Разаксай	12268	0,5
Южный Ферганский канал	<b>91234</b>	108	Кассансай	29033	12
Фрунзе	13587	8	Наманган-сай	8841	7
Ахунбабаева	21770	23	Чартаксай	4703	2
Майли-сай	27308	8	Котортольский канал	1693	5
Караункурсай	42098	100	Кокедонский	29508	21

Название	Подвешенная площадь, га	Средний расход, м куб./сек	Название	Подвешенная площадь, га	Средний расход, м куб./сек
			канал		
Кугарт	43425	18	Большой Аштский канал	23854	0,5

**Расчеты водопотребления.** В соответствии с нормами поливов для Ферганской долины (Стулина, 2010), зависящих от своеобразия почвенных, геоморфологических и климатических условий, были рассчитаны средние рекомендуемые оросительные нормы (количество воды, подаваемое на 1 га посева за весь период вегетации) для основных сельскохозяйственных культур (таблица 4). Учитывая, что средние потребности воды в хозяйствах Центральной Азии завышены по сравнению с нормативными (рекомендуемыми) нормами: 12000 м. куб/га и 7000 м. куб/га (Перелет, 2007, стр.31), то фактические оросительные нормы больше более, чем в полтора раза. Для выявления средних расходов был введен коэффициент рациональности поливов:  $k=1,58$  при фактических расходах и  $k=1$  при рекомендуемых расходах.

Таблица 4

#### Оросительные нормы

	Средние рекомендуемые оросительные нормы (N), м.куб/га	Фактические оросительные нормы ( $N_{\text{факт}}=N*1,58$ ), м.куб/га
Хлопчатник	4900	7742
Зерновые культуры	4150	6636
Кормовые культуры	4200	6636
Плодово-садовые культуры	3700	5846
Рис	12000	18960

В ходе работы рассматривались две ситуации, сложившиеся в Ферганской долине: вегетационные периоды влагообеспеченного 2005 года (средний попуск составлял 326 м куб./сек для Токтогульского вдхр., и 215 м.куб/сек для Андижанского водохранилища) и 2002 года, когда в связи с конфликтом между Узбекистаном и Кыргызстаном большая часть Токтогульского вдхр. была спущена в зимний период для выработки электроэнергии, и летний средний расход составил всего 228 м. куб/сек. Для расчета расходов каналов и рек была использована информация с интернет-портала [www.cawater-info.net](http://www.cawater-info.net) о фактических попусках из Андижанского и Токтогульского водохранилищ за вегетационные периоды 2005 и 2002 гг..

Поступаемое количество воды в каналы из главных артерий - рек Нарын, Сырдарья и Карадарья, рассчитывалось исходя из значений среднего расхода каждого канала. Сначала вычислялся процент им изъятной воды из реки при ее среднем расходе, а затем это рассчитанное значение использовалось в условиях изменения расхода по трем рекам, который зависит от величины попуска из водохранилищ.

Этап поэтапных вычислений распределения воды строился на нескольких математически и логических операциях. В таблице 5 представлены вычисления на примере Большого Андижанского канала.

Для вычисления необходимой воды (W) для орошения площадь каждого засеянного полигона (S) умножалась на оросительную норму (N):

$$W=S*N$$

За 2002 г средний расход воды в Большом Андижанском канале составил 34,2 м.куб/сек вместо 49 м.куб/сек в 2005 г. Таким образом в канал поступило 538 635 989 м куб. воды за рассматриваемый период. Вычитая поочередно, в соответствии с номерами полигонов, необходимое количество воды для каждого полигона  $W_n$  из поступающего количества воды  $Q_{n-1}$ , можно вычислить до какого номера полигона воды будет хватать.

$$Q_n=Q_{(n-1)}-W_n$$

Для последующего отображения расчетов на карте с помощью программы ArcGIS была выполнена логическая операция по присвоению признака каждому полигону (1 или -1) в зависимости от значения  $Q_n$  ( $Q_n > 0$  или  $Q_n \leq 0$ ).

Поле с признаком было присоединено к таблице с атрибутивной информацией слоя.

В интерфейсе программы ArcGIS в свойствах слоя «Распределения водных ресурсов в Ферганской долине» было произведено изменение параметров отображения на отображение уникальных значений по полю «Признак», каждому полигону в зависимости от значения признака назначили определенный цвет. Желтым цветом обозначены полигоны с признаком «-1», где  $Q_n < 0$  и воды для орошения не хватает, зеленым цветом – с признаком «1», где  $Q_n > 0$  и воды достаточно (рис. 10).

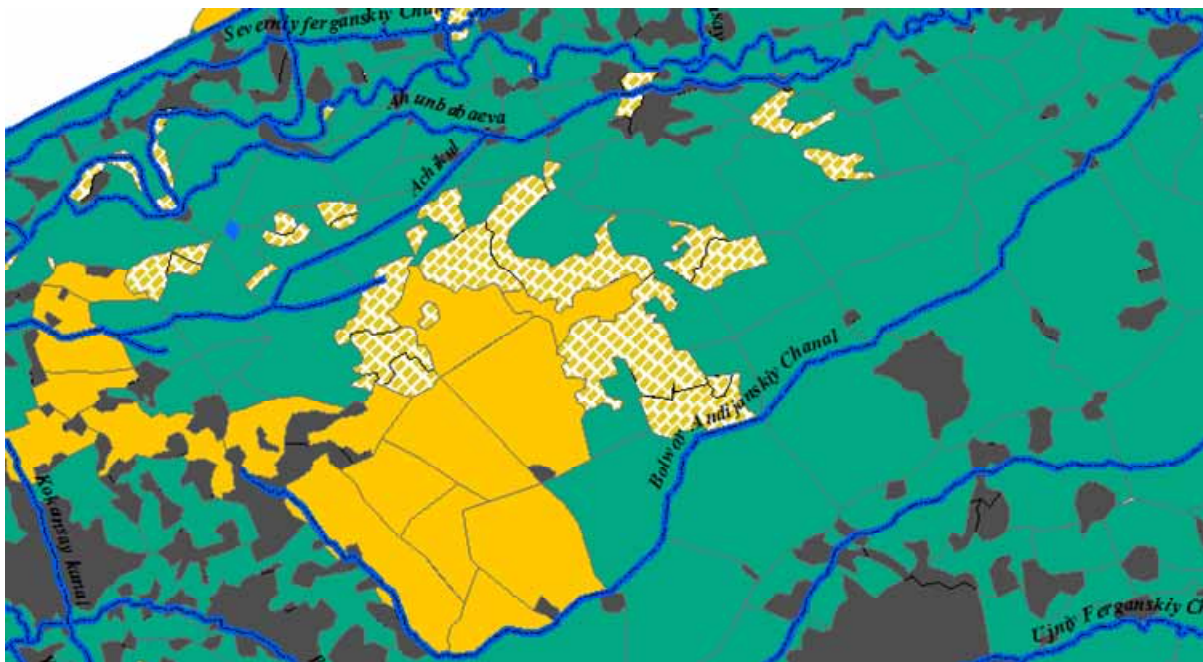
Методика расчета на примере Большого Андижанского канала за вегетационный период 2002 г. при  $k=1$ 

№ полигона	Objectif *	Площади полигона, м.кв. S	культура	N	N*k	Необходимое количество воды W	Поступаемое количество воды Q	Признак**
1	215	66 876 787	кормовые	4 200	4 200	28 088 251	290 021 086	1
2	433	47 002 211	кормовые	4 200	4 200	19 740 929	270 280 158	1
3	216	44 397 869	кормовые	4 200	4 200	18 647 105	251 633 053	1
4	217	37 035 213	кормовые	4 200	4 200	15 554 790	236 078 263	1
5	432	73 202 037	кормовые	4 200	4 200	30 744 856	205 333 408	1
6	218	13 595 444	рис	12 000	12 000	16 314 532	189 018 875	1
7	219	39 466 701	рис	12 000	12 000	47 360 041	141 658 834	1
8	220	74 509 731	рис	12 000	12 000	89 411 677	52 247 157	1
<b>9</b>	<b>226</b>	<b>20 511 130</b>	<b>кормовые</b>	<b>4 000</b>	<b>4 200</b>	<b>8 204 452</b>	<b>44 042 705</b>	<b>1</b>
10	224	68 149 359	рис	12 000	12 000	81 779 231	-37 736 526	-1
11	227	26 429 148	кормовые	4 200	4 200	11 100 242	-48 836 768	-1
12	228	71 963 387	хлопчатник	4 900	4 900	35 262 060	-84 098 827	-1
13	768	27 869 644	кормовые	4 200	4 200	11 705 250	-95 804 078	-1
14	229	31 152 113	кормовые	4 200	4 200	13 083 887	-108 887 965	-1
15	767	52 779 838	рис	12 000	12 000	63 335 806	-172 223 771	-1
16	230	78 953 444	рис	12 000	12 000	94 744 133	-266 967 904	-1
17	427	42 837 970	рис	12 000	12 000	51 405 564	-318 373 468	-1
18	428	20 341 291	кормовые	4 200	4 200	8 543 342	-326 916 810	-1
19	418	18 180 365	хлопчатник	4 900	4 900	8 908 379	-327 281 847	-1
20	416	24 074 660	хлопчатник	4 900	4 900	11 796 583	-339 078 430	-1
21	404	22 455 866	зерновые	4 150	4 150	9 319 184	-348 397 614	-1

<b>№ полигона</b>	<b>Objectif *</b>	<b>Площади полигона, м.кв. S</b>	<b>культура</b>	<b>N</b>	<b>N*k</b>	<b>Необходимое количество воды W</b>	<b>Поступаемое количество воды Q</b>	<b>Признак**</b>
22	414	33 349 076	зерновые	4 150	4 150	13 839 867	-352 918 297	-1

\* Поле назначения присоединения внешней информации к атрибутивной информации слоя

\*\*Поле соединения расчетной таблицы с атрибутивной информацией слоя



*Рис. 10. Скри-шот Arc-GIS, Распределение воды по Большому Андижанскому каналу в 2002 г. при  $k=1$*

Моделирование разных возможных условий обеспеченности водными ресурсами в Ферганской долине и автоматизированный расчет осуществляется за счет изменения коэффициентов в расчетном файле Excel. Во-первых, возможно изменения норм орошения при умножении рекомендованных норм ( $N$ ) на коэффициент  $k$ ; во-вторых, изменяя объем попуска из Токтогульского и Андижанского водохранилищ с помощью коэффициентов  $V_{tokt}$  и  $V_{andj}$ , будут меняться объемы воды, поступающей на поля по основным каналам; в-третьих, введен коэффициент  $R$ , с помощью которого можно изменять расход горных рек (для 2002 г.  $R=0,7$ ), стекающих по обрамляющим долину хребтам.

В результате данного исследования было составлено 4 карты с масштабом 1:400000: на 2002 и 2005 гг. в условиях фактических норм орошения и в условиях рекомендуемых норм орошения (см. Приложение).

## Глава 4

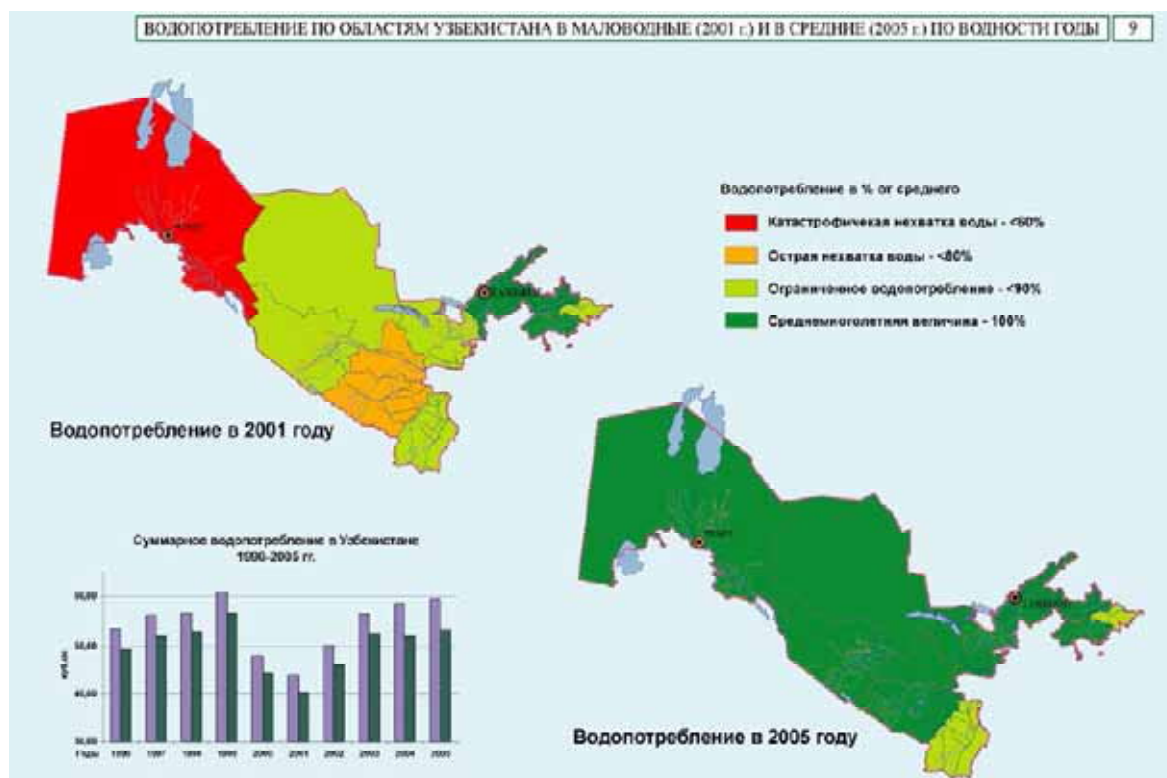
### Анализ распределения водных ресурсов

Анализируя сложившуюся ситуацию распределения водных ресурсов в Ферганской долине, важно отметить, что данный регион является областью формирования стока реки Сырдарья, где обеспеченность странами водными ресурсами рассматривается как благоприятная.

Считается, что страна страдает от серьезного недостатка воды, если ежегодный запас воды на душу населения составляет менее 1000 м. куб. В этом смысле ситуация сильно различается на территориях, расположенных в верховьях и в низовьях рек. Внутренние возобновляемые водные ресурсы на душу населения составляют около 700



м куб. в год в Узбекистане, что является критической ситуацией для страны. Однако в других странах положение несколько иное: в Таджикистане - 11 000 м куб., а в Кыргызстане – 10 000 м куб. (Бакнелл, 2003).



*Рис. 11 Карта водопотребления по областям в Узбекистане за маловодный 2001 и средний по водности 2005 гг.*

*Источник: атлас «Оценка окружающей среды Узбекистана по экологическим индикаторам», 2008 г.*

Приводимая в качестве примера карта водопотребления по областям в Узбекистане (рис. 11) иллюстрирует тот факт, что водообеспеченность Ферганской долины расценивается как высокая. Этому способствует ее расположения в районе формирования стока Сырдарьи и морфологическая форма, способствующая сбору воды с прилегающих горных территорий.

Более 80% используемой в хозяйстве воды приходится на сельскохозяйственный сектор, на орошение (рис. 12). Только в Джалаалабадской области водозабор на сельское хозяйство составляет лишь 50%, так как в специализации этой области важную роль играет промышленность.

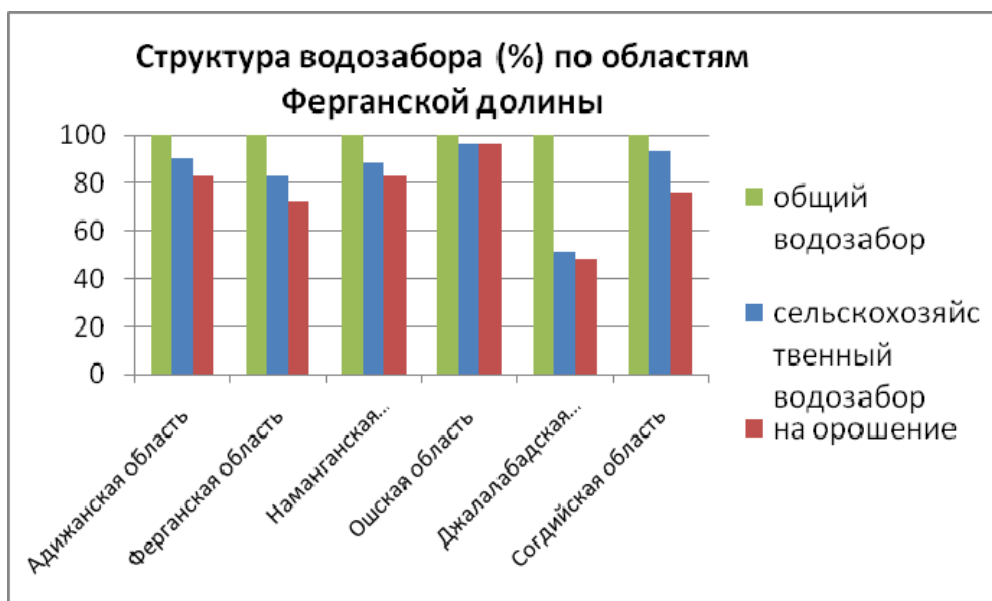


Рис. 12. Структура водозабора (%) по областям Ферганской долины

Несмотря на хорошую обеспеченность водными ресурсами по сравнению с другими регионами бассейна реки Сырдарья, полученные данные (Приложение) свидетельствуют о том, что – в Ферганской долине – существенный процент обрабатываемых земель находится в условиях возникновения дефицита воды.

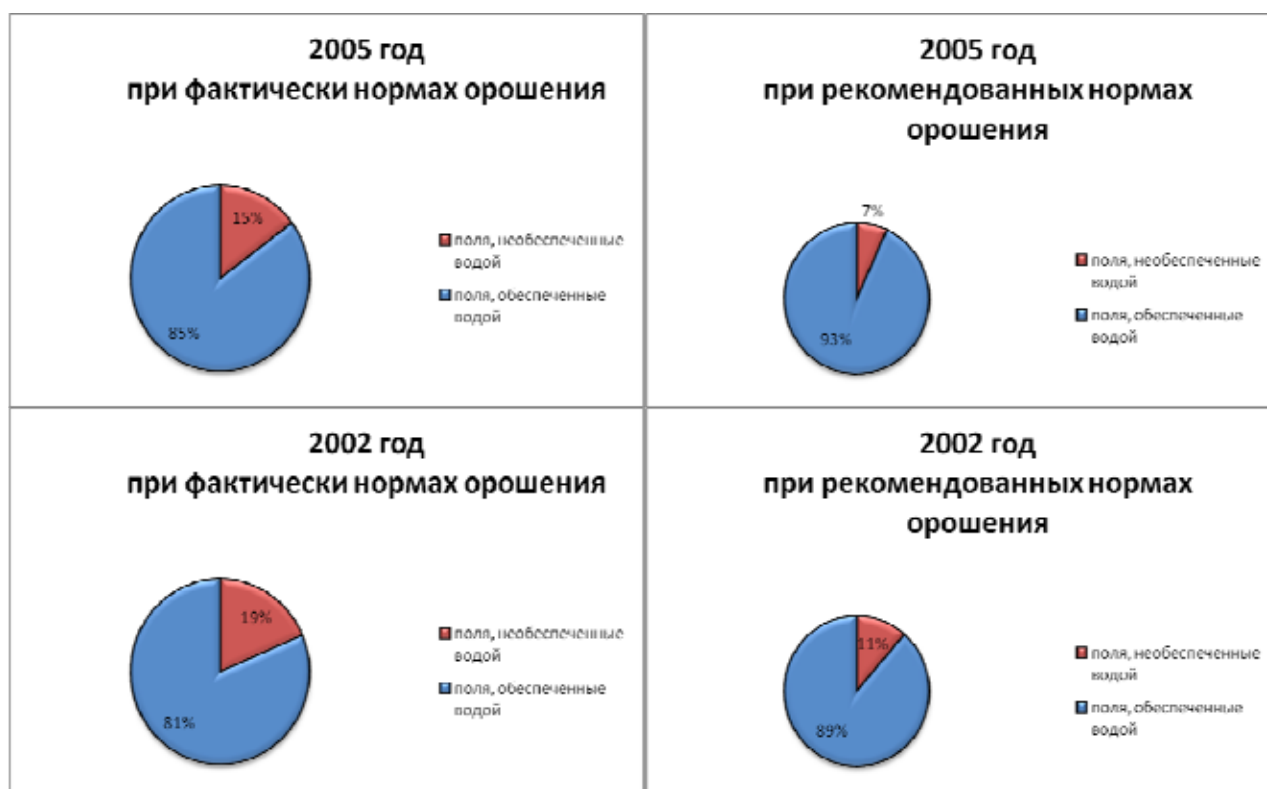


Рис. 13. Диаграммы распределения водных ресурсов по орошаемым угодьям в 2002 и 2005 гг.

На графиках (рис. 13) отображены в процентных соотношениях площади земель, испытывающих и не испытывающих водный стресс. Даже при самых благоприятных условиях (при соблюдении рекомендованных нормы поливов во влагообеспеченный 2005 год) 7% земель страдают от недостатка влаги; в условиях фактического водопотребления – 15%. Дефициту воды подвержены, в первую очередь, земли, расположенные в центральной пустынной части долины (северная часть Ферганской и южная часть Наманганской областей Узбекистана), периферийные территории предгорных равнин на северо-востоке долины (Согдийская область, Таджикистан), конус выноса р. Майли-су (север Андижанской области, Узбекистан), межадырные равнины пограничных территорий на юго-востоке долины (на границе Андижанской и Ошской областей), на севере Ферганской области, а также земли Джалалабадской области (Киргизстан).

В засушливые годы площадь земель с недостаточной водообеспеченностью увеличивается, составляя практически 20% от площади всех орошаемых земель. В настоящее время риск возникновения дефицита воды очень высок по причине, во-первых, отсутствия надежных соглашений между Киргизией и Узбекистаном о режиме пользования Токтогульским водохранилищем, во-вторых, дестабилизацией климатических условий и повышением средних величин температур и испаряемости.

В Ферганской долине существует несоответствие между спросом и предложением водоподачи по странам, которое влечет за собой возникновение напряжения в вопросах распределения воды между Узбекистаном, Киргизстаном и Таджикистаном. При 75% годового стока реки Сырдарьи, который приходится на Кыргызстан в зоне Ферганской долины, эта страна имеет в этом районе всего лишь 20, 6% орошаемых земель, и получает примерно 18,4% от общего объема водоподачи в долине. На Узбекистан приходится 62% орошаемых земель долины при объемах водоподачи 69,7% от общего количества. На Таджикистан при 17,3% орошаемых земель приходится 11,8 водоподачи (Nargiza, 2005).

**Режим Токтогульского водохранилища.** Одной из ключевых проблем является межгосударственное урегулирование работы Токтогульского водохранилища. С распадом СССР договоры и регламенты по пользованию Токтогульским водохранилищам в ирригационных целях были аннулированы. С приобретением независимости Киргизстан озабочен решением вопроса об энергетической безопасности, поэтому режим Токтогульского водохранилища был переведен на энерговырабатывающий. Это означает, что большая часть воды сбрасывается в зимнее время для выработки электроэнергии, а летом, в вегетационный период, расходы резко сокращаются.

При среднемноголетнем естественном речном стоке в осенне-зимний период в створе гидроузла в 2,5 км куб., фактически он достигает величины 8-9 км куб. или более чем в 3 раза превышает природный показатель. Летний режим изменился аналогично: при среднемноголетнем летнем стоке в 9-11 км куб., попуски же в створе ГЭС составляют теперь 4,5 - 6,5 км куб. или в 1,4-2,4 раза меньше естественной величины (Хамидов, 2005). Такой режим работы водохранилища приводит к возникновению зимних паводков, а летом – к искусственному маловодью.

Таким образом, в настоящее время кризис водных ресурсов в Ферганской долине оказывается, в значительной мере, не кризисом количества, а кризисом распределения и пользования.

В равноправной мере можно говорить не только о кризисах распределения на региональных межгосударственных уровнях, но и на районном и хозяйственном уровнях.

**Нерациональное водопользование на уровне хозяйств.** Реформы, происходящие в сельском хозяйстве государств Центральной Азии, привели к размежеванию больших площадей бывших крупных коллективных хозяйств в мелкие фермерские хозяйства. На этом фоне изменились условия и требования распределения и нормирования оросительной воды между хозяйствами. Еще во временно коллективных хозяйствах поднимался вопрос несоответствия рекомендуемого режима орошения и действительной потребности культур при данных почвенно-мелиоративных условиях. С разделением коллективных хозяйств на фермерские с площадью от 10 до 20 гектаров вододеление и нормирование стало еще более проблематичным (Мухамеджанов, 2008). В первую очередь, из-за отсутствия методологии плана водопользования между фермерскими хозяйствами, во-вторых, из-за отсутствия истинных норм и режима орошения конкретной площади фермерского хозяйства. Отсутствие реальных режимов орошения приводят к стохастическому использованию воды фермерами на протяжении всего вегетационного периода. Неверное использование оросительной воды приводит к ее потере, излишнему использованию в одних местах недостатку в других. Как результат - очень низкий урожай выращиваемой культуры и низкая продуктивность (Мухамеджанов, 2008).

Фактический объем использования оросительной воды по отдельным областям Ферганской долины порой превышает потребный в 2 раза. Основные потери при этом приходятся не только на ирригационную систему, которая на сегодняшний день находится в неудовлетворительном состоянии, но и на орошаемые поля по причине низкого уровня организации полива. По оценкам 2004 года, в среднем 62% поданной оросительной воды использовано непосредственно в поле для водопотребления растения, что существенно лучше, чем тот же показатель в 2002 г. – 52% (Мухамеджанов, 2005). Непродуктивные потери прослеживаются на всем протяжении от головного водозабора до орошаемого поля.

При планировании водораспределения на уровне частных хозяйств возможно повышение эффективности оросительной воды. Решение этой проблемы требует вмешательства в социальную сферу взаимоотношений между населением и руководством. Исследование ИУВР показало, что за отсутствием у фермеров правильного планирования подачи воды идет снижение продуктивности их земель. У большинства фермеров отмечается слабое знание о климатических и гидрологических факторах, влияющих на мелиоративные условия своего хозяйства; многие из них допускают ошибки в поливе высаженных культур.

**Несоответствие норм поливов реальным условиям.** Существующий режим орошения в хозяйствах Ферганской долины определяется по гидромодульному районированию составленному для этих земель в 1960-е и 1970 е гг.. За прошедшие 50 лет почвенно-мелиоративные водохозяйственные условия в значительной степени изменились. В результате гидромодульное районирование и составленный по нему режим орошения не соответствует реальным современным условиям (Мухамеджанов, 2008).

К примеру, подъем грунтовых вод, наблюдаемый по многим районам долины, способствует изменению режима почв с автоморфных на гидроморфные, изменяя при этом режим орошения.

Изменение глубины залегания и минерализации грунтовых вод связано с интенсификацией водоподдачи. Орошение нивелирует глубину залегания грунтовых вод: на заболоченных пространствах вода опускается, а под автоморфными и автогидроморфными почвами поднимается (Маскудов, 1979). В условиях интенсивного орошения создается новый, ирригационный тип водного режима почв, существенным отличием которого является глубокое промачивание почвы в течение вегетационного

периода. Выпотной режим гидроморфных почв при орошении переходит в промывной, что ведет к потере своих свойств у типичных и луговых солончаков. Растворимые соли вымываются из этих почв, степень минерализации грунтовых вод уменьшается. Лугово-такырные почвы и остаточные солончаки (автоморфные и автогидроморфные), обладающие непромывным типом водного режима, в результате орошения приобретают ирригационный тип водного режима в период поливов и выпотной тип в межполивной период. В результате чего водорастворимые соли вымываются и образуются гидроморфные почвы (Маскудов, 1979).

По причине возникшего разногласия между потребными нормами и режимом орошения с фактически применяемыми методами происходит несоответствие распределения поливов с реальными потребностями культур. Применяемые режимы орошения не подходят для существующих условий почвенной влажности: подается слишком много воды, уровень почвенной влажности всегда остается высоким, включая период сбора урожая, тем самым, приводя к высокой глубинной фильтрации, причем чрезмерно высокой (23 и 57% от общей водоподачи, соответственно, по Ошской и Ферганской областям). Поливы проводятся не во время, что вызывает водный стресс у сельхозкультур; поэтому фактическая эвапотранспирация сельхозкультуры меньше, чем потенциальная эвапотранспирация и, следовательно, возникают потери урожая. Это указывает на необходимость одновременного улучшения как режимов орошения, так и внутривладельческих систем орошения (Хорст и др., 2005) для контроля потерь на фильтрацию и обеспечения экономии воды.

Необходимость в уточнении норм орошения является необходимым фактором рационального водопользования. Нормы орошения зависят от изменяющихся гидрогеологических, климатических и почвенных условий. Последние оценки норм орошения в пределах Ферганской долины происходили 20-30 лет назад. С тех мелиоративные условия сильно изменились. Причиной тому послужили климатически изменения и изменения уровня грунтовых вод, повлекшие за собой модификацию почвенных условий.

С точки зрения изменения климата, на территории региона отмечается усиление аридности (рис. 14); более четкие тенденции к росту засушливости климата прослеживаются летом и несколько ниже осенью при сохранении высокой изменчивости во времени (Стулина, 2010). Рост температур в вегетационный период способствует повышению транспирации и интенсификации испаряемости с поверхности почв, что отражается на изменении потребности в воде растениями.

В рамках существующего проекта «Интегрированное управление водными ресурсами в Ферганской долине» (ИУВР-Фергана) в 2001-2005 гг. проводилась оценка и анализ использования оросительной воды. Исследования показали, что, что на отдельных участках орошаемой зоны (особенно в центральной части Ферганской долины) произошли значительные изменения мелиоративного состояния. Наглядным примером может послужить исследование, проведенное в Ферганской области (рисунок 15), которое показало увеличение площадей с уровнем грунтовых вод 1-2 м, 3-5 м и снижение площадей с уровнем 2-3 м и более 5 м (Стулина, 2010).

К зонам повышения уровня грунтовых вод относятся предадырные территории южной части долины, имевшие глубокое залегание грунтовых вод (до 70 метров) на галечниковых отложениях, где в результате интенсивного полива (в течение последних 30 лет) произошел интенсивный подъем уровня грунтовых вод. На сегодняшний день поливные нормы и режим орошения хлопчатника, пшеницы и других культур, в этой зоне не соответствуют разработанному и утвержденному в 1992 году гидромодульному районированию, которым пользуются эксплуатационные службы при составлении плана водопользования (Мухамеджанов, 2007).

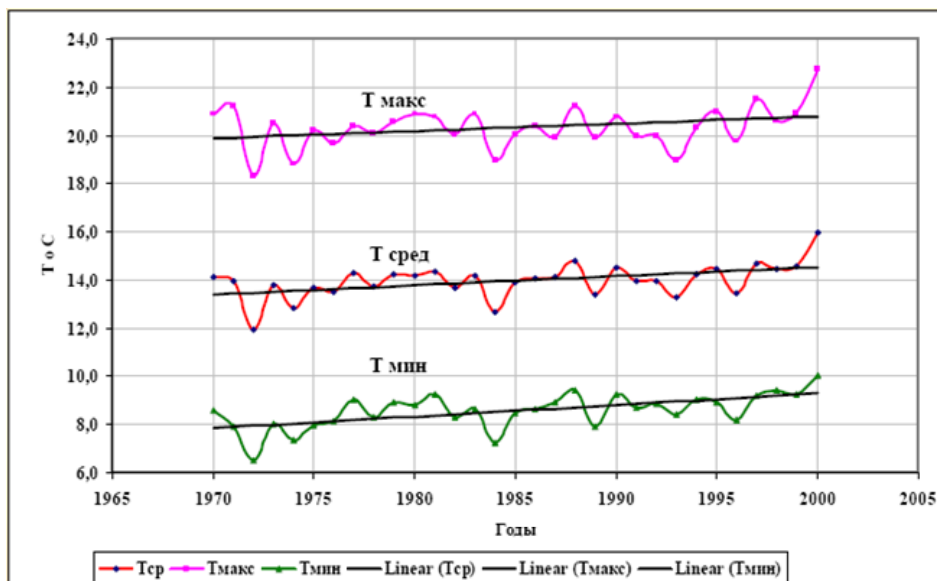


Рис. 14. Изменение среднегодовых температур, станция «Фергана» (Стулина, 2010)

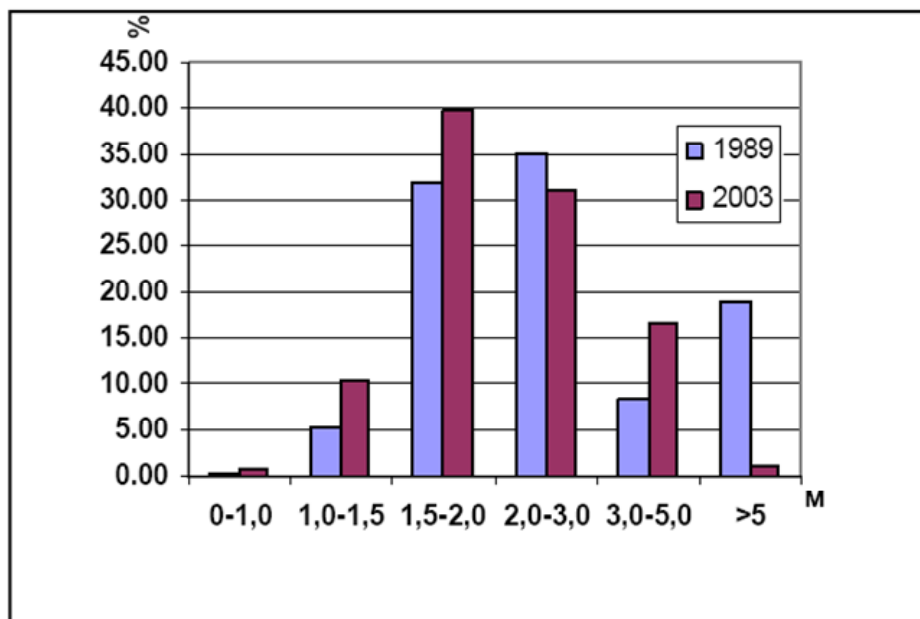


Рис. 15. Изменение уровня грунтовых вод в Ферганской области (Стулина, 2010)

**Снижение продуктивности воды.** Данным НИЦ МКВК за последние три десятка лет продуктивность воды (количество урожая в кг или денежном эквиваленте, полученное при затрате 1 м куб. воды) в республиках Центральной Азии снизилась в два-три раза (рис. 16).

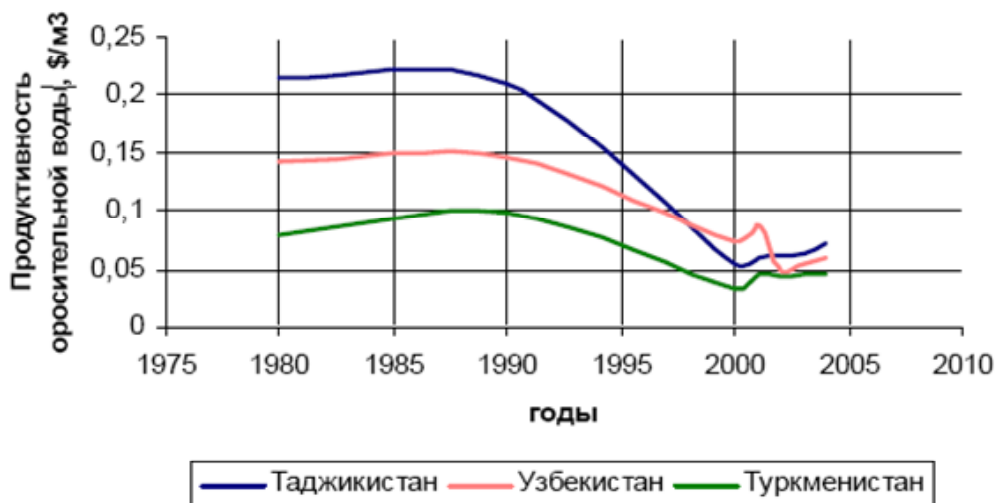


Рис. 16 График продуктивности оросительной воды в республиках Центральной Азии  
Источник: НИЦ МКВК

Эксперимент, проводимый в 2002-2004 гг. ИУВР в Ферганской долине, показал, что фермеры, использовавшие оросительную воду на уровне рекомендуемых норм для условий, в которых находится фермерское хозяйство, получили урожай значительно выше средней урожайности соседних хозяйств. Продуктивность воды, составила в среднем 0,46 кг/м куб., достигая в отдельных хозяйствах до 0,8 кг/м куб. (Мухамеджанов, 2007) при среднем показателе 0,24 кг/м куб (таблица 6). (Кошматов, 2008).

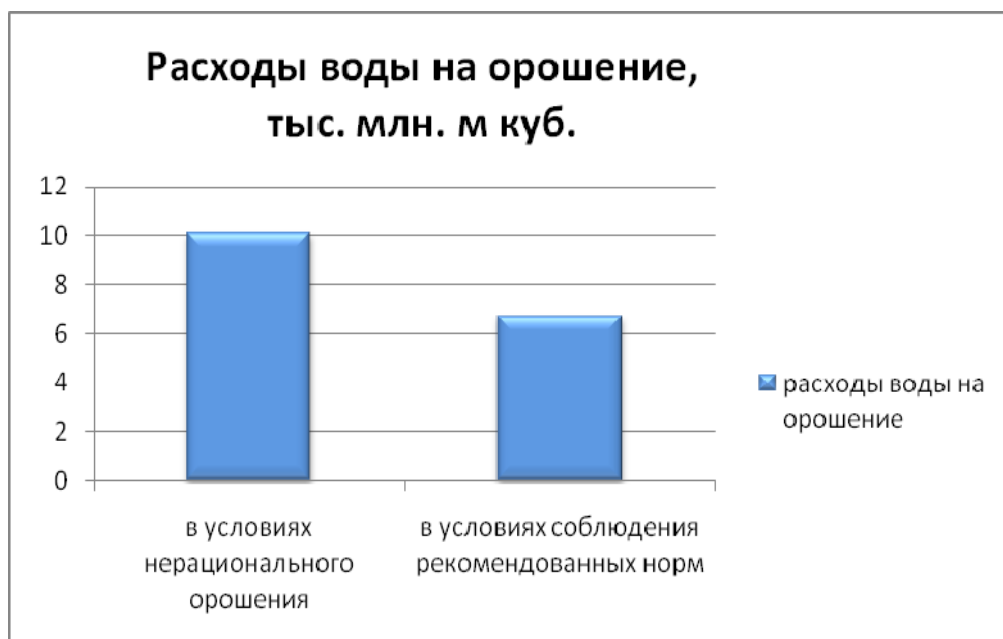
Таблица 6

Средняя продуктивность воды по областям (Нерозин, 2008)

Культура	Ед. изм.	Узбекистан			Кыргыз-стан	Таджики-стан
		Андижан-ская об-ласть	Наманган-ская об-ласть	Ферган-ская об-ласть	Ошская область	Согдий-ская об-ласть
Хлопчатник	т/тыс.м <sup>3</sup>	0,31	0,23	0,32	0,22	0,12

Расчеты, полученные в процессе реализации модели «Распределения подных ресурсов» в Ферганской долине также показывают, что при соблюдении рекомендованных норм орошения водопотребление составит 6,7 тыс. млн км куб., вместо 10,1 тыс. млн. км куб, что составит 66% от реальных объемов изъятия воды (рис. 17).

Таким образом, снижая существующие показатели потребления воды, возможно решение вопросов не только рационального использования ресурса, но и повышения урожайности, что впоследствии приведет к повышению прибыльности фермерского хозяйства.



*Рис. 17 Расходы воды на орошение в Ферганской долине*

**Изменение структуры землепользования.** За последние годы в структуре посевов в Ферганской долине произошли серьезные изменения. Во всех трех республиках произошло возрастание доли продовольственных зерновых культур (пшеницы и кукурузы). Причиной появления такой тенденции явился выхода государства из Советского союза и перехода на внутреннее продовольственное обеспечение. При этом тенденции серьезного уменьшения посевов хлопчатника не наблюдается (рисунок 18). Прирост зерновых осуществляется за счет снижения площадей посевов кормовых культур и бахчевых (они отнесены в категорию «другие»). Снижение посевов овощей, косточковых объясняется их экологической неустойчивостью к засолению полей.

Сохранение высокой доли хлопчатника в узбекистанских областях является следствием политики государства, вынуждающего выращивать хлопок на экспорт. Такая государственная политика губительно сказывается на экологическом состоянии земель. Ферганская и Андижанская области очень сильно подвержены процессам вторичного засоления. В таких районах необходим отказ от выращивания солечувствительных культур и культур, требовательных к орошению. Целесообразным является изменение структуры посевов в пользу тех, которые потребляют меньше воды и неприхотливы к почвенным условиям. Переход от монокультуры хлопчатника в пользу кормовых культур в период вегетации и увеличение посевов зерновых озимых в невегетационный период позволят уменьшить потребность в поливах с апреля по октябрь и увеличить в октябре-декабре. Тем более, что такой режим орошения будет вписываться в режим сброса Токтогульского водохранилища, при котором наибольшее расходы по Сырдарье и Нарыну наблюдаются в зимнее время.

Проанализировав сложившиеся условия водопользования в Ферганской долине можно сделать выводы:

1. Водообеспеченность территории достаточно высокая по сравнению с регионами, расположенными ниже по течению реки Сырдарья.

2. Наблюдаемый водный дефицит обусловлен ограниченностью поступления воды из Токтогульского водохранилища в летний период

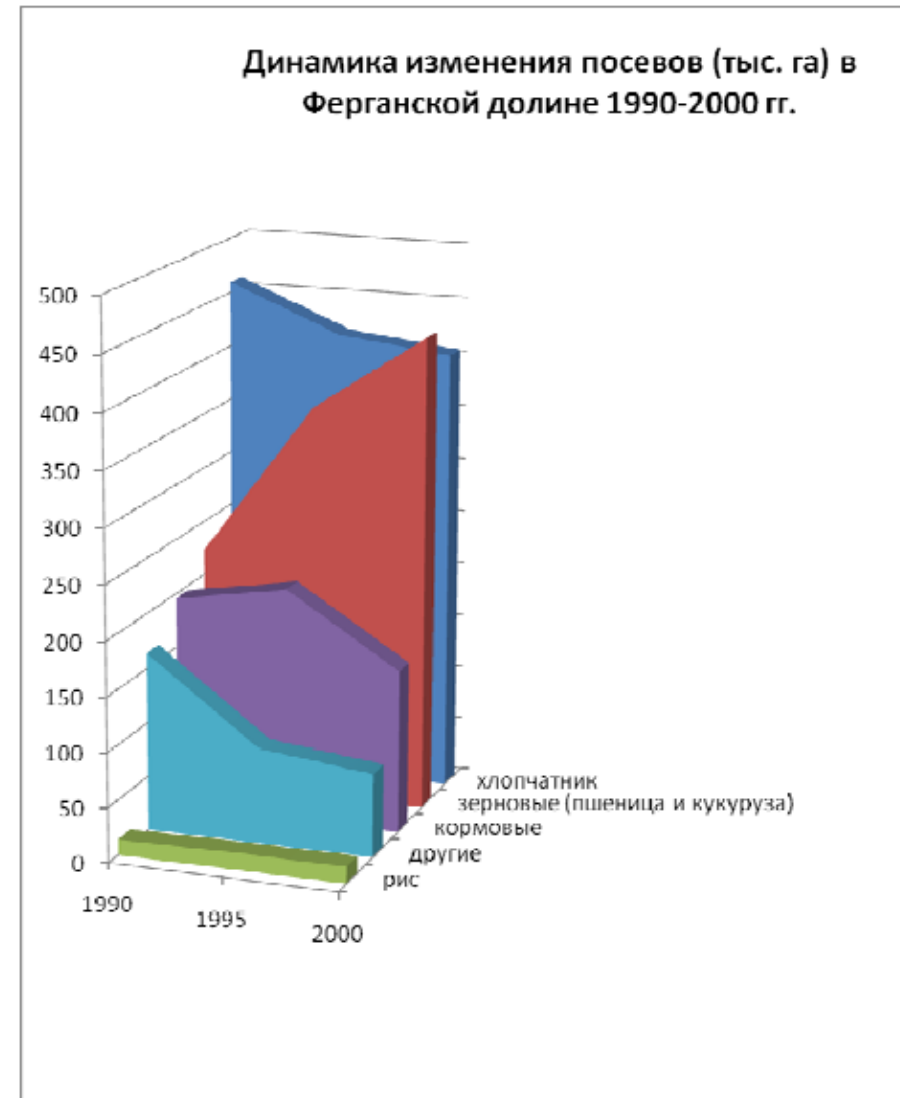
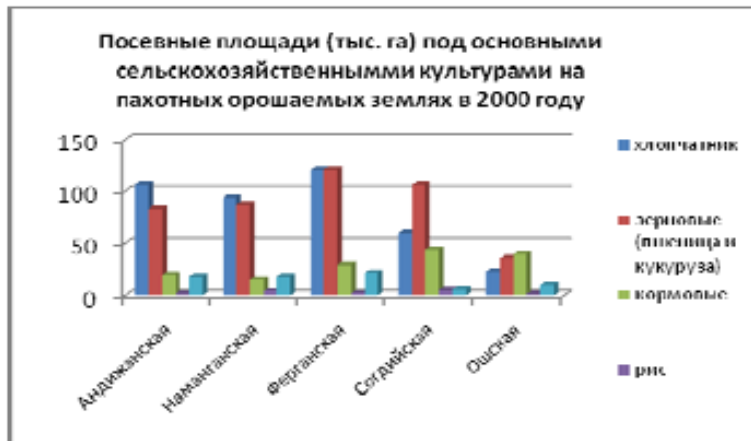
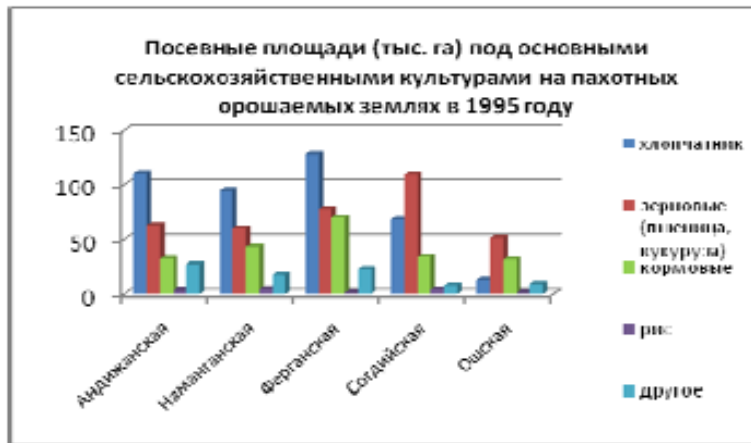


3. Нехватка воды на хозяйственном уровне обусловлена высоким уровнем потребления, спровоцированным потерями при транспортировке воды, неправильным выбором режимов и методов орошения.

4. Применение устаревших норм орошения, не соответствующих фактическим почвенно-мелиоративным и климатическим условиям, способствует нерациональному использованию водных ресурсов и снижению продуктивности воды.

5. Для социально-экономической устойчивости необходимо изменение структуры землепользования в пользу кормовых и зерновых культур.

Рис. 18 Динамика изменения структуры посевов 1990-2000 гг.



## Заключение

Агроклиматические и водные ресурсы Ферганской долины расцениваются как благоприятные для ведения орошаемого земледелия. По сравнению с ниже лежащими оазисами бассейна реки Сырдарья, этот регион можно расценивать как наиболее благополучный с точки зрения его обеспеченностью ресурсами.

К лимитирующим факторам развития орошаемого земледелия можно отнести повышенную плотность населения, нехватку земельных и водных ресурсов, деградацию почвенных ресурсов (вторичное засоление и заболачивание).

Анализ распределения водных ресурсов показал, что причиной возникшего водного дефицита является не ограниченность водных ресурсов, а отсутствие эффективных институтов их регулирования.

При существующей структуре землепользования даже при самом благоприятном сценарии в Ферганской долине 7% земель будут испытывать дефицит водных ресурсов. В условиях самого неблагоприятного сценария практически 20% земель окажутся в условиях необеспеченности водой или нарушения их попусков.

Для обеспечения населения водой необходимо пересмотреть режимы и графики водоподачи из основных водохранилищ, провести реконструкцию и ремонт мелиоративных систем.

Для повышения стабильности получаемых урожаев необходимы изменения в структуре землепользования и корректировка норм и методики орошения; внедрение методов, направленных на снижение неэффективных затрат воды; проведение разъяснительных бесед, обучающих курсов для сельского населения с целью повышения их знаний о технологиях полива.

### Использованная литература:

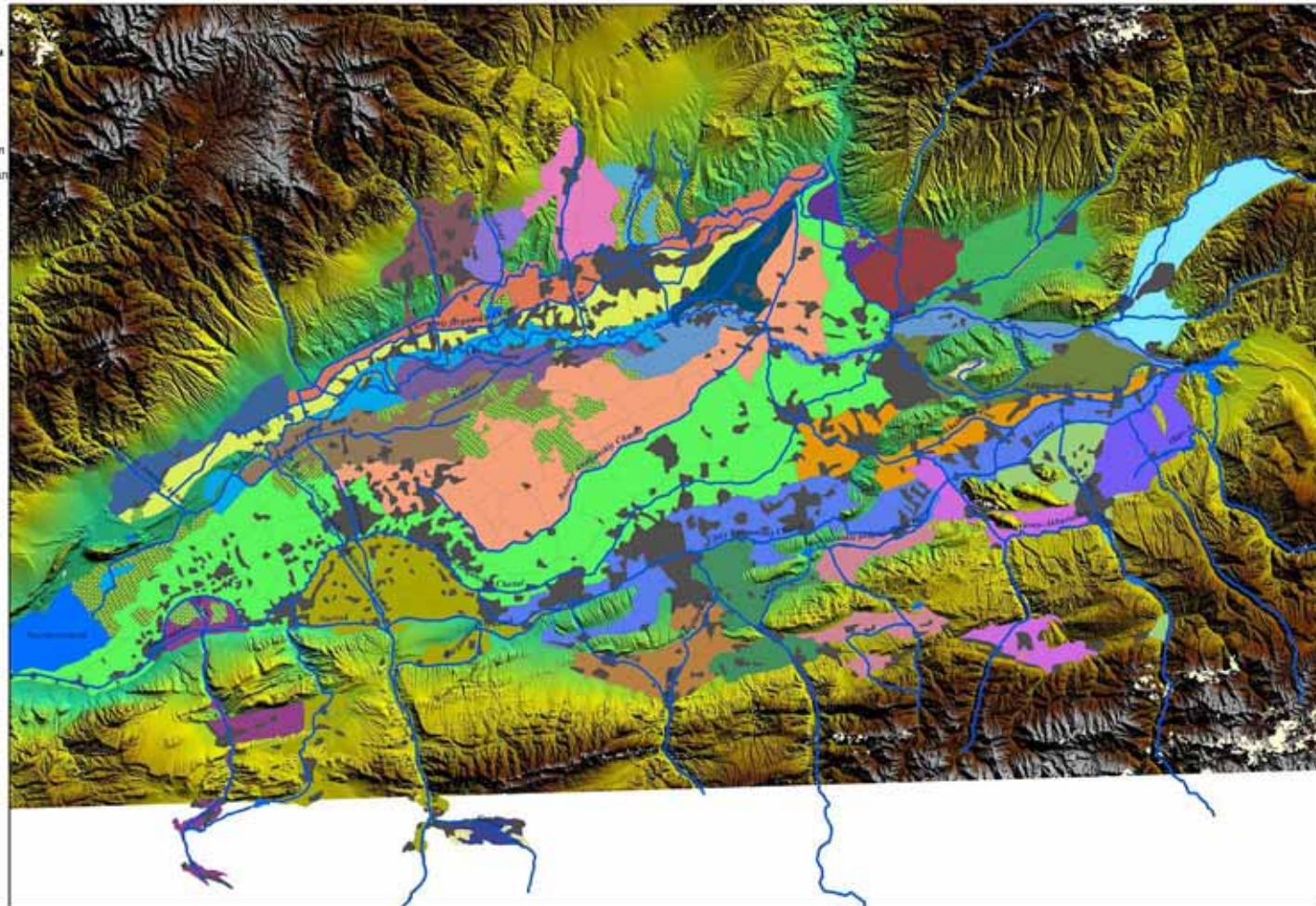
1. Айдаров И.П. Комплексное обустройство земель. – Москва, 2007. 208 с.
2. Арифханова М.М. Растительность Центральной Ферганы. Ташкент, 1967, 294 с.
3. Бакнелл Д., Клычникова И., Лампетти Д. Ирригация в Центральной Азии. Социальные, экономические и экологические аспекты. Всемирный банк. 2003, 120 с.
4. Валентини К.Л., Оролбаев Э.Э., Абылгазиева А.К. Водные проблемы Центральной Азии. Бишкек, 2004, 142 с.
5. Денисов Н., Кадыржанова И., Карлссон А. Окружающая среда и безопасность. Трансформация рисков в сотрудничестве. Центральная Азия. Фергана-Ош-Худжанд. ЮНЕП, ПРООН, ОБСЕ, НАТО, 2005, 60с.
6. Духовный В.А. Потребность сельскохозяйственных культур в оросительной воде по фазам развития. Роль воды для растений, Ташкент, 2004, 32 с.
7. Кошматов Б. Т. , Результаты ИУВР в южном Кыргызстане в контексте повышения продуктивности воды, доклад, Ташкент, 2008, 8с.
8. Мавлянов Г.А., Нурматов А.Н. Четвертичные отложения Центральной Ферганы. Ташкент, 1972, 109 с.
9. Маскудов А. Почвы Центральной Ферганы. Изд. Фан, Ташкент, 1979, 119 с.
10. Мирзаев Н.Н., Саидов Р., Эргашев И. "Руководство и управление водой на ЮФКМ", Ташкент 2009, 67 с.
11. Мустофаев Ж.С., Основные принципы нормирования водопотребности агроландшафтов, сб. статей Мировой опыт и передовые технологии эффективного использования водных ресурсов, Ашхабад, 2010, стр. 196-198
12. Мухамеджанов Ш.Ш., Оценка и оценка и анализ продуктивности использования оросительной воды и земли, Ташкент, 2005, 104 с.
13. Мухамеджанов Ш.Ш., Распространение усовершенствованных технологий по повышению продуктивности воды, Ташкент, 2007, 70 с.
14. Мухамеджанов Ш.Ш., Хорст М.Г., Мирзаев Н.Н. Оценка требований на воду. Управление спросом. Методика и пути управления орошением сельскохозяйственных культур. Сб. статей Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии. Сборник статей, под ред. проф В.А. Духовного, д-ра. В.И. Соколова, д-ра. Х. Мантритулаке, Ташкент: НИЦ МКВК, 2008, 364 с.
15. Нерозин С. Анализ продуктивности земли и воды, Сб. статей Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии. Сборник статей, под ред. проф В.А. Духовного, д-ра. В.И. Соколова, д-ра. Х. Мантритулаке, Ташкент: НИЦ МКВК, 2008, 364 с.
16. Перейра Л.С., Паредас П., Чолпанкулов Е.Д., Инченкова О.П., Теодоро П.Р., М.Г.Хорст М.Г., Стратегии планирования режима орошения хлопка в

- условиях дефицита воды в Ферганской Долине, Центральная Азия, 2003
17. Стулина Г.В., Рекомендации по гидромодульному районированию и режиму орошения сельскохозяйственных культур, Ташкент, 2010, 48 с.
  18. Хамидов Х.М. Организация управления водными ресурсами в бассейне реки Сырдарья, Ташкент, 2005, 8 с.
  19. Чолпанкулов Э.Д., О.П. Инченкова, П. Парадес, Л.С. Перейра, Стратегии орошения для решения проблемы дефицита воды, 2004
  20. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы республики Узбекистан, Ташкент, 2007, 133 с.
  21. Nargiza N. Rural livelihoods and irrigation management transfer^ case-study of three countries in the Fergana Valley. International Water Management Institute, Central Asian Sub-regional Office, Tashkent, 2005, 11 с.
  22. <http://www.cawater-info.net> - Портал знаний о водных ресурсах и экологии Центральной Азии
  23. <http://www.stat.uz> - Официальный сайт Государственного комитета по статистике Республики Узбекистан
  24. <http://www.stat.kg> - Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Кыргызстан
  25. <http://www.stat.tj> - Официальный сайт Государственного комитета статистики Республики Таджикистан.

## **Приложение**

## Карта-схема "Распределение полей по каналам"

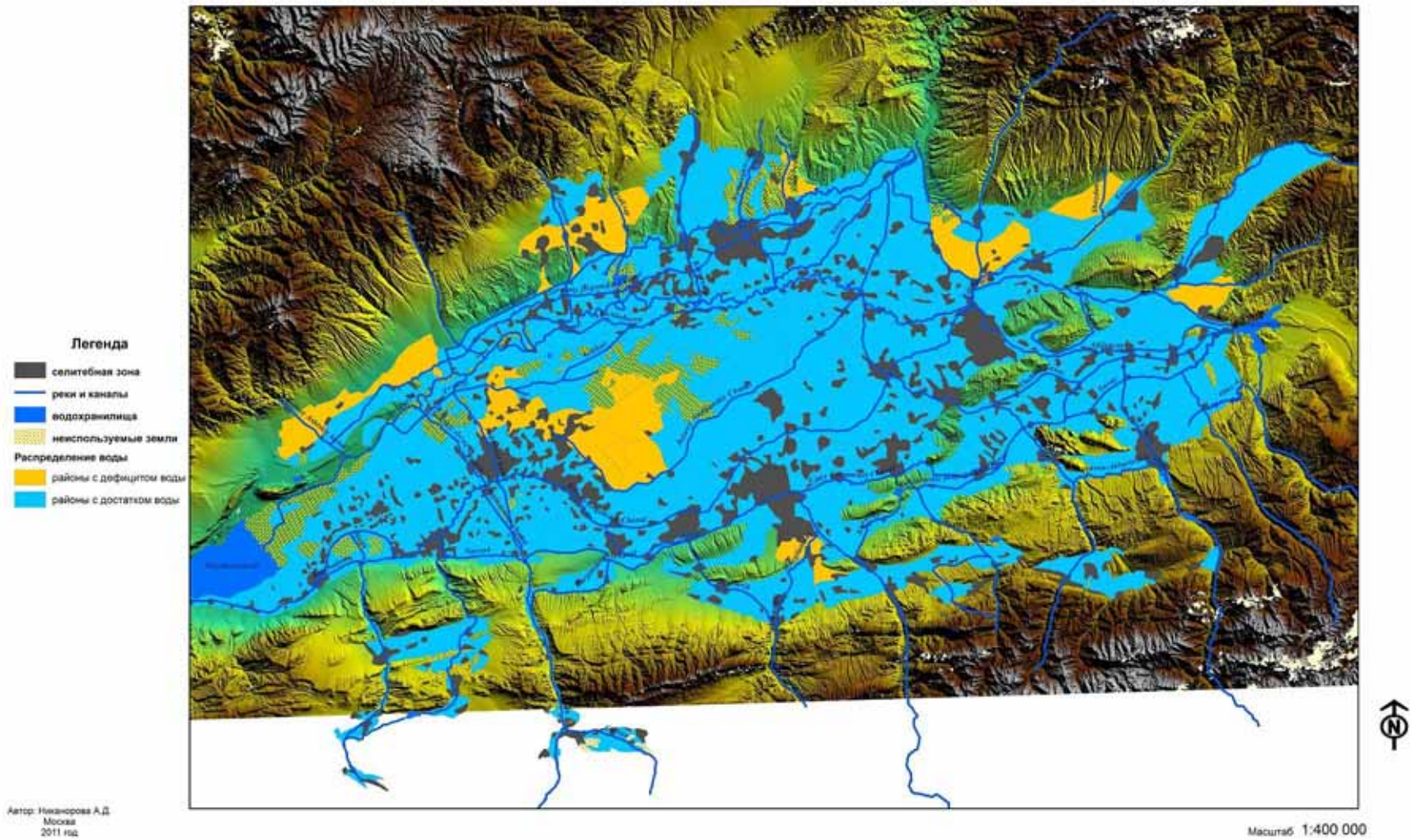
- Легенда**
- селитебная зона
  - реки и каналы
  - водохранилища
  - неиспользуемые земли
  - Распределение полей по каналам**
  - Нарин
  - Левобережный канал
  - Наманганский канал
  - Северный Ферганский канал
  - Большой Андиканский канал
  - Большой Ферганский канал
  - Кара-Дарья
  - Адикансай
  - Которгольский канал
  - Шахрихансай
  - Южный Ферганский канал
  - Сыр-Дарья
  - Фрунов
  - Ахунбабаев
  - Майли-сай
  - Караункурсай (Теньяксай)
  - Кугарт
  - Талдык
  - Акбура
  - Араван
  - Кокедонский канал
  - Исофарамсай
  - Шахмардан
  - Сох
  - Гавман
  - Исофара
  - Большой Аджитский канал
  - Гавасай
  - Раваксай
  - Хасансай
  - Наманган-сай
  - Чартаксай



Автор: Никанорова А.Д.  
Москва  
2011 год

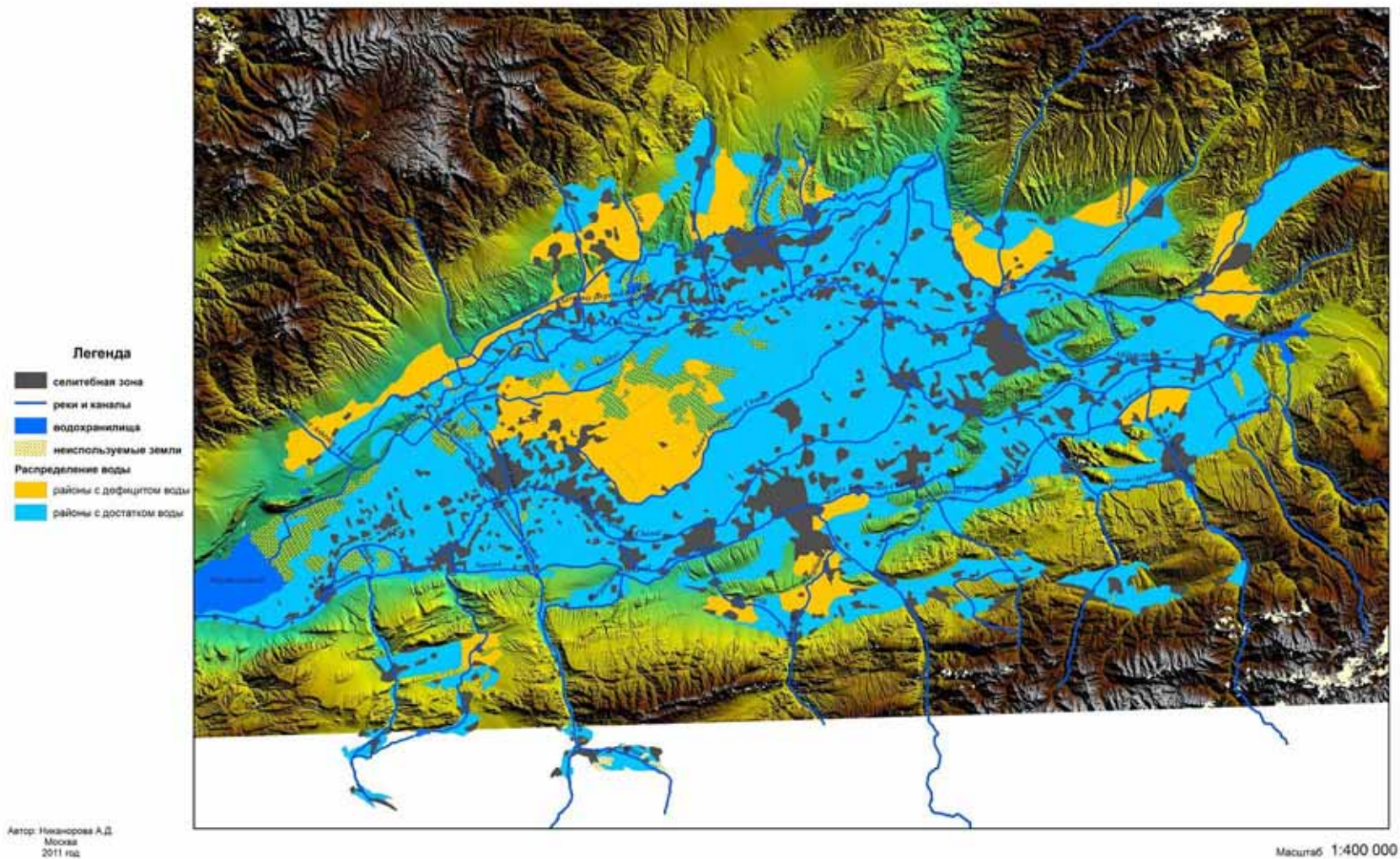
Масштаб 1:400 000

# Карта-схема распределения воды при соблюдении норм полива в 2002 году

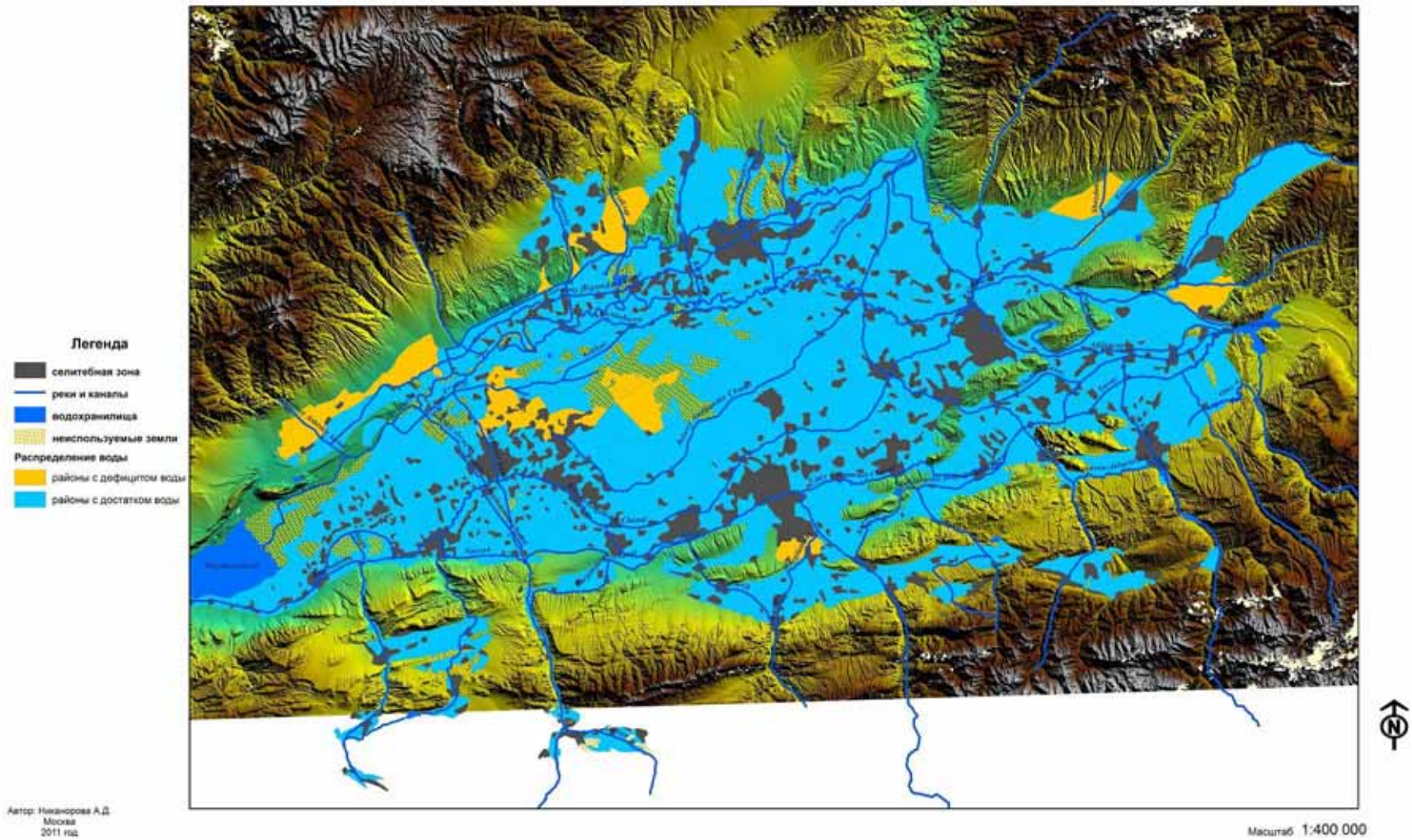




## Карта-схема фактического распределения воды в 2002 году



# Карта-схема распределения воды при соблюдении норм полива в 2005 году



## Карта-схема фактического распределения воды в 2005 году

