

# **Адаптация управления водными ресурсами к изменению климатических условий**

Г. Стулина, Г. Солодкий

## **Введение**

В Мире в результате изменения климата к 2080 году число людей, живущих в условиях водного дефицита увеличится примерно на 1.8 млрд человек ( 1).

Средняя Азия - область, где засуха - обычное условие жизни, и сельскохозяйственное производство должно адаптироваться к экстремальным климатическим условиям. Естественный дефицит воды, как различие между осадками и испарением, варьирует от 600... 800 мм в области древнего оазиса и предгорной зоны до 1400....1600 мм в пустынной и степной зонах региона. В таких климатических условиях управление водой является основным стабилизирующим фактором жизни. Когда управление ориентируется на средние показатели, в том числе климатические индикаторы дефицита, отклонение от них создает проблемы, связанные с производством сельскохозяйственной продукции и , как следствие, снижение благосостояние людей. Опыт 2000...2001 - двух очень маловодных водных года - показали большое влияние засухи на уровень жизни всего бассейна Аральского моря. С этой точки зрения, потенциальное изменение климата стало одной из основных будущих проблем для 5 государств области

Различные сценарии изменения водных ресурсов в регионе дают их снижение от 3 до 50% к 2030 году ( 2).

Общее снижение водных ресурсов обостряется проявлением экстремальных явлений, чередованием экстремально маловодных и многоводных лет. Климатические шоки должны быть смягчены социальной защитой населения. Однако, недостаточность экономической поддержки, отсутствие крупномасштабных государственных программ адаптации к изменению климата ставит вопрос об альтернативных путях страхования: осведомленности населения и технологических решениях.

## **Методы и объекты исследования.**

Технологические приемы в управлении водными ресурсами, поиски резервов водосбережения, разработки сценариев водообеспеченности являются профилактическими методами адаптации к изменению климата. Исследования проводились в проекте ИУВР Фергана на подкомандной каналу ЮФК площади ( Ферганская и Андижанская области). Задачами исследования являлось изучение водопотребления сельскохозяйственных культур в зависимости от климатических параметров года, разработка программы корректировки режима орошения по текущим климатическим параметрам.

## ***Изменение природно-климатических условий.***

### ***Геоморфологические, почвенные и гидрологические условия.***

В зависимости от литолого – геоморфологических, гидрогеологических и почвенных условий на территории Ферганской долины выделяют несколько почвенно – мелиоративных районов ( 3) .

1. Подгорные покатости, сложенные мелкоземисто – галечниковым пролювием и занятые грубоскелетными серо – бурыми почвами.

2. подгорные покатости, сложенные галечником, прикрытым мелкоземом, и занятые орошаемыми серо – бурыми почвами с галечником глубже 1 – 2 м и ближе 1 м с пятнами галечника.

3. Субэральные дельты Исфары, Соха и Алтыарыка сложены пролювием, по верху конусов – галечником, ниже – суглинками и супесями, а по Алтыарыксаю – глинами. Подразделяются на три подрайона: а) верхние галечниковые части конусов, местами заcolmатированные; б) средние части конуса в зоне выклинивания, занятые орошаемыми болотно – луговыми и луговыми почвами, местами слабозасоленными; в) периферийные части конусов (зона рассеивания), занятые сазовыми луговыми почвами слабо и средnezасоленными.

Источниками питания грунтовых вод до орошения являлись подземный поверхностный сток с Туркестанского хребта, подземный приток из Ферганской впадины через размытую Сырдарьей Ферганскую горловину по Сырдарьинскому конусу выноса, подрусовой приток подземных вод со стороны Чаткальского хребта и атмосферные осадки. Начатое в 1912 г орошение долины., резко изменило гидрогеологические условия, вызвало подъем грунтовых вод.

### Климат

Длительные наблюдения за динамикой температур , демонстрируют, что они следуют постоянному росту ( рис 1). В целом, данные наблюдений 1991-2000 годов показывают, что этот тренд по температурам воздуха по территории региона продолжает сохраняться . В последнее десятилетие наибольший вклад в потепление вносили уже зимние месяцы. Например, средняя за 10 лет температура воздуха за зимний сезон оказалась выше базовой нормы практически по всей территории , в отдельных районах превышение составило 1,2-1,5 °С.



Данные наблюдений за годовыми суммами осадков показывают некоторое увеличение осадков по равнинной территории в период 1961-1990 годы. Для предгорной и горной территории характерно наличие отдельных очагов увеличения и уменьшения осадков.

Рис 1- Изменение среднегодовых температур, метеостанция "Фергана."

Тенденции изменения сумм осадков за холодное полугодие практически совпадают с тенденциями изменения годовых сумм, поскольку основной вклад в годовую сумму осадков по территории вносят осадки холодного полугодия. В период 1991-2000 годы средние годовые суммы осадков оказались выше базовых норм уже в предгорной и горной частях региона.

Для осеннего и летнего сезонов отмечено увеличение потенциально возможного испарения.

На основании анализа климатических показателей можно сделать следующие выводы: на территории региона отмечается усиление засушливости климата; более четкие тенденции к росту засушливости климата прослеживаются летом и осенью при сохранении высокой изменчивости во времени; наибольший вклад в годовой тренд роста засушливости вносит летний сезон; выявленные изменения оказывают влияние на интенсификацию происходящих в регионе процессов деградации земель.

Модуль прогнозирования текущего климата разработан на идее подбора года-аналога по климатическому параметру.

## Результаты и дискуссия

Рассматриваются пути возможной с нашей точки зрения оптимизации режима орошения.

### *Корректировка границ гидромодульных районов и расчет режима орошения программой CROPWAT.*

Данный подход основан на уточнении всех природно –климатических параметров, характеризующих таксономическую единицу территории – гидромодульный район. , в том числе: изменение почвенного-мелиоративного состояния земель и климата. Расчет режима орошения проводится на основе среднесуточных климатических значений, включая последние годы, демонстрирующие нарастание аридности.

Рассмотрим другие возможные механизмы оптимизации.

### *Разработка механизмов климатической идентификации ряда лет Расчет режимов орошения с/х культур для подвешенной площади ЮФК по влажному, сухому и среднему годам.*

Определяющим фактором режима орошения является дефицит влажности.

В силу целевого прогнозирования метеорологических параметров на водообеспеченность с/х культур и необходимости иметь некоторую интегральную функцию для сравнения климатические характеристик годов, в качестве климатического параметра в данной работе принята разность между эвапотранспирацией эталонной культуры и осадками.

В качестве критерия, представляющего водность года был взят суммарный условный дефицит влажности за гидрологический год. Ниже приведен график ( рис 2), показывающий распределение годов по условному дефициту влажности.

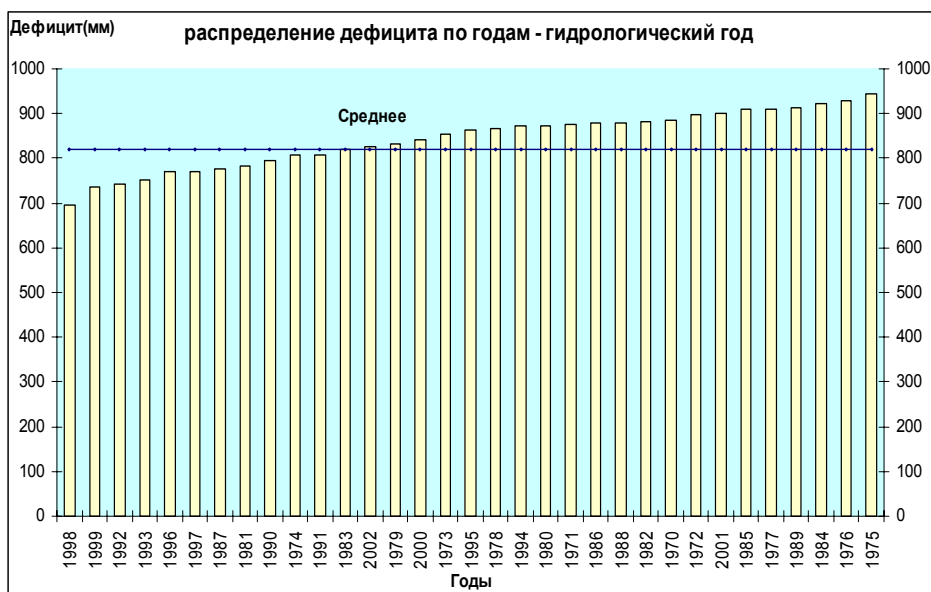
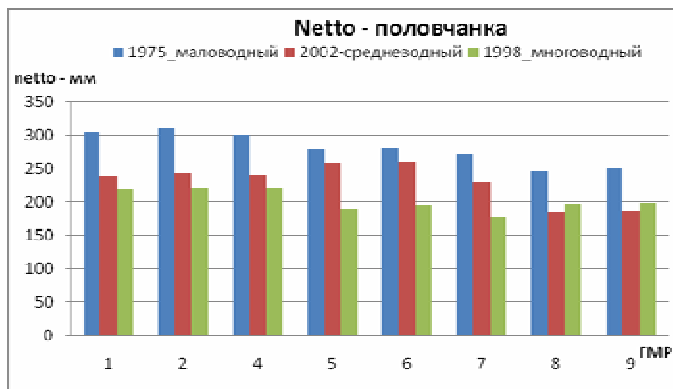


Рис 2 Распределение по водности лет

Из графика видно, что в данном ряду годов наблюдений многоводным годом является год 1998, средневодным годом является год 1983, а маловодным годом является год 1975. Для этих годов по культурам (капуста, картофель, хлопчатник, кукуруза на зерно, озимая пшеница ) были рассчитаны оросительные нормы поливов.



Результаты сведены в графики, показывающие зависимость оросительных норм от водности года. Они показывают, что ориентация на среднемноголетний средневодный год всегда приводит к занижению водоподачи в засушливый год и избытку в многоводный. Регулирование водохранилища в многолетнем режиме должно учитывать изменение потребности

в воде в годы разной водности, что позволяет сглаживать эти отклонения.

Рис 3 Водопотребление озимой пшеницы в зависимости от водности года.

### ***Разработка механизмов климатической идентификации года и пересчета режима орошения на конкретный год***

Средняя временная протяженность стандартных синоптических ситуаций (Буркова М.В.) (определяется как средний размер атмосферного образования (циклон, антициклон), деленный на среднюю скорость перемещения образования) составляет 5 – 12 дней, что позволяет выбрать масштаб осреднения климатических данных как декадный.

Целью прогноза является коррекция плана водопользования на ближайшие 1 - 2 декады. По этой причине были использованы среднедекадные климатические данные по метеостанции Фергана за ряд лет с 1960 по 2002 гг. (проект CIRMAN-ARAL).

По имеющимся метеоданным для всех декад всех годов наблюдений был рассчитан климатический параметр, называемый базовым или историческим климатом.

Для наблюдения текущего климата в объекте исследования – АВП Акбарабад – была установлена портативная метеостанция.

Идея подбора года-аналога основана на следующем. По ряду наблюдаемых декадных метеоданных рассчитывается вектор метеорологического параметра. Вектор представляет собой массив рассчитанных для каждой декады значений климатического параметра по метеостанции Акбарабад. Длину вектора – число вошедшего в него декад – регулирует оператор. Затем данный вектор сравнивается с аналогичными (в смысле совпадения декад) для всех годов базового климата. В качестве года-аналога выбирается тот год, для которого расхождение с исходным вектором минимально.

Проблема переходного периода – периода времени, в течение которого не набрано достаточного количества материалов для построения вектора климатического параметра – в программе решена за счет привлечения средних климатических данных по недостающим декадам с метеостанции Фергана.

За меру совпадения взята сумма отклонений по каждой декаде, умноженному на весовой множитель, уменьшающийся в зависимости от давности  $i$ -той декады относительно текущей.

$$\delta = \sum_{i=k}^{i=0} abs(\Phi_{bi} - \Phi_{mi}) \times \rho_i$$

Здесь:

$\delta$  - сумма отклонений  
 $\Phi_{bi}$  - климатический параметр  $i$ -той декады базового климата  
 $\Phi_{ti}$  - климатический параметр  $i$ -той декады текущего климата  
 $\rho_i$  – вес  $i$ -той декады

Весовой множитель  $\rho_i$  определяется следующим образом. Пусть длина вектора метеорологического параметра равна 18 декадам (половина года). Пронумеруем декады следующим образом. Самой последней декаде присвоим номер 1. Предпоследней декаде присвоим номер 2. Пред-предпоследней декаде присвоим номер 3. И т.д. до декады полугодовой давности – номер 18.  $\rho_i$  определяется следующим образом:

$$\rho_i = \frac{1}{N^\alpha}$$

Где  $\rho_i$  – весовой множитель

$N$  – номер декады, полученный ей в процессе нумерации

$\alpha$  - показатель степени, регулирующий влияние прошедших декад на величину отклонения.

В связи с этим интересно отметить следующий факт: при расчете климатического параметра по осредненным метеорологическим данным происходит существенное занижение эвапотранспирации растений, что, в свою очередь, приводит к уменьшению расчетных поливных норм. Этот факт, свидетельствует в пользу применения алгоритма года - аналога.

Недостатком метода является необходимость в длинных рядах

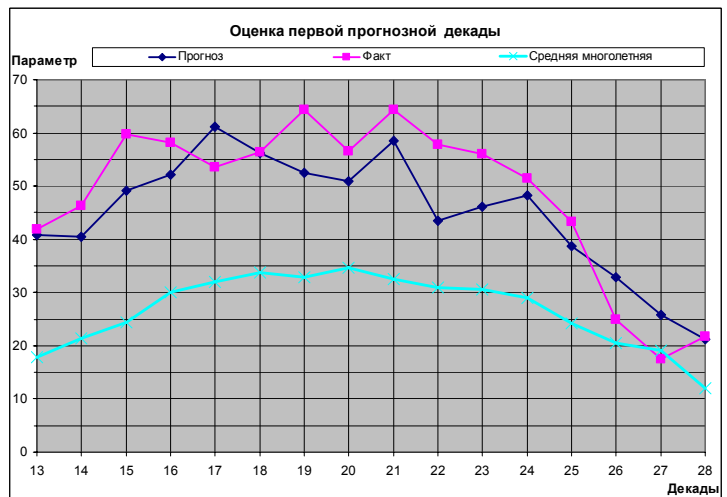


Рис 4 Прогноз климатических условий

базовых данных – метеорологических параметров декадного уровня.

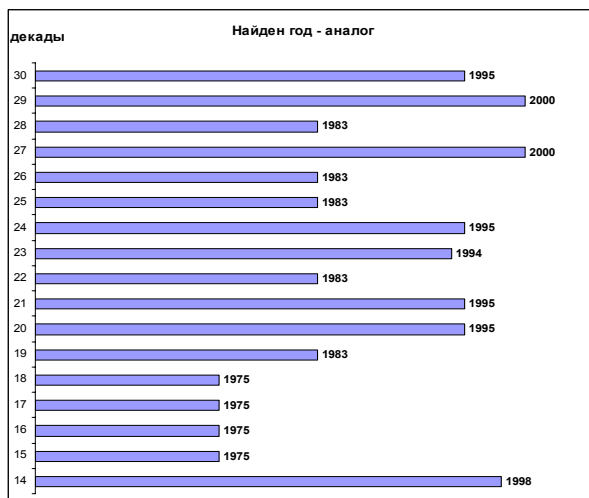


Рис 5 Результаты выбора года аналога.

На рисунке 6 приводится расчет оросительных норм для АВП Акбарабад по различным сценариям. Оросительная норма, рассчитанная на старое, неоткорректированное гидромодульное районирование, составляет 22 млн м<sup>3</sup> на территорию АВП. Изменение гидромодульного состава меняет величину водопотребления и объем необходимой водоподачи становится 17 млн м<sup>3</sup>, т.е на 5 млн м<sup>3</sup> меньше.

Показано сопоставление стандартного, то есть рекомендованного режима орошения, и рассчитанного с учетом фактического климата, когда проводился расчет на прогнозный декадный климат по году аналогу. Сопоставление показывает, что, поскольку год был достаточно влажный, то межполивные периоды в расчетном варианте на всех гидромодульных районах и для всех культур увеличились и, как результат, уменьшилось число поливов, а так же уменьшилась норма последнего рекомендованного полива. За счет этого снижается оросительная норма и рассчитанный объем требуемой водоподачи составляет 14 млн м<sup>3</sup>, т.е на 3 млн м<sup>3</sup> меньше, в сравнении со среднегодовыми расчетами.

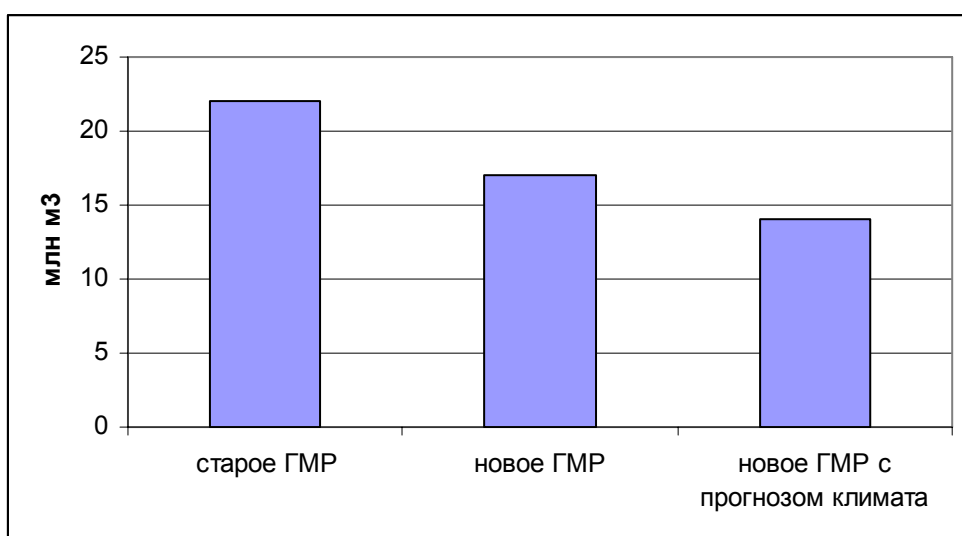


Рис 6 Расчет водопотребления по сценариям

#### Выводы

1. Изменение климата, а именно повышение температуры, приведет к увеличению водопотребления при нарастающем дефиците водных ресурсов.
2. Изменение климата диктует необходимость разработки путей адаптации
3. Учет водности года, прогнозирование климатических условий года с учетом вариации климата позволяет оптимизировать режим орошения сельскохозяйственных культур.

1. Борьба с изменениями климата, Доклад о развитии человека 2007.2008, Борьба с изменениями климата, ООН, Весь Мир, 2007
2. Агальцева Н.А. Оценка влияния климатических изменений на располагаемые водные ресурсы в бассейне Аральского моря, "Диалог о воде и климате: исследование случая бассейна Аральского моря", Ташкент, 2002
3. Панков Мелиоративное почвоведение., Ташкент 1974

