

**МОНИТОРИНГ
КЛИМАТА, ОЦЕНКА
КЛИМАТИЧЕСКИХ
ИЗМЕНЕНИЙ И ИХ
ВЛИЯНИЯ
НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ**



Н.А.Агальцева

Т.Ю.Спекторман

*Среднеазиатский научно-
исследовательский
гидрометеорологический
институт (САНИГМИ) им.
В.А.Бугаева*



Основные вопросы

1. Сценарии изменения климата:

- на основе зависимостей между глобальной температурой и региональными климатическими характеристиками;
- на основе выходных результатов глобальных климатических моделей

1. Анализ наблюдаемых трендов стока и циклических колебаний

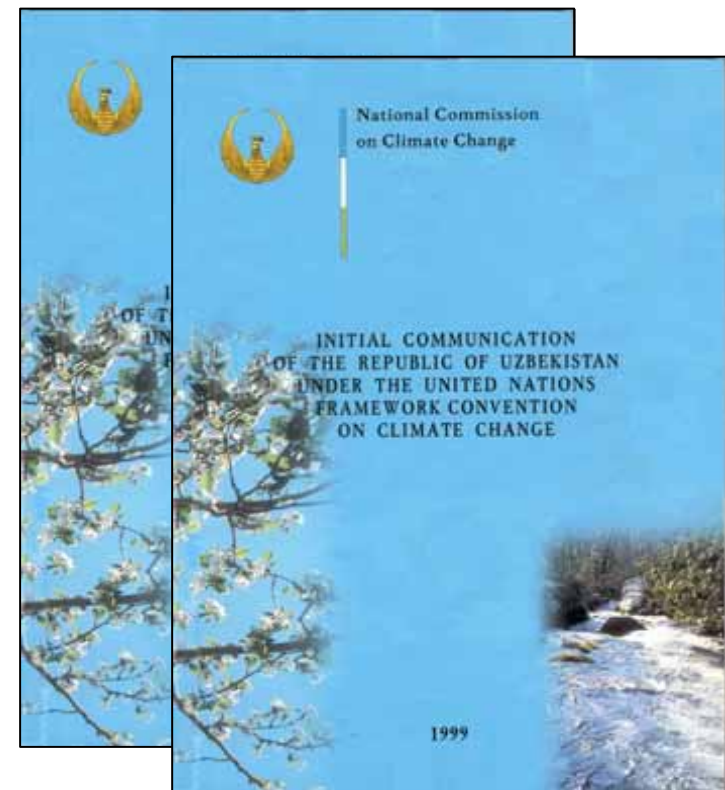
2. Ледниковые запасы и климатические изменения

3. Оценка изменения водных ресурсов при возможных изменениях климата

Климатические исследования в Узбекистане ведутся в Среднеазиатском Научно-исследовательском институте (САНИГМИ) и в рамках проектов, выполняемых при поддержке GEF и UNDP «Узбекистан - изучение страны по изменению климата», Фаза 1 и Фаза 2

Фаза 1 проекта завершена в 1999 году, Фаза 2 в 2001

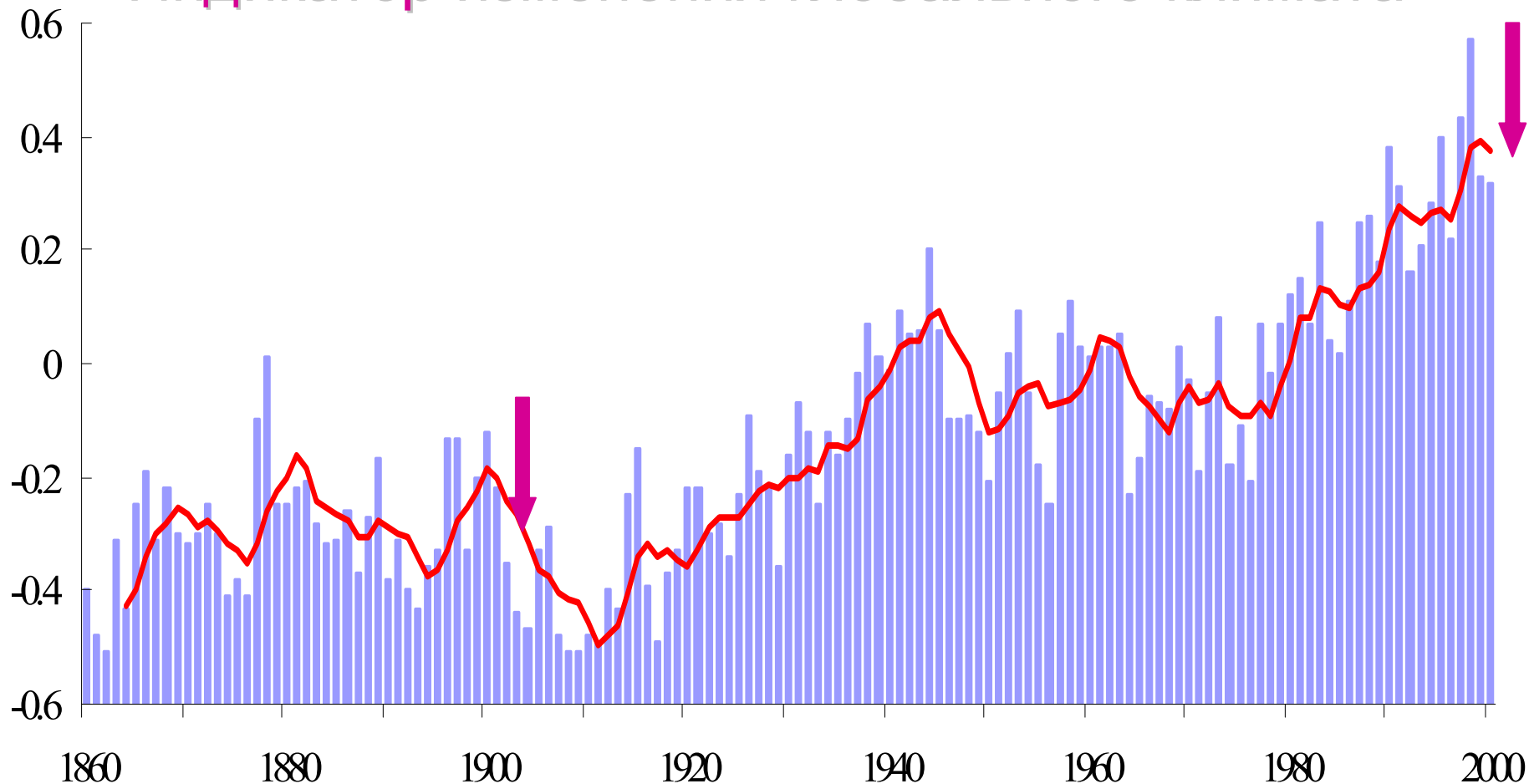
**Разработано и представлено на Конференции сторон по РКИК ООН в Бонне
Первое Национальное сообщение по изменению климата и отчет по второй фазе, где изложены основные результаты**



- **В настоящее время ведется широкая научная дискуссия о величине антропогенного вклада в увеличение концентрации парниковых газов в глобальное потепление**
- **Независимо от величины вклада, повышение концентрации парниковых газов и глобальное потепление являются неоспоримыми фактами**
- **Недооценка существующей угрозы может привести к сильнейшим негативным и необратимым последствиям, особенно в развивающихся странах**
- **В Узбекистане ведутся работы по изучению и оценке происшедших изменений, построению климатических сценариев, необходимых для оценки последствий изменения климата**
- **Выявление индикаторов изменения климата основано на данных инструментальных наблюдений**



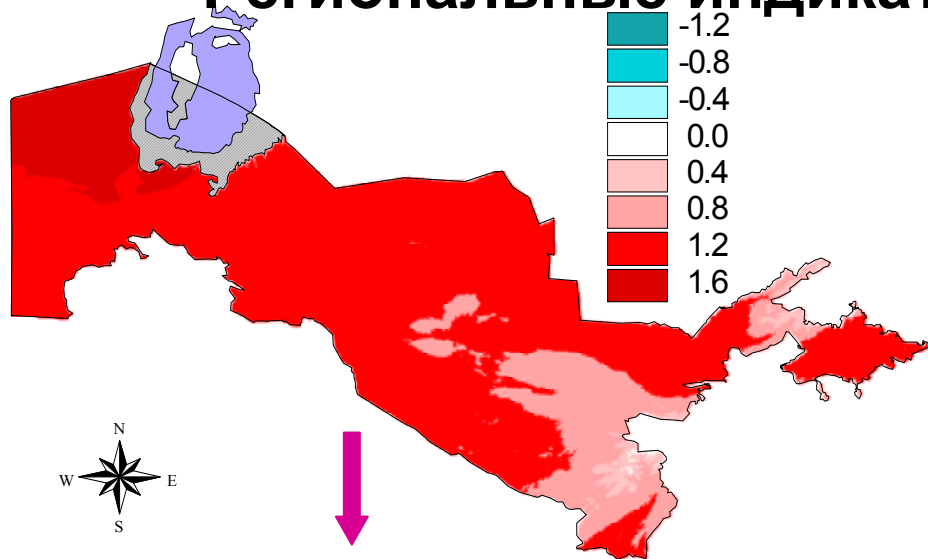
Индикатор изменения глобального климата



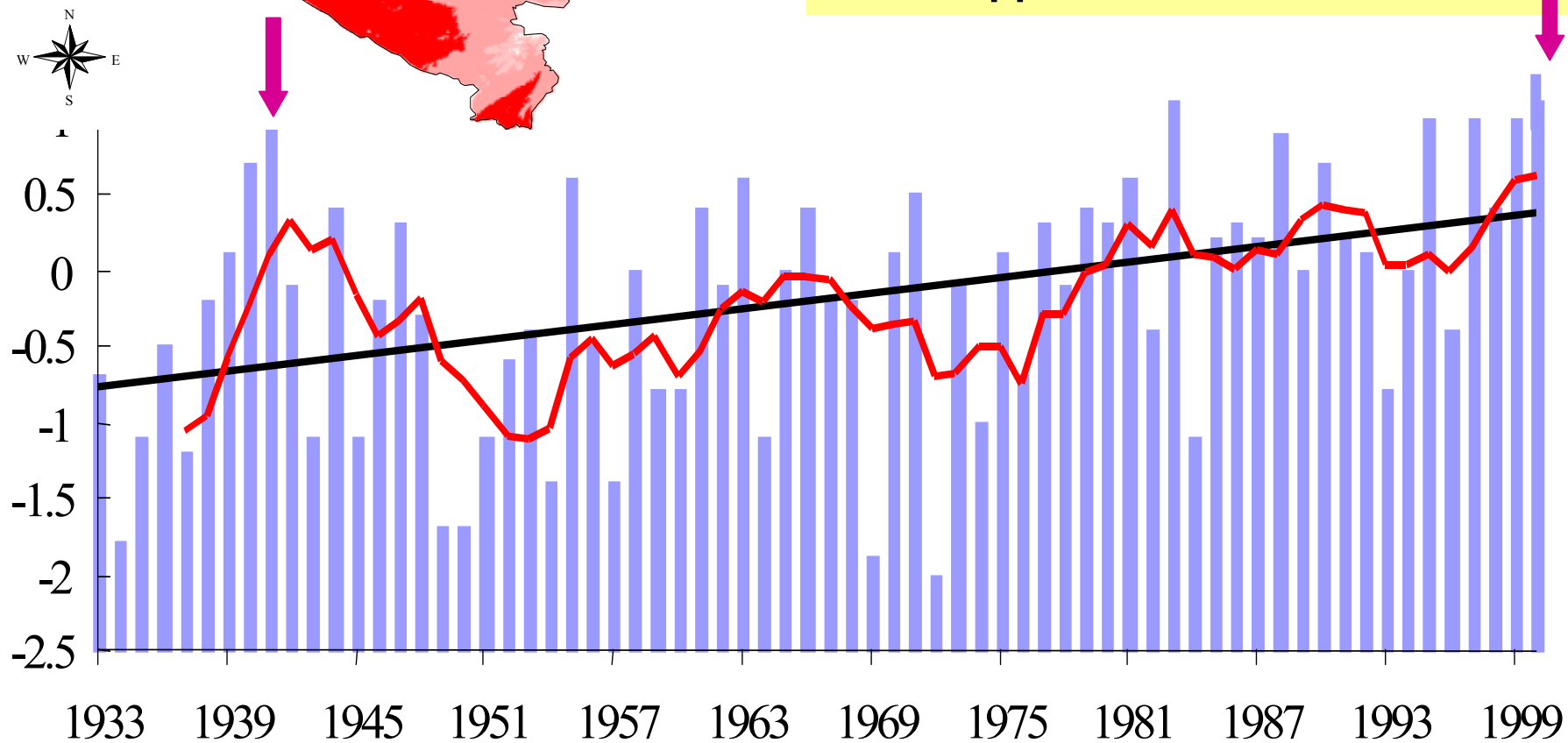
Изменение средней глобальной температуры воздуха относительно базовой нормы 1961-1990 годов

В начале XXI века средняя глобальная температура воздуха примерно на 0.6°C выше, чем в начале XX века

Региональные индикаторы изменения климата



2000 год и 1941 год, были самыми теплыми за весь период инструментальных наблюдений в Узбекистане





**Наблюдается
значительное
изменение
продолжительности
жаркого ($t > 25^{\circ}\text{C}$)
и холодного
($t < 10^{\circ}\text{C}$)
периодов года**

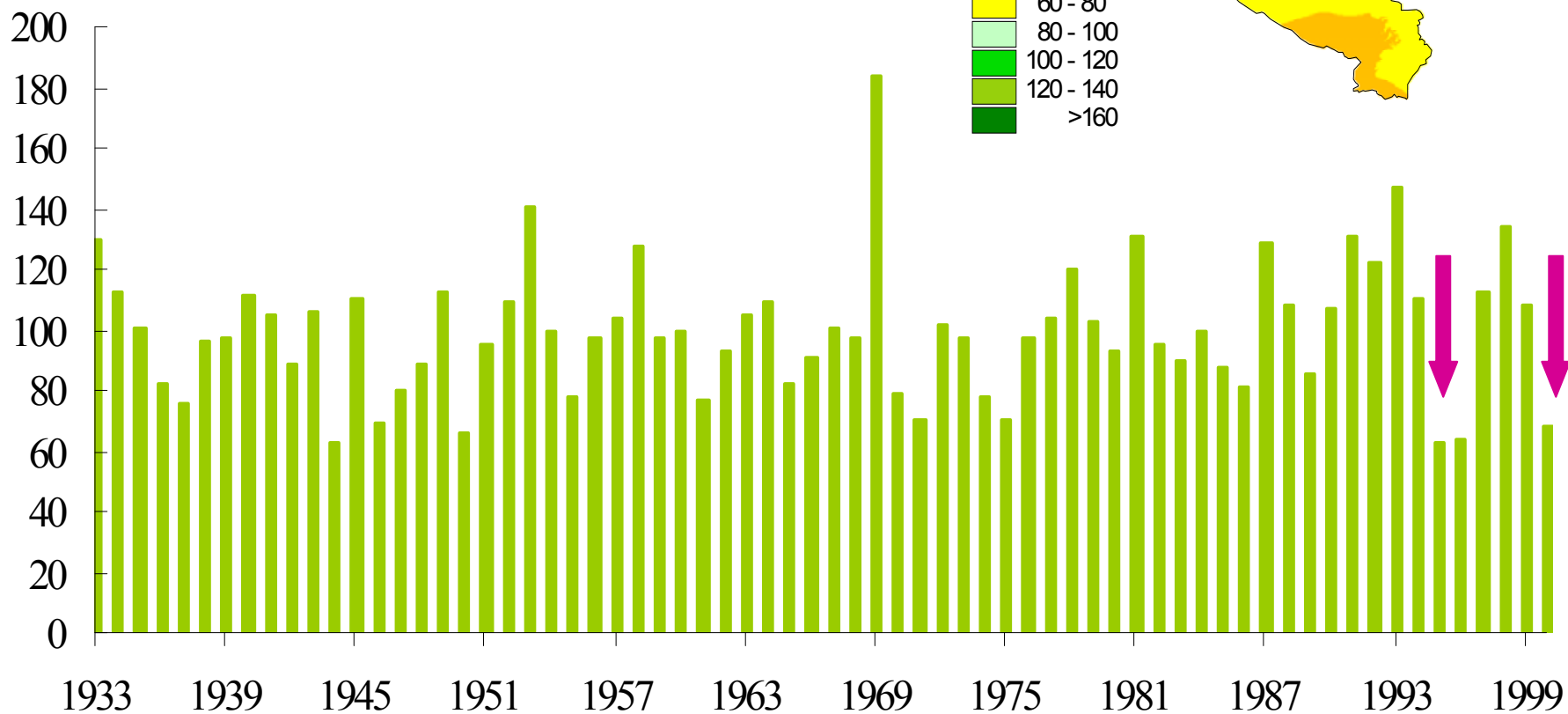
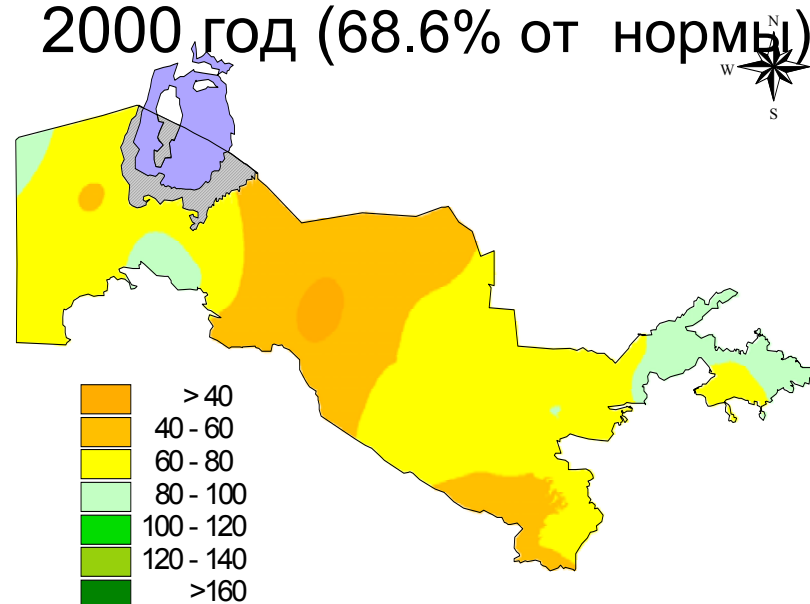


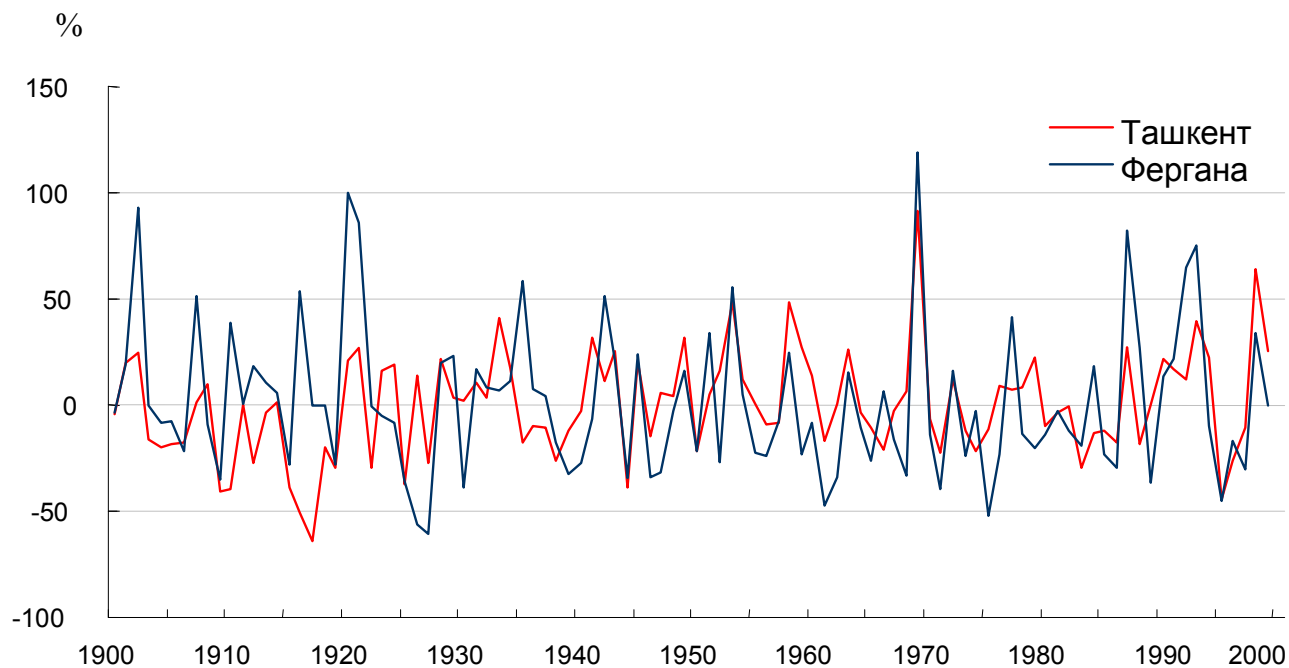
**(Самарканд)
период наблюдений
1961-2000**

Многолетние изменения годовых сумм осадков

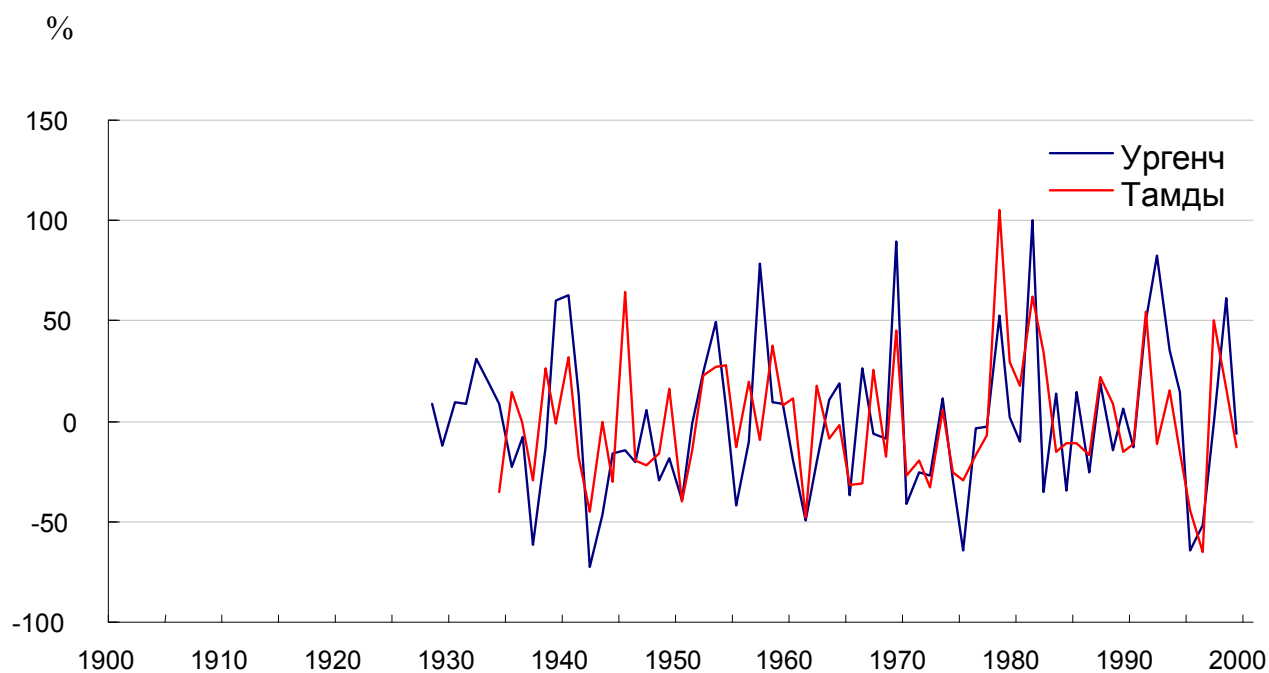
● На фоне высокой изменчивости осадков прослеживаются существенные вариации осадков

2000 год (68.6% от нормы)





**В предгорной зоне Узбекистана
очень сильная
засуха весной
(дефицит осадков
более 50%)
наблюдается 1-3
раза за 100 лет.**



**В зоне пустынь и полупустынь
очень сильная
весенняя засуха в
среднем
наблюдается 1 раз
в 10 лет, а засуха с
дефицитом 20% в
3-4 раза чаще.**

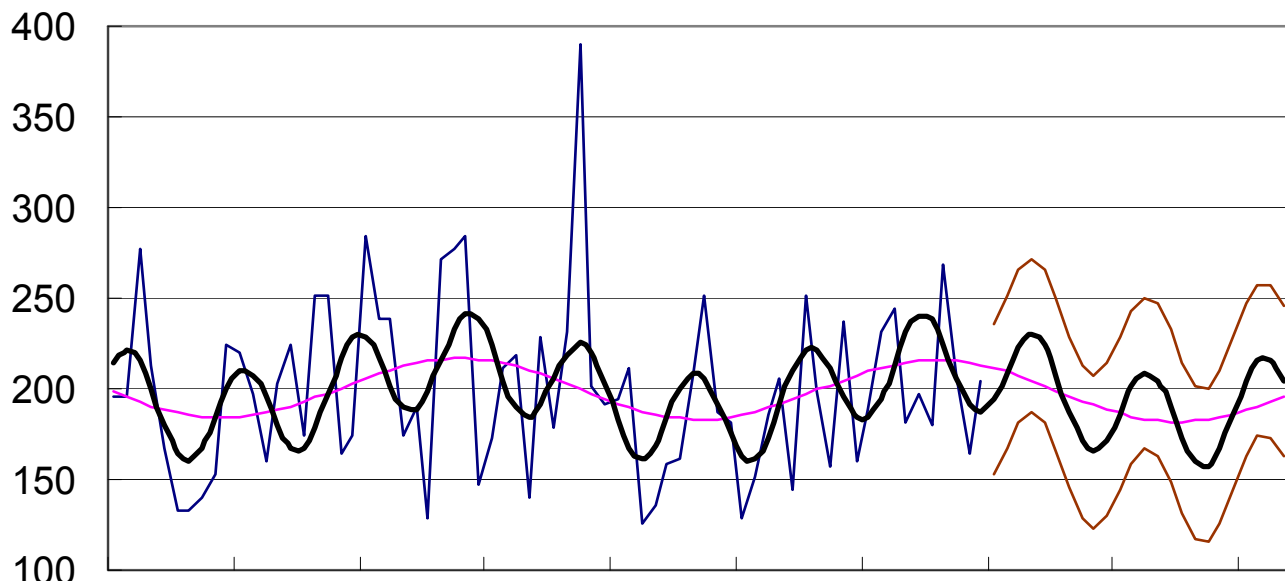
Данные мониторинга климата показывают:

- на территории Узбекистана отмечается повышение температур воздуха и изменение продолжительности холодного и жаркого периодов года;
- наблюдается усиление засушливости климата;
- экстремально сухие годы в большинстве случаев фиксируются синхронно по всей территории республики;
- наибольший вклад в годовой тренд роста засушливости вносит летний сезон.

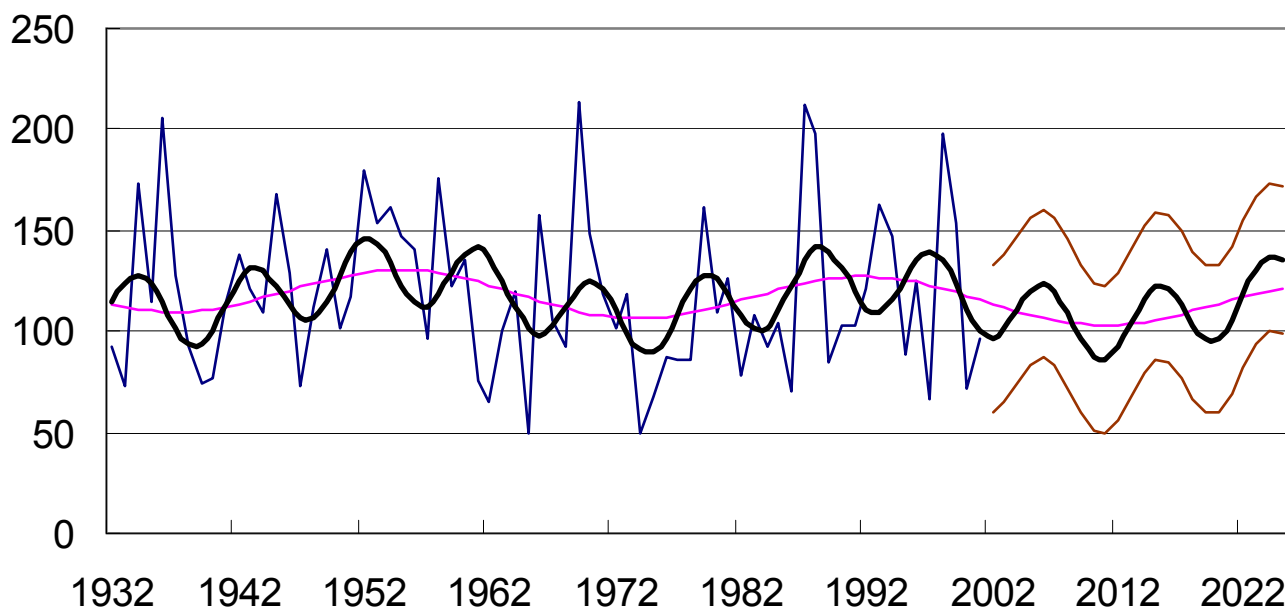


**Как влияет
наблюдаемое
потепление на
формирование
водных ресурсов?**

Приток в Чарвакское водохранилище



Приток в Андижанское водохранилище



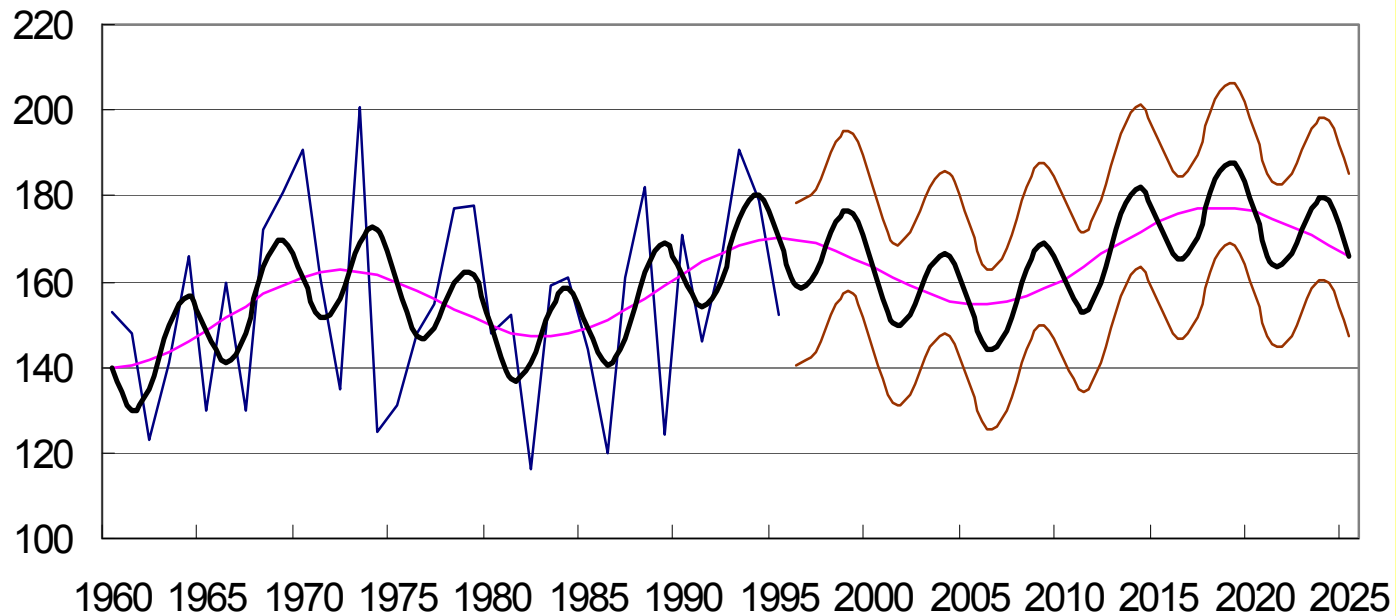
Наблюдаемые колебания притока в водохранилища (календарный год)

Выделенные гармонические тренды (с периодом порядка 37 и 10 лет)

описывают от 4 до 20% дисперсии исходных рядов

Выделенные колебания имеют квази-циклический характер и отражают колебания осадков

Зеравшан - Дупули



**Наблюдаемые
тренды стока
и
циклические
колебания
(календарный
год)**

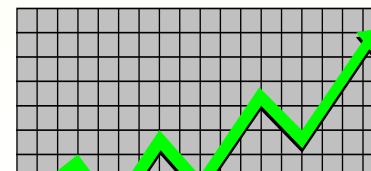
**Выделенные
тренды (с
периодом
порядка 22-23
года и
5 лет)
описывают
от 14 до 29%
дисперсии
исходных рядов**

**Анализ временных рядов стока,
с существенной долей ледникового
питания, показал наличие
положительного линейного тренда и
колебаний порядка 22-23 года, которые
также проявляются во временных
рядах температуры воздуха**

Оценка стока на перспективу на основе наблюдаемых трендов

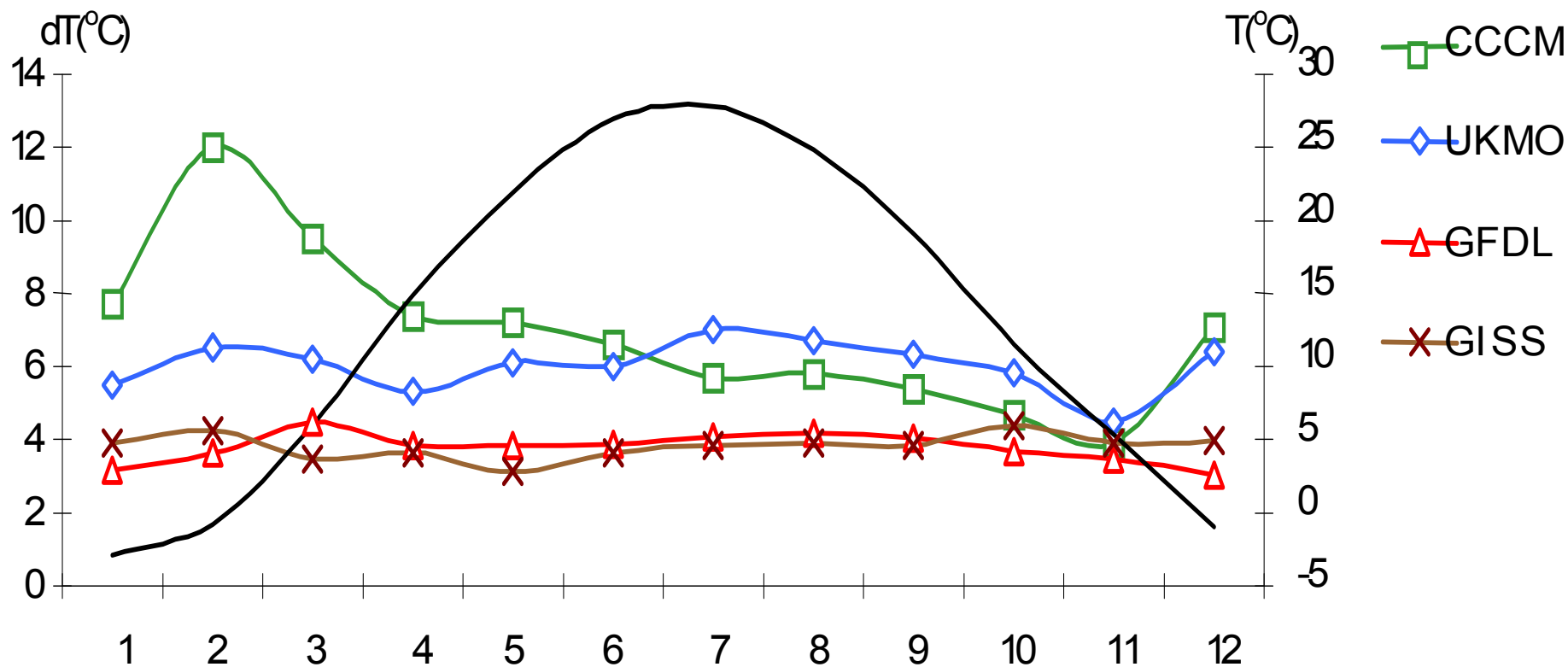
● Следует иметь в виду, что экстраполяция линейных положительных трендов, наблюдаемых во временных рядах стока, имеющих значительные ледниковые и снеговые составляющие, будет давать реалистичную оценку только до тех пор, пока не исчерпаются компенсационные возможности ледников и снежного покрова в горах, при условии неизменных тенденциях роста температур воздуха в регионе

● Наблюдаемое глобальное потепление напрямую связывается с увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере. Скорость и величины глобального потепления и его отклик в отдельных регионах зависят от величин глобальных выбросов парниковых газов в атмосферу Земли в будущем



Климатические сценарии при удвоении концентрации CO₂ в атмосфере

(осреднение по равнинной территории Узбекистана)

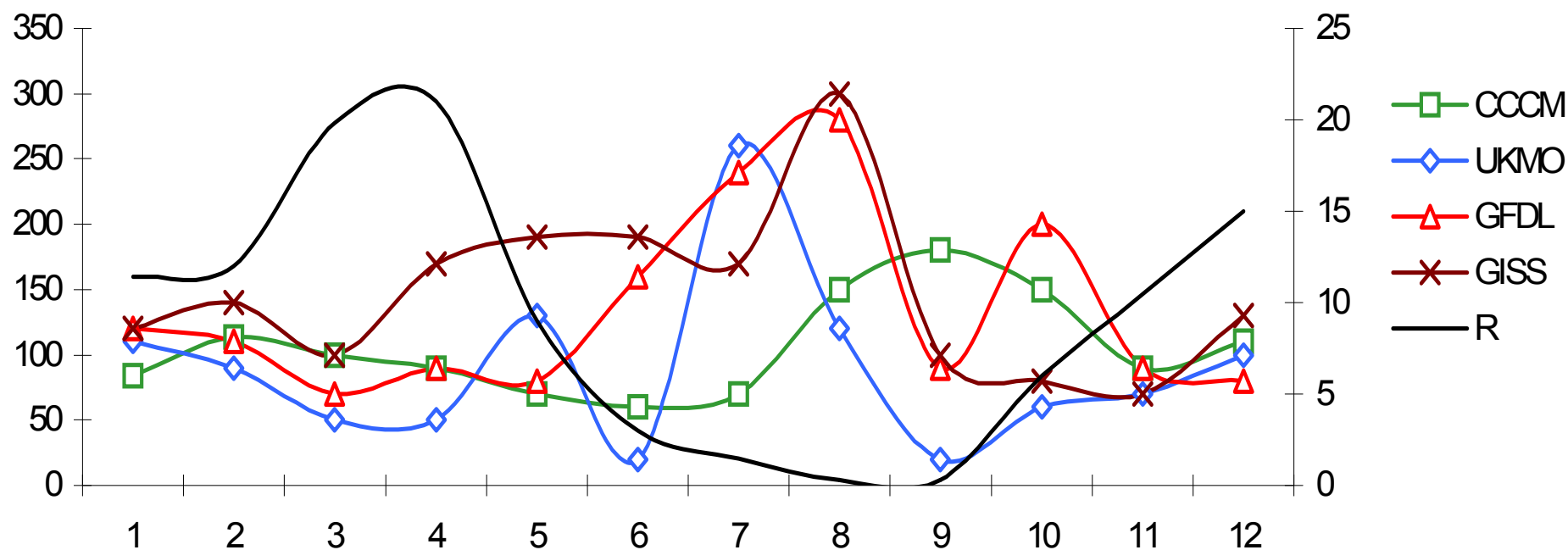


Данные Национального центра атмосферных исследований США (NCAR).

Климатические сценарии при удвоении концентрации CO₂ в атмосфере

(осреднение по равнинной территории Узбекистана)

R (GSMs), °

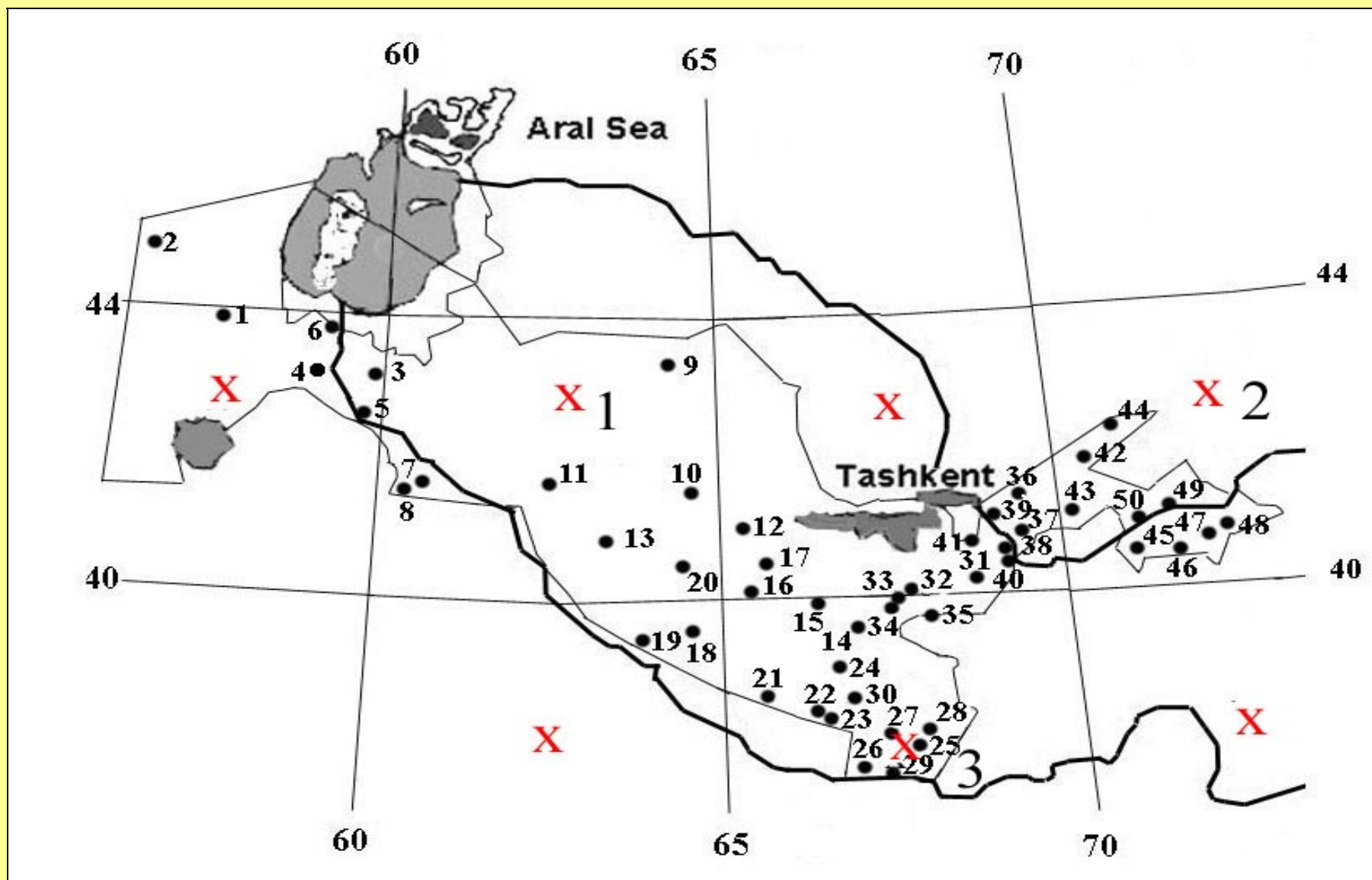


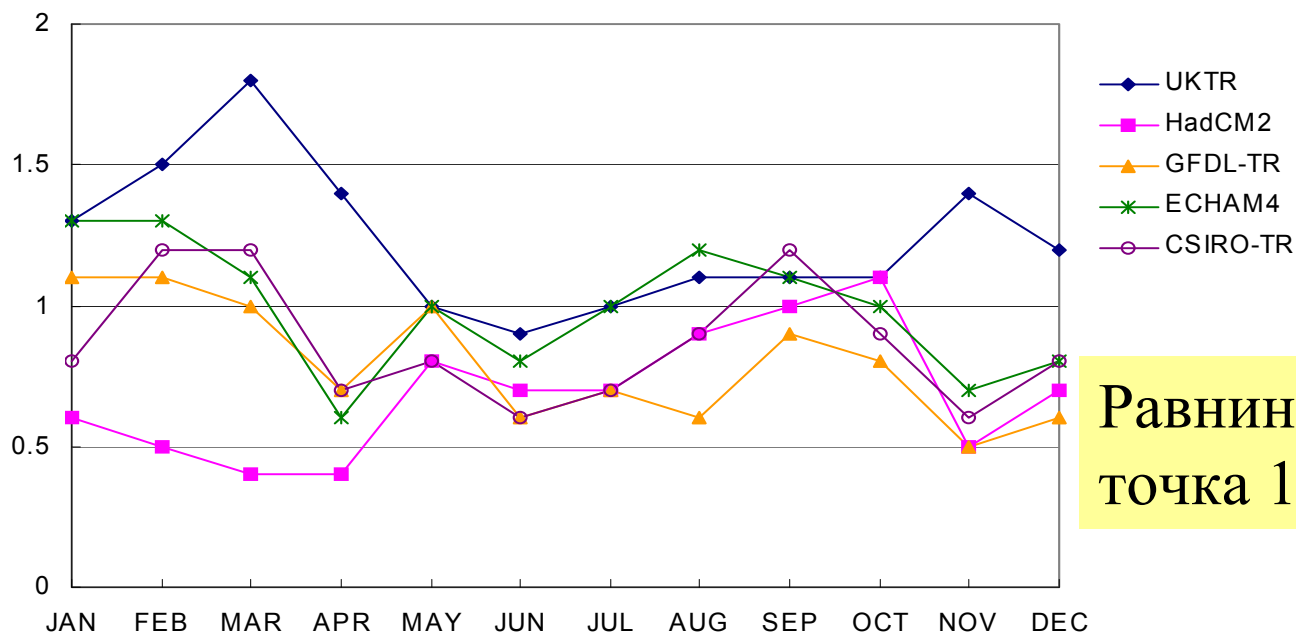
Сценариям осадков свойственна большая неопределенность, особенно в летние месяцы. Изменение годовых сумм осадков в пределах 89- 126% от современных норм

Построение сценариев на ближайшую перспективу (база данных SCENGEN, разработанная в Университете Восточной Англии в рамках National Communication Support Program)

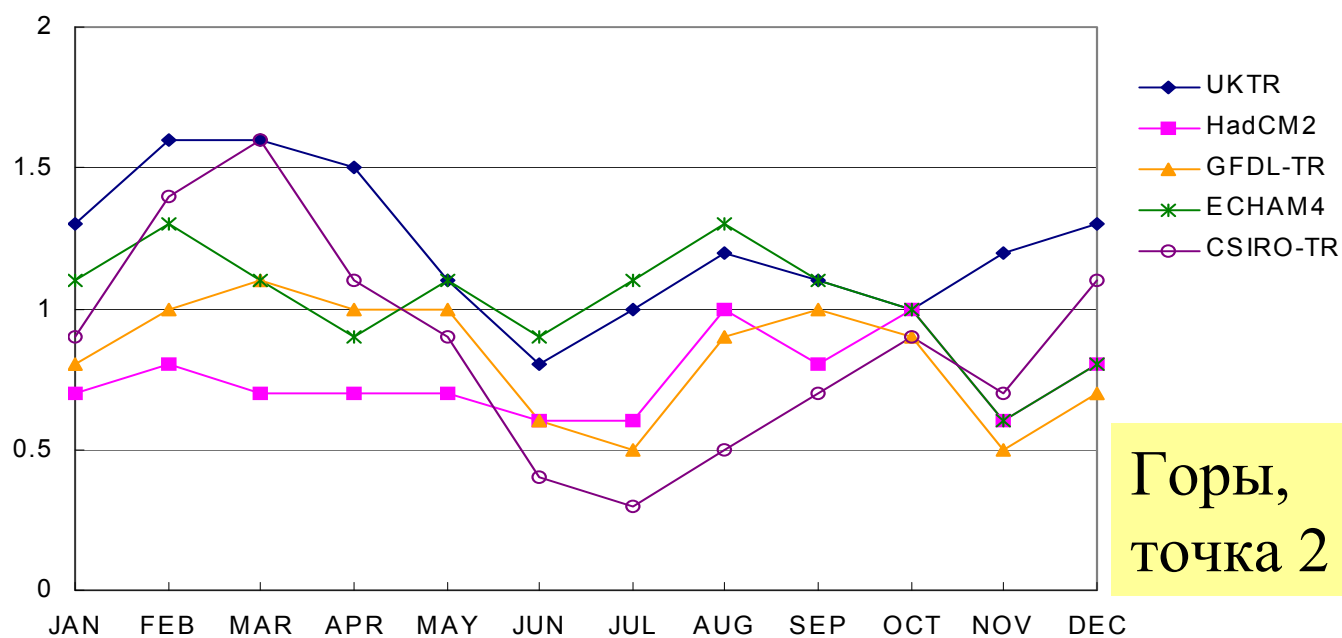
- **В данном варианте использованы выходные результаты моделей в переходном состоянии для условий средней чувствительности климата к повышению концентрации парниковых газов в атмосфере в соответствии со сценарием выбросов IS92a (сценарий невмешательства) с учетом влияния сульфатных аэрозолей**
- **Статистическая интерпретация результатов моделей в узлах регулярной сетки выполнена с применением концепции «идеального прогноза». Статистические связи строились на диагностических данных, а применялись к выходным результатам моделей. В качестве предикторов использовались осредненные аномалии в узлах сетки, в качестве предиктантов - фактические данные по станциям Узбекистана и прилегающей горной территории.**

Расположение опорных климатических станций Узбекистана



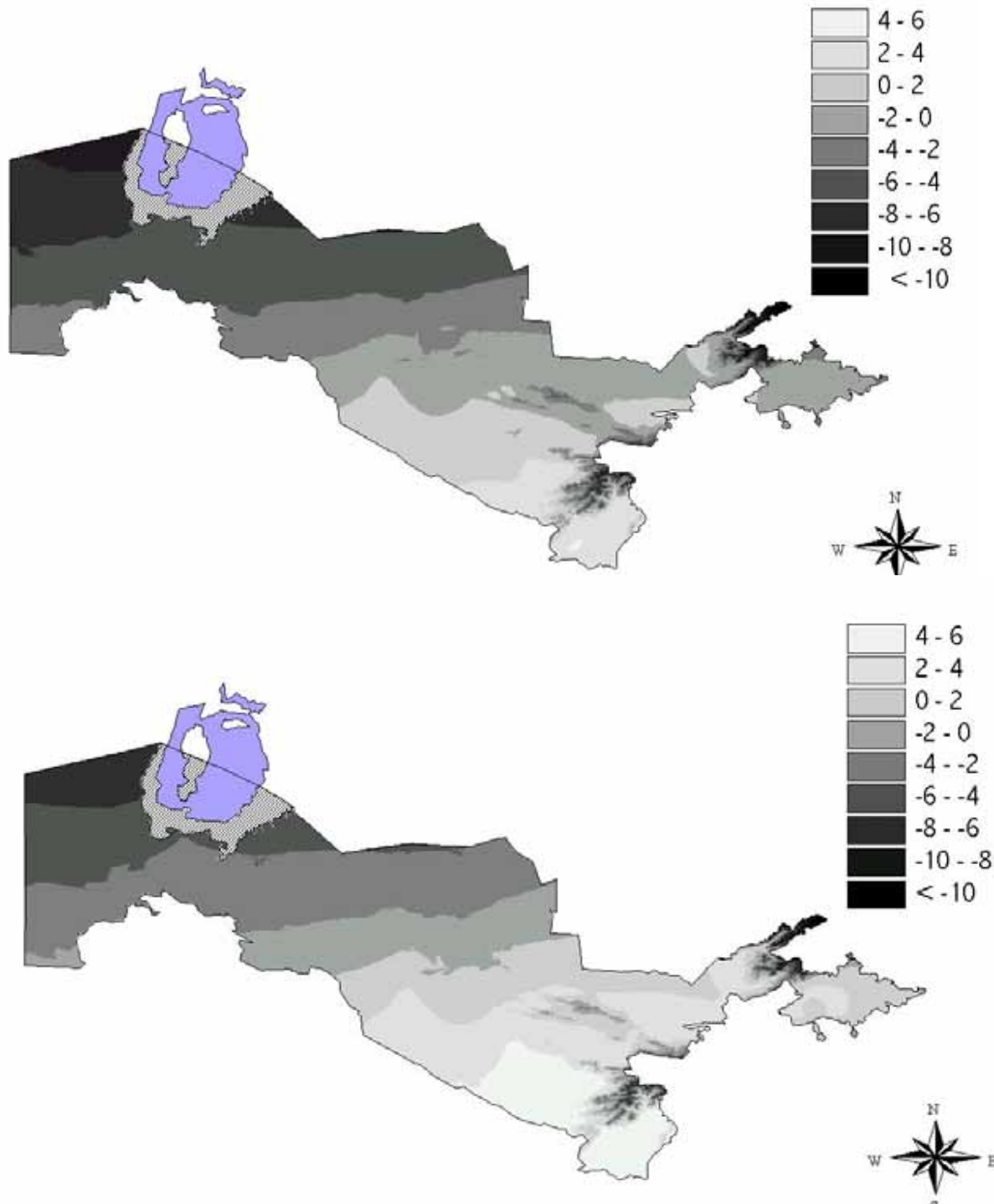


Равнина,
точка 1



Горы,
точка 2

Ожидаемые по различным моделям изменения среднемесячных температур (отклонения в °С от базовой нормы 1961-1990 годов) к 2020 году



Современная базовая норма среднемесячной температуры воздуха в январе (а) и ее ожидаемое значение к 2050 году (б) в соответствии со сценарием эмиссии IS92a и учетом влияния сульфатных аэрозолей (статистическая интерпретация результатов модели ЕСНАМ4)



**Сколько
будет
ВОДЫ**

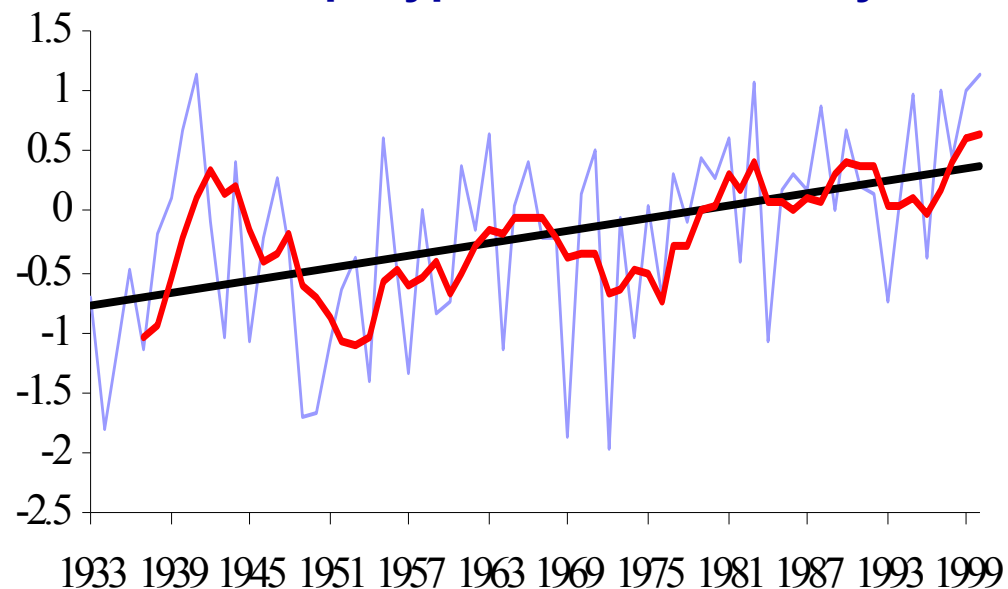
?



Главные водные артерии :
Амударья - водоносность - 78.5 куб.км в год
Сырдарья - водоносность - 37.1 куб.км в год

На фоне повышения температур воздуха происходит деградация горного оледенения, уменьшение запасов снега в бассейнах горных рек

Температура по Узбекистану



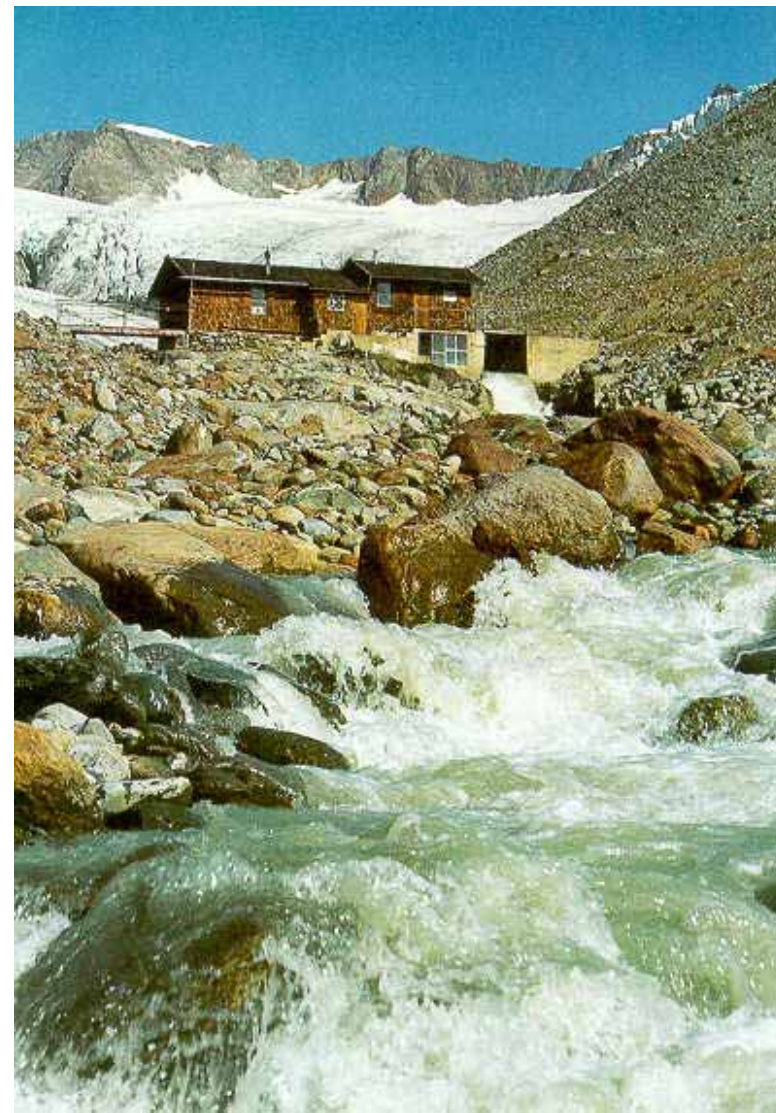
Реакция ледника на изменение климатических параметров (осадки, температура воздуха) носит инерционный характер, причем запаздывание зависит от площади, колеблясь от 0 до 10 лет.



**ИЗМЕНЕНИЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ ПАМИРО-АЛАЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА
CHANGES OF THE PAMIR-ALAY GLACIATION EXTENT IN THE 2nd PART OF XX CENTURY**

Ледники - единственные
источники чистой воды в
Средней Азии

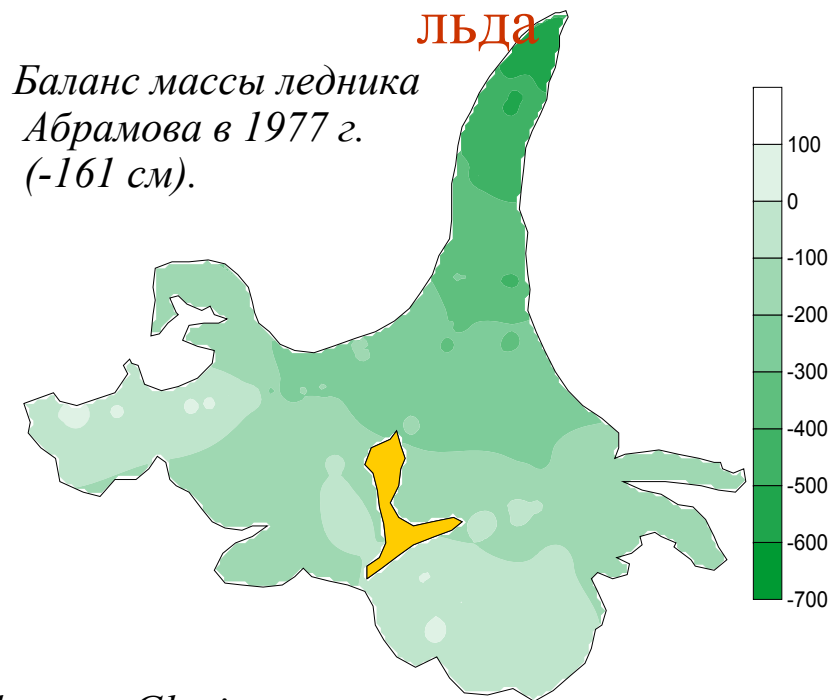
Каково их современное
состояние и реакция на
возможные изменения
климата?



ИЗМЕНЕНИЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ ПАМИРО-АЛАЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА CHANGES OF THE PAMIR-ALAY GLACIATION EXTENT IN THE 2nd PART OF XX CENTURY

За 1968-98 гг. ледник Абрамова
потерял 21 метр слоя воды
- 18% массы

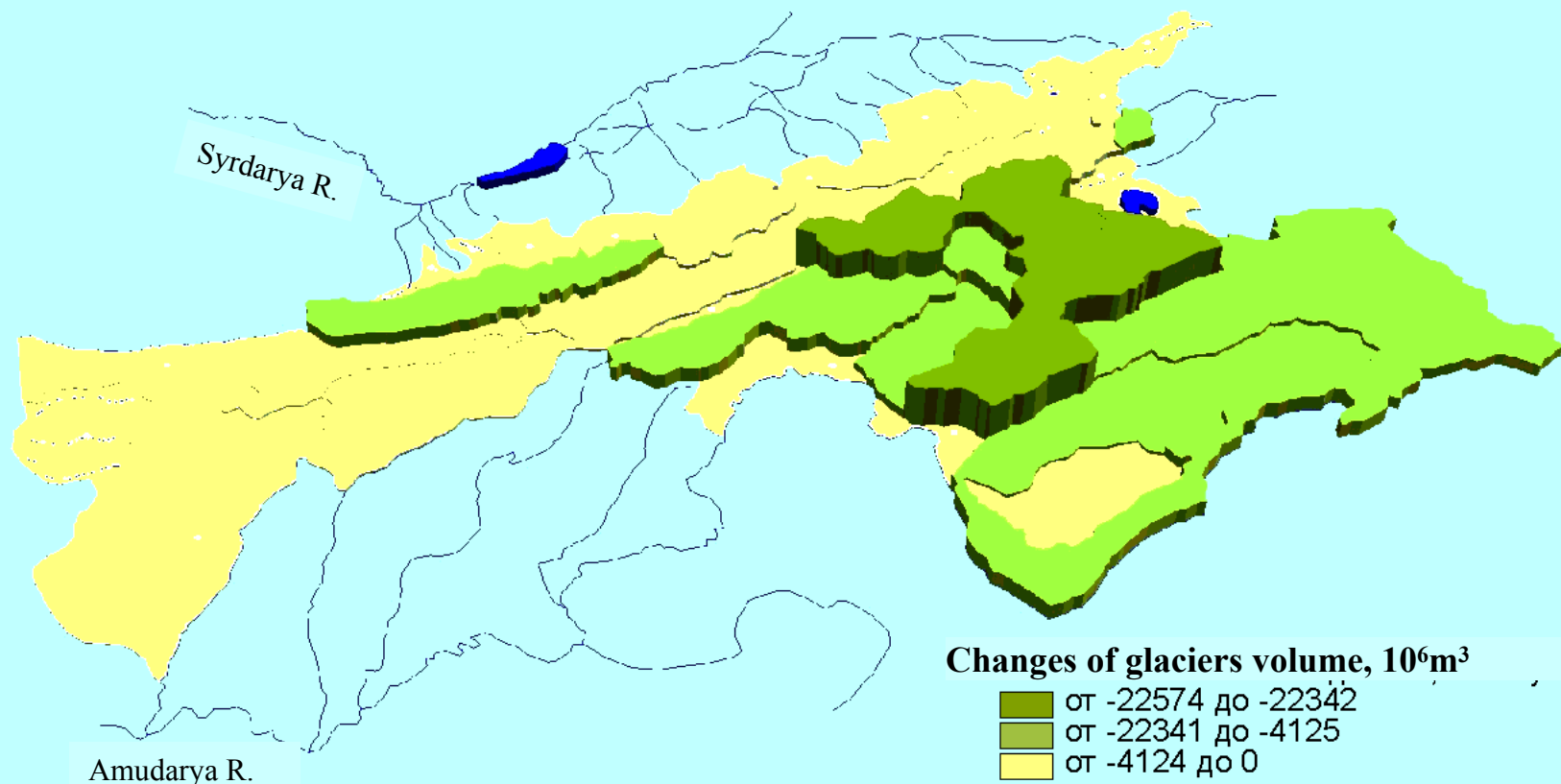
К 2020 году ожидается потеря
еще 17% запасов имеющегося



*Abramov Glacier mass
balance, 1977 (-161 cm).*

ИЗМЕНЕНИЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ ПАМИРО-АЛАЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА
CHANGES OF THE PAMIR-ALAY GLACIATION EXTENT IN THE 2nd PART OF XX CENTURY

During 1957 – 1980 the Pamir-Alay glaciers lost
113 km³ (19%) of their water



Климатические сценарии на основе МОЦ

Были использованы выходные результаты четырех GCM в состоянии равновесия для современного уровня концентрации CO₂ в атмосфере (контрольные прогоны) и при условии его удвоения (2xCO₂):

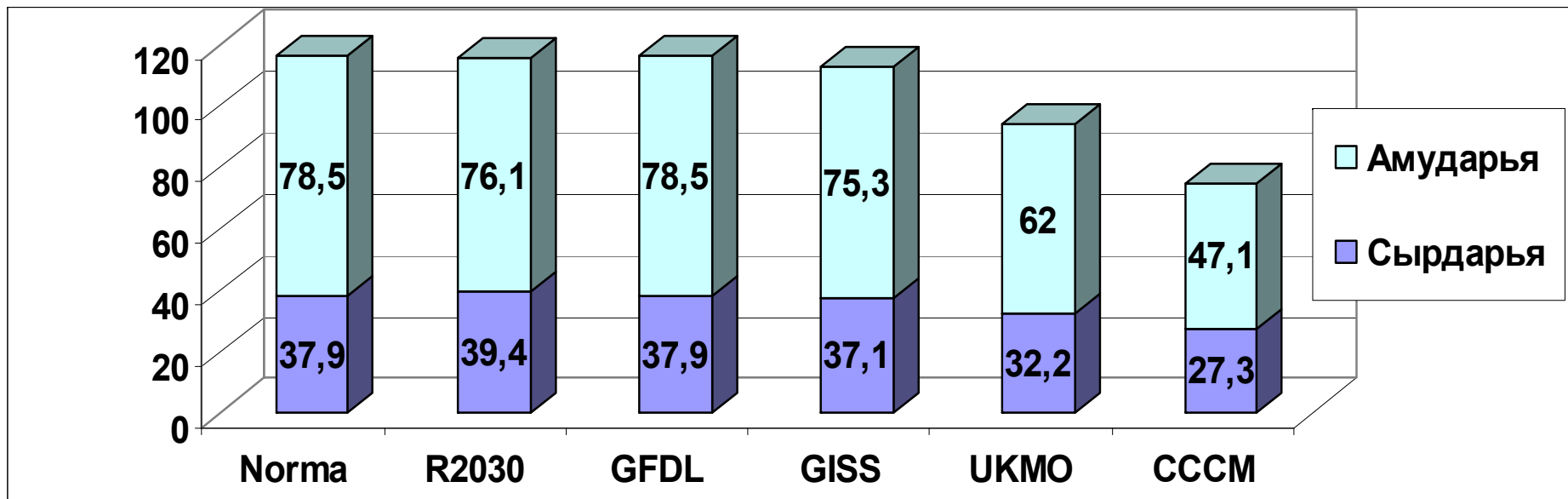
**СССМ - модель Канадского климатического центра,
UKMO-модель Метеорологического бюро
Соединенного Королевства,**

**GFDL - модель Лаборатории геофизической
гидродинамики США,**

**GISS - модель Института Годдарда по космическим
исследованиям.**

Оценка количества водных ресурсов на перспективу

Интегральная оценка стока Сырдарьи и Амударьи проведена с использованием модели формирования стока горных рек при различных климатических сценариях



- **Основной вывод.** Ни один из сценариев климата не дает в будущем увеличения водных ресурсов в отличие от имевшихся ранее оценок
- **В условиях современного дефицита водных ресурсов в Средней Азии, даже небольшое, но устойчивое их уменьшение представляет серьезную проблему**

Математическая модель формирования стока горной реки

Модель формирования снежного покрова

Расчет талого и дождевого поступления

Модель формирования стока с ледников

Модель трансформации в сток

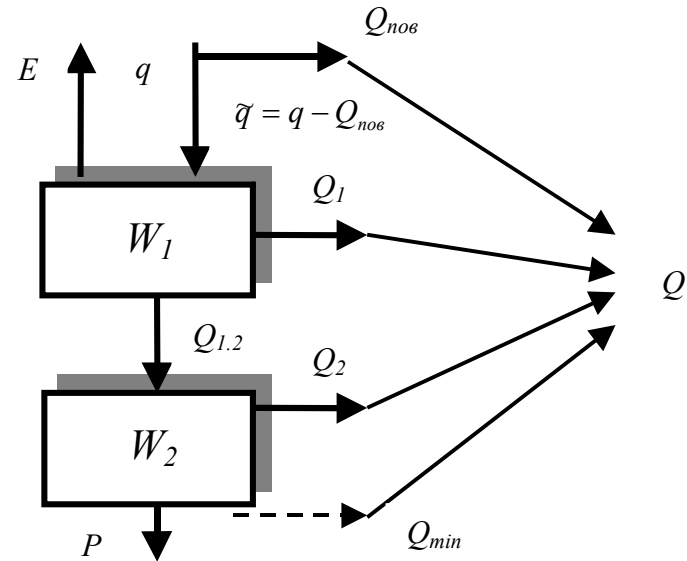
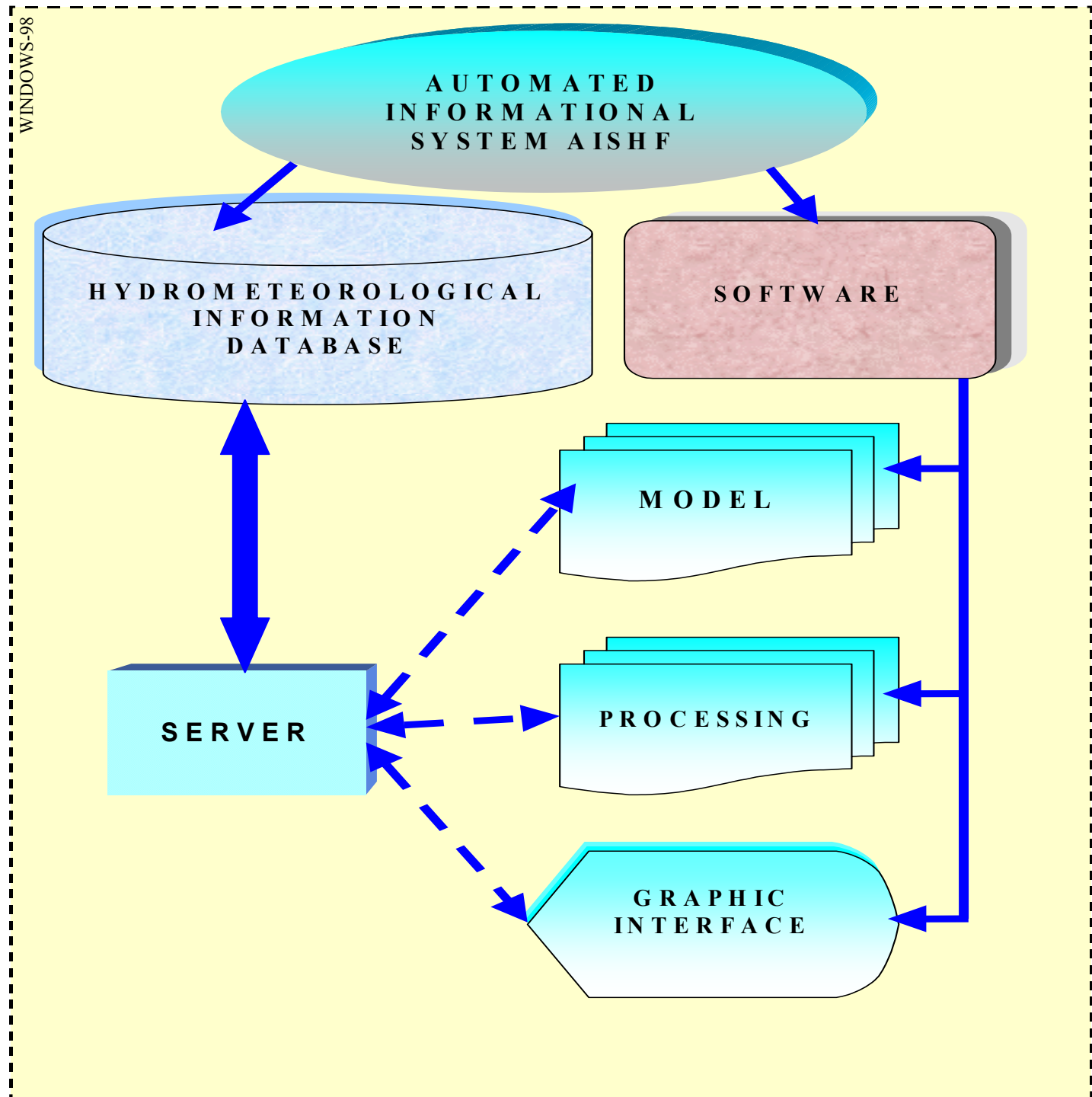
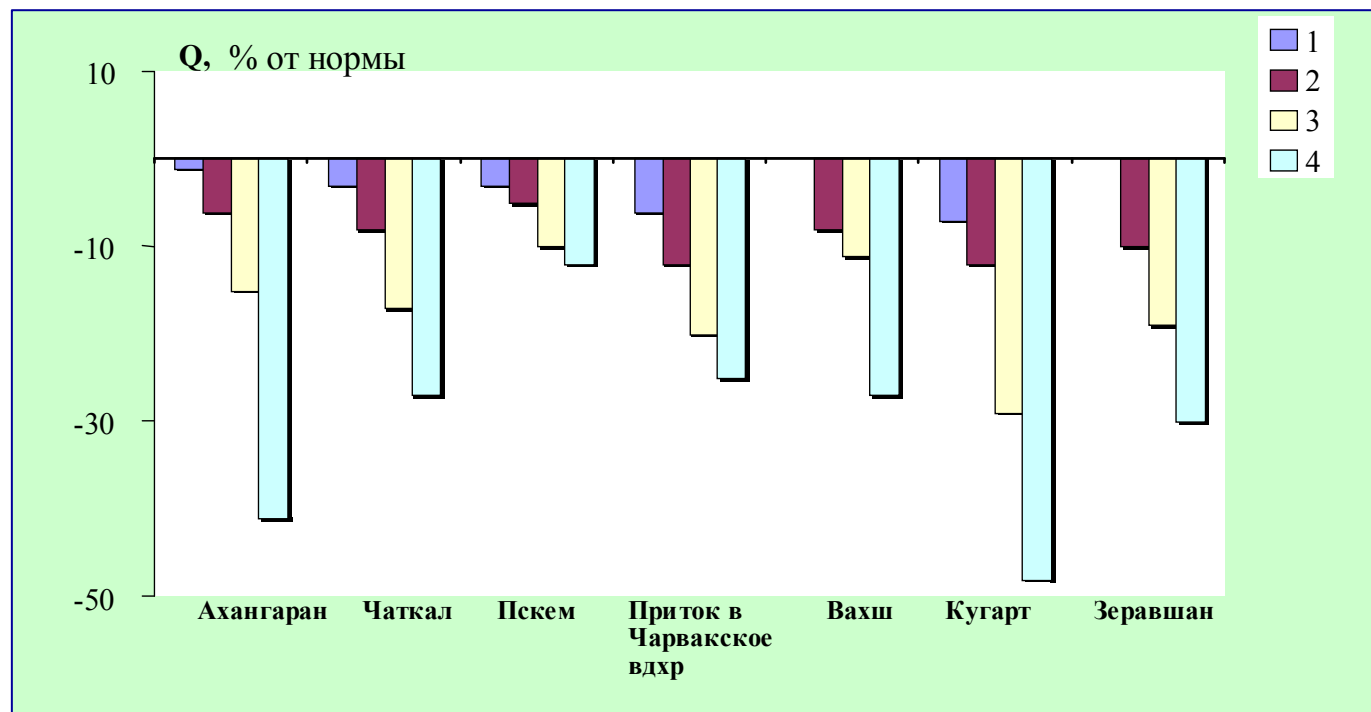


Схема модели трансформации стока в бассейне горной реки

Структура АИСГП



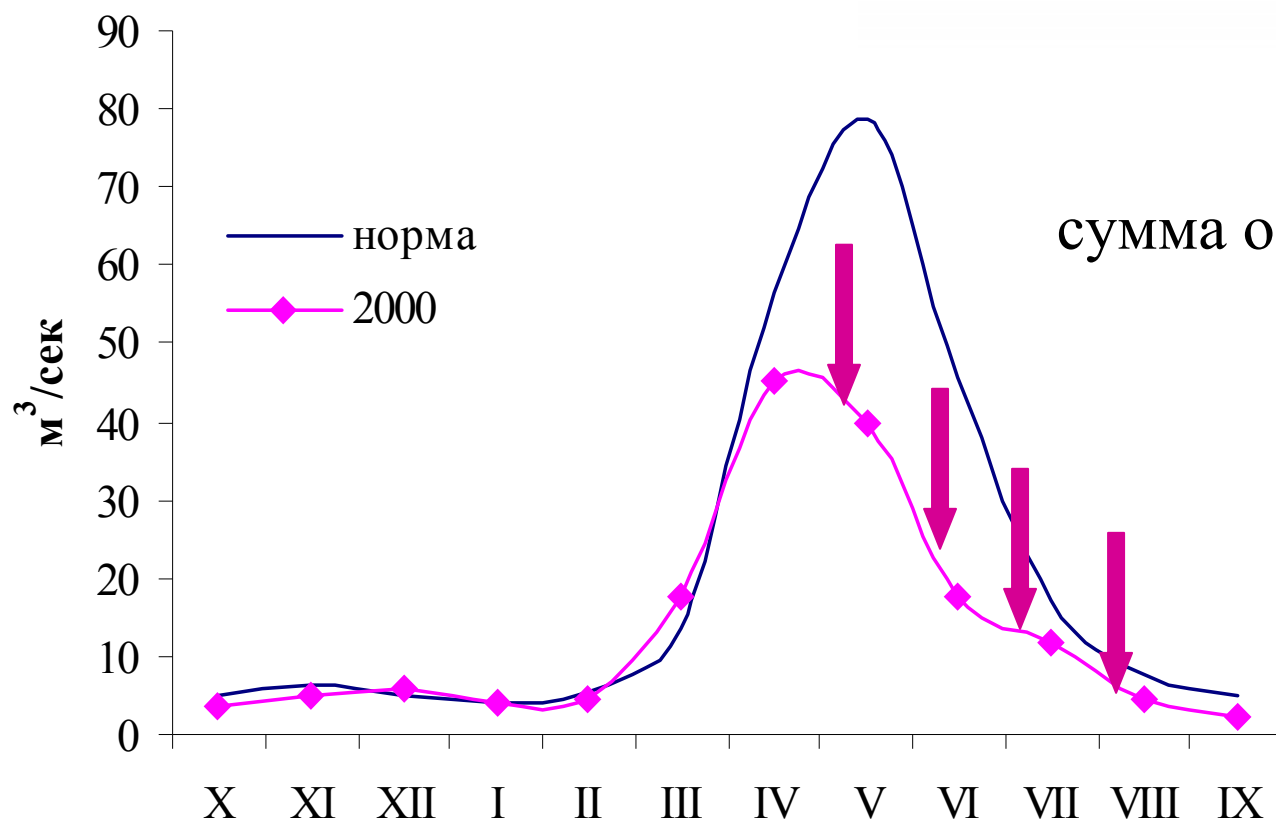
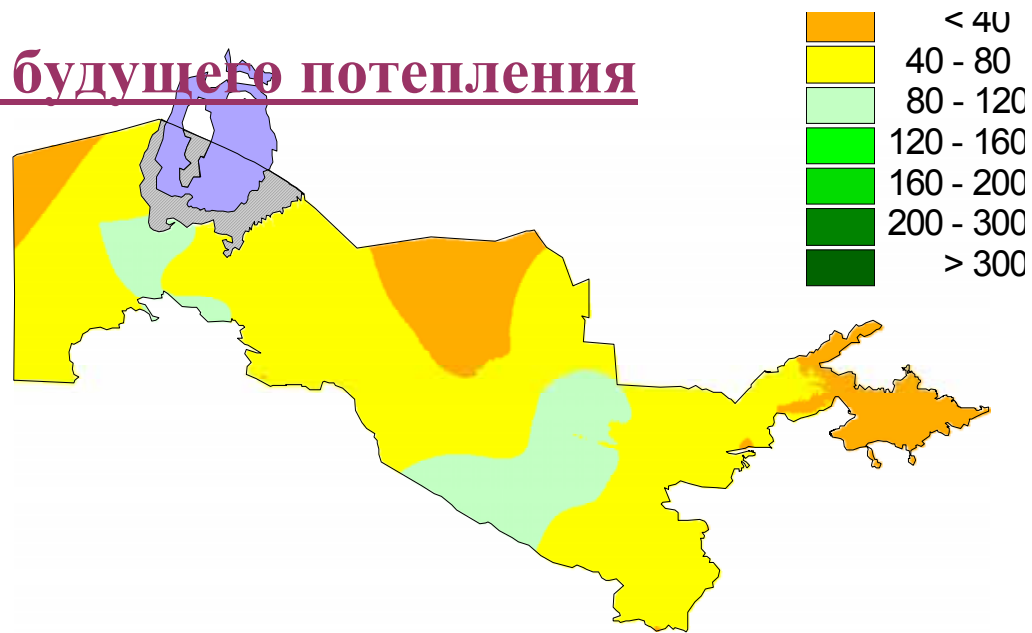
Оценка чувствительности речных водосборов к изменениям климатических параметров



В условиях современного дефицита водных ресурсов в Средней Азии, даже небольшое, но устойчивое их уменьшение представляет серьезную проблему

2000 год может быть аналогом будущего потепления

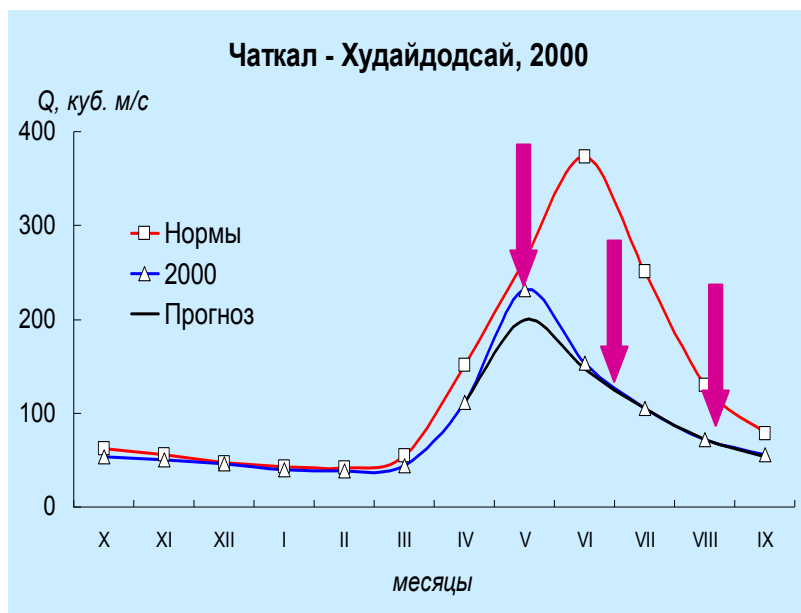
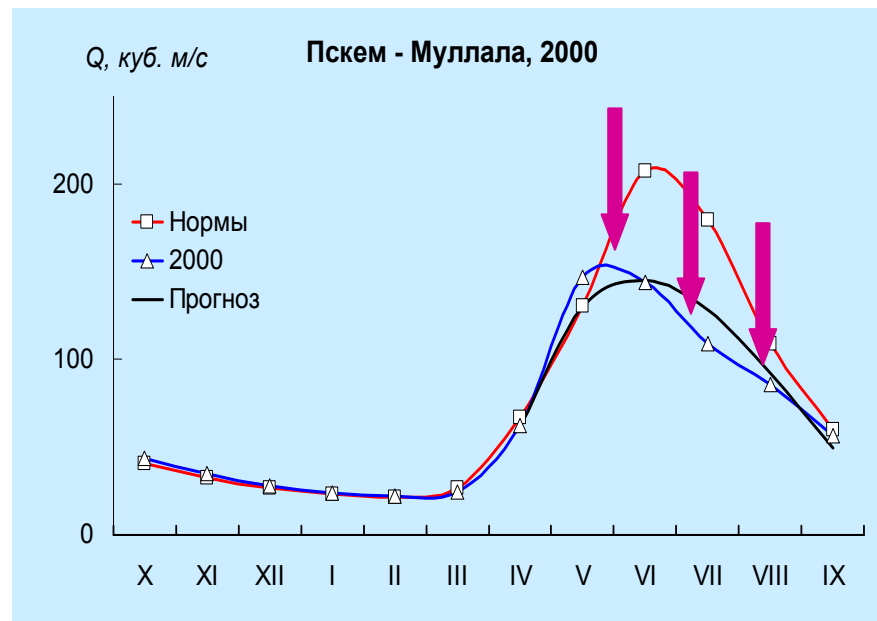
Экстремальное маловодье,
отмеченное в
вегетационный период
2000 года было следствием
дефицита осадков зимой



Февраль
сумма осадков, % от нормы

Гидрограф стока,
река Ахангаран

Экстремальное маловодье, отмеченное в вегетационный период 2000 года было следствием дефицита осадков зимой



Гидрографы стока рек Пскем и Чаткал

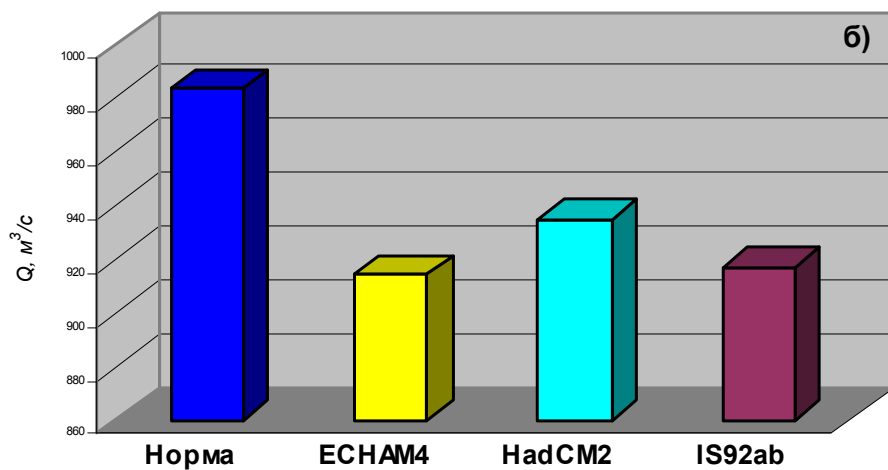
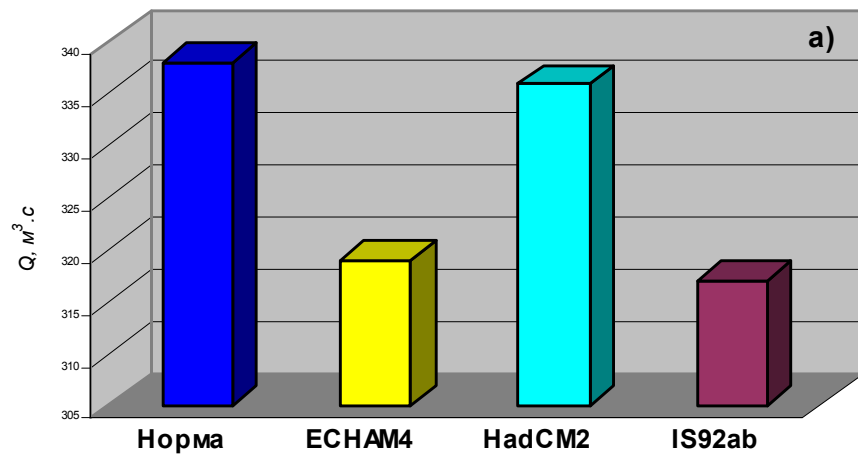
В данной работе поставлена задача построить региональные климатические сценарии на ближайшую перспективу (к 2025 году). Выходные результаты моделей *в состоянии равновесия* позволяют получить оценки изменений температуры и осадков *только на гипотетический момент удвоения концентрации CO₂ в атмосфере (2xCO₂)* и т.о. их нельзя использовать для построения сценария на ближайшую перспективу



Учитывая существующую неопределенность МОЦ и необходимость при построении региональных сценариев климата отразить возможный в будущем весь диапазон изменений, нами в качестве основы выбраны две модели:

- 1) HadCM2 (UK, Hadley Centre);**
- 2) ECHAM4 (Germany, Max Planck Institute).**

Изменение притоков
воды в Чарвакское (а) и
Нурекское (б)
водохранилища при
различных климатических
сценариях



Ожидаемое изменение водных ресурсов основных рек бассейна Аральского моря при реализации различных климатических сценариях (в % от базовой нормы)



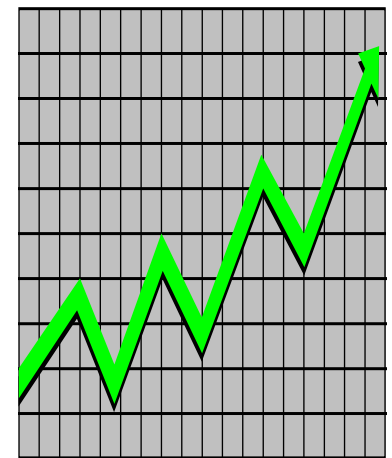
Река	Базовая норма (км ³ /год)	Климатические сценарии		
		ЕСНАМ4	HadCM2	IS92ab
Сырдарья	37,9	-2	-1	-2
Амударья	78,5	-3	-3	-4

Выводы

- На данных наблюдений последних лет показано, что на территории Узбекистана уже в настоящее время наблюдаются опасные изменения в региональной климатической системе

Выявленные изменения оказывают влияние

- на агроклиматические и биоклиматические ресурсы
- на интенсификацию происходящих в республике процессов деградации земель
- на усиление дефицита водных ресурсов



Выводы

Расчеты, выполненные по математической модели формирования стока горных рек, при реализации «переходных» сценариев изменения климата позволяют предположить, что в рассмотренном диапазоне изменения климатических параметров **на ближайшие 20-30 лет не следует ожидать существенного изменения водных ресурсов**. Однако при потеплении климата произойдет снижение средних за вегетационный период расходов воды. Возможные изменения стока этого периода будут лежать в пределах естественной изменчивости: от +3 до -2...7%.



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- **Первое Национальное Сообщение Республики Узбекистан Рамочной Конвенции ООН об изменении климата / Подготовлено в рамках проекта "Узбекистан - изучение страны по изменению климата". - 1999. - 123 с.**
- **Чуб в.е., Никулина С.П., Спекторман Т.Ю., Субботина О.И., Чанышева С.Г. Разработка региональных климатических сценариев // Бюллетень №1. Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. – Ташкент, 1999.**
- **Спекторман Т.Ю., Никулина С.П. Сценарии возможных изменений климата Узбекистана и прилегающей горной территории на основе выходных результатов моделей общей циркуляции // Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень № 1. – Ташкент: САНИГМИ, 1999.**
- **Спекторман Т.Ю. Методика построения сценария изменения климата по территории Узбекистана с использованием концепции “идеального прогноза” // Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень № 5. – Ташкент: САНИГМИ, 2002.**
- **Using a climate scenario generator for vulnerability and adaptation assessments: MAGICC and SCENGEN. Version 2.4, Workbook, Climatic Research Unit, Norwich, UK, May 2000. - 52 pp.**

- **Агальцева Н.А., Боровикова Л.Н. Оценка уязвимости стока рек бассейна Аральского моря от возможных воздействий изменения климата. //Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Бюллетень №3, Ташкент, САНИГМИ, 1999. – С. 36-45.**
- **Agaltseva N.A., Pak A.V. Evaluation and forecasting of the water availability on the rivers of Central Asia with the account of possible climate change, Espoo, Finland. 1998. Proceedings of the Second International Conference, volume 2. P. 940-946.**
- **Агальцева Н.А., Боровикова Л.Н. Комплексный подход к оценке уязвимости водных ресурсов в условиях изменения климата / Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по РКИК/ООН. Бюллетень N 5. – Ташкент: САНИГМИ, 2002.**
- **Перцигер Ф.И. Водные ресурсы ледникового бассейна: реакция на изменение климата // //Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Бюллетень №3, Ташкент, САНИГМИ. – 1999. – С. 31-36.**
- **Чуб В.Е. зменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан, Ташкент 2000. – 251 с.**
- **Чуб В.Е., Ососкова Т.А. Изменение климата и поверхностные водные ресурсы бассейна Аральского моря, //Информация об исполнении Узбекистаном своих обязательств по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Бюллетень №3, Ташкент, САНИГМИ, 1999. – С. 5-15.**
- **Глазырин Г.Е., Щетинников А.С. Состояние оледенения Гиссаро-Алая в последние десятилетия и возможная его динамика в связи с будущими изменениями климата, - МГИ, вып.90, 2001, с.126-129.**