

**UNESCO IHE
Institute for Water Education**

Delft, The Netherlands

**Scientific-Information Centre
Interstate Commission for Water
Coordination of Central Asia
SIC ICWC
Tashkent, Uzbekistan**

**СОВМЕСТНАЯ ПРОГРАММА
для наращивания потенциала интегрированного планирования и управления
водными ресурсами Центральной Азии**

**БЛОК № 4.
РЕГИОНАЛЬНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕКАХ**

**Модуль 4.3
Методы и инструменты построения и оценки сценариев развития водного
и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря**

А.Сорокин, НИЦ МКВК

Ташкент, 7-16 июня 2010 г.

Темы модуля 4.3

Методы и инструменты построения и оценки сценариев развития водного и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря

4.3.1 Анализ национальных сценариев развития водного и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря, возможных подходов к их увязки на основе долгосрочного регионального сотрудничества (А.Сорокин)

4.3.2 Опыт создания и использования моделей развития водного и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря (В.Тюгай, А.Кац)

Цель: Подготовка тренеров по системному анализу и **оценке сценариев** развития водного и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря

Задачи:

- На примере бассейна Аральского моря **раскрыть** перспективы регионального сотрудничества, подходы и **принципы построения и оценки сценариев развития водного и энергетического секторов** стран бассейна Аральского моря **в увязке с национальными стратегиями (сценариями) социально-экономического развития** стран и **возможного изменения климата,**
- **Ознакомить с инструментами** (интегрированными моделями, информационно-программными комплексами) анализа сценариев развития, стратегического планирования управления водными и энергетическими ресурсами - их **возможности, развитие.**

Темы модуля 4.3

Методы и инструменты построения и оценки сценариев развития водного и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря

ВОПРОСЫ

- Существует ли у Вас определенное **видение** будущего Аральского бассейна? Какое оно (кратко)?
- Знакомы ли Вы с **национальными сценариями** развития водного сектора и стратегиями управления водными и энергетическими ресурсами?
- Знакомы ли Вы с **глобальными вызовами и дестабилизирующими факторами**, влияющими на устойчивость развития стран ЦА?
- На что по Вашему мнению необходимо **особо обратить внимание** при построении альтернативных сценариев развития водного и энергетического секторов - продовольственная и экологическая безопасность стран, **региональный эффект, риски и ущербы** стран? Влияние **климата** и адаптационные мероприятия (водный, энергетический сектор, водные экосистемы)?
- Допускаете ли Вы, что **региональное экономическое сотрудничество** стран ЦА может стать важным **механизмом для совершенствования национальных стратегий и сценариев**? Обоснуйте.

Темы модуля 4.3

Методы и инструменты построения и оценки сценариев развития водного и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря

Рекомендуемая литература

- Сборники научных трудов НИЦ МКВК (Духовный В.А., Тучин А.И., Авакян И.С., Сорокин А.Г)
- Сборники докладов из курса лекций Тренингового центра МКВК (Тучин А.И., Сорокин А.Г.).
- Доклады из курса лекций Тренингового центра МКВК (Тучин А.И., Сорокин А.Г, Сорокин Д.А).
- **Норматов И.Ш., Петров Г.Н.** (Таджикистан) Экономические вопросы развития гидроэнергетики Таджикистана. Душанбе, 2007.
- **Авакян И.С., Рузиев М.Т., Приходько В.Г.** Социально-экономическая модель как система поддержки принятия решений / Сборник научных трудов НИЦ МКВК. Избранное. Ташкент, 2002.
- **Приходько В.Г., Эйнгорн Ф.Я.** Проведение оценок перспективного развития водного хозяйства стран ЦА на основе модели бассейна Аральского моря / Научные труды НИЦ МКВК, Выпуск 8, Ташкент, 2004.
- **Духовный В.А.** МКВК. Достижения и вызовы будущего: водное сотрудничество на пути к устойчивому развитию. Ташкент, 2007.
- **Кошматов Б.Т** (Кыргызская Республика) Водное хозяйство Кыргызской республики: управление, состояние и перспективы / Научно-практическая конференция “Водные ресурсы ЦА” посвященная 10-летию МКВК, Сборник докладов на пленарном заседании. Алматы, 2002
- **Рамазанов А.М.** (Казахстан). Водные ресурсы Казахстана: проблемы и перспективы использования / Научно-практическая конференция “Водные ресурсы ЦА” посвященная 10-летию МКВК, Сборник докладов на пленарном заседании. Алматы, 2002
- www.cawater-info.net – проект RIVERTWIN
- Презентации по темам модуля 4.3 (**В.Тюгай, А.Сорокин, А.Кац**)

Ташкент, 7-16 июня 2010 г.

Раскрытие тем модуля 4.3

Методы и инструменты построения и оценки сценариев развития водного и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря

Тема 4.3.1 Анализ национальных сценариев развития водного и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря, возможных подходов к их увязки на основе долгосрочного регионального сотрудничества

Разработка национальных и региональной стратегий развития стран ЦА требует **детальных расчетов и оценок, основанных на единых подходах и методиках, которые не противоречат друг другу, а реагируют на региональные вызовы и дестабилизирующие факторы.**

Реализация эффективных подходов и методик оценки вариантов ИУВР и связанных с ними альтернативных сценариев развития в виде интегрированной модели развития – одна из важных и первоочередных задач экономического сотрудничества стран ЦА.

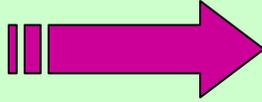
Региональные решения должны представлять собой **координацию, стимулирование и поддержку национальных.**

В тоже время решения на национальном уровне должны **проверяться на региональных ограничениях с помощью таких инструментов, которые в состоянии соизмерять национальные оценки и индикаторы**, не допуская взаимоисключающих управлений.

Только в этом случае можно ожидать, что результаты на национальном уровне можно будет собрать в единое целое на региональном уровне.

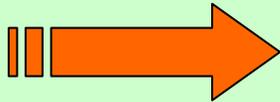
Ташкент, 7-16 июня 2010 г.

Подцели



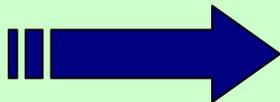
- **Экономическое развитие**
- **Рациональное использование воды**
- **Обеспечение продуктами питания**
- **Экологический баланс**

Допущения



Принятые значения переменных за базовый год

Сценарии



- **Темп роста населения**
- **Темп роста GNP**
- **Изменение климата**

Мероприятия



Оценка

Что нас ждет впереди ?

Дестабилизирующие факторы внешние (по В.А.Духовному)

- рост населения;
- рост населения городов;
- изменение состава культур;
- увеличение экологического сознания;
- изменение климата;
- продолжающееся снижение мировых цен на сельхозпродукты;
- рост использования гидропотенциала;
- возможное увеличение роста водозабора Афганистаном.

Внутренние вызовы (по В.А.Духовному)

- снижение внимания к воде, как к крайне дефицитному ресурсу на уровне государственного управления;
- снижение точности учета воды, в результате чего потери стока в руслах рек выросли почти в 2 раза!!!
- старение водной инфраструктуры во всех звеньях водной иерархии, увеличивающее непродуктивные потери и снижающее управляемость;
- низкий уровень вложений в реконструкцию и модернизацию;
- увеличение количества водопользователей;
- недостаточное финансирование эксплуатационных служб и отсюда потеря кадров.

Как усилить стабильность и устойчивость обеспечения водой и энергией ?

- Создание региональной водно-энергетической стратегии
- Совершенствование организационной структуры регионального управления,
- Усиление юридической и финансовой основы регионального сотрудничества
- Совершенствование механизмов планирования и оперативного управления

Для разработки региональной водно-энергетической стратегия региона необходимо уточнить и согласовать

- Уровни водосбережения, продуктивности воды и водопотребления;
- Гидро-энергетические требования стран;
- Экологические требования к стоку рек;
- Необходимые объемы для многолетнего регулирования стока (создание многолетних запасов воды в водохранилищах);
- Сценарии совместного регулирования стока каскадами водохранилищ и ГЭС

Оценка будущей ситуации в бассейне должна осуществляться по сценариям, оценивающим **эффекты** и **риски** от роста водопотребления, климатических изменений, потерь регулирующих емкостей водохранилищ за счет заилнения, ввода в эксплуатацию новых ГЭС и водохранилищ межгосударственного значения и др.

- **Пессимистичный сценарий** - основан на сохранении существующих тенденций в водохозяйственном и энергетическом развитии государств, и существующих межгосударственных соглашений, включая положения и факторы, усиливающие риски развития,
- **Оптимистичный сценарий** - предполагает улучшение показателей водохозяйственного и энергетического развития государств, совершенствование межгосударственных соглашений.

The population growth rate tends to decrease and *for 2020* it will make **0.98 %/year**

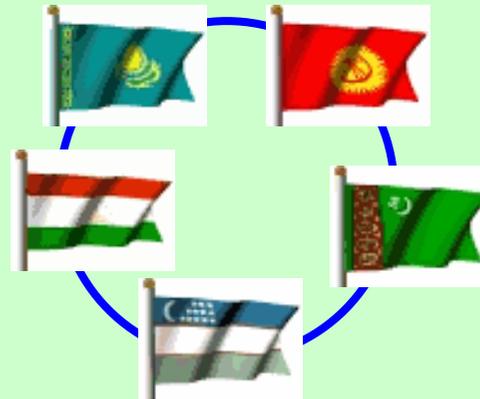


Rate of increase in Gross Domestic Product:

8-10% 2010-2015

~6% 2015-2020

Large-scale regional integration



Unit water consumption – **9,4 thousand m³/ha**



Unit water consumption in KhBC – **0,08 thousand m³/man/year (220 l/daily)**

Optimistic scenario

Ташкент, 7-16 июня 2010 г.

The population growth rate tends to decrease and *for 2020* it will make *1.9 %/year*



Rate of increase in Gross Domestic Product:

6-5% 2010-2015

~5% 2015-2020

Small-scale regional integration



Unit water consumption –12 thousand m³/ha



Unit water consumption in KhBC – 0,1 thousand m³/man/year (280 l/daily)



Pessimistic Scenario

Основные показатели развития водных и земельных ресурсов в бассейне Аральского моря

Показатель	Ед.	1960	1980	1990	2000	Прогноз (2020)	
						Оптимистич	Пессимист
Население	млн	14,4	26,8	33,6	41,5	54,0	70,0
Орошаемая площадь	Тыс. га	4510	6920	7600	7890	9330	9300
Орош. площадь на чел	га/чел	0,32	0,26	0,23	0,19	0,17	0,12
Общий водозабор	км ³ /год	60,61	120,69	116,27	103,8	104,5	117,0
Вкл. на орошение	км ³ /год	56,15	106,79	106,4	93,6	86,8	96,7
Удельный водозабор на 1 га	м ³ /га	12450	15430	14000	11860	9300	10400
Удельный водозабор на чел.	м ³ /чел	4270	4500	3460	2501	1935	1670
ВВП	млрд.\$	16,1	48,1	74,0	54,0	109	77,0

Раскрытие тем модуля 4.3

Методы и инструменты построения и оценки сценариев развития водного и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря

Тема 4.3.2 Опыт создания и использования моделей развития водного и энергетического секторов стран бассейна Аральского моря

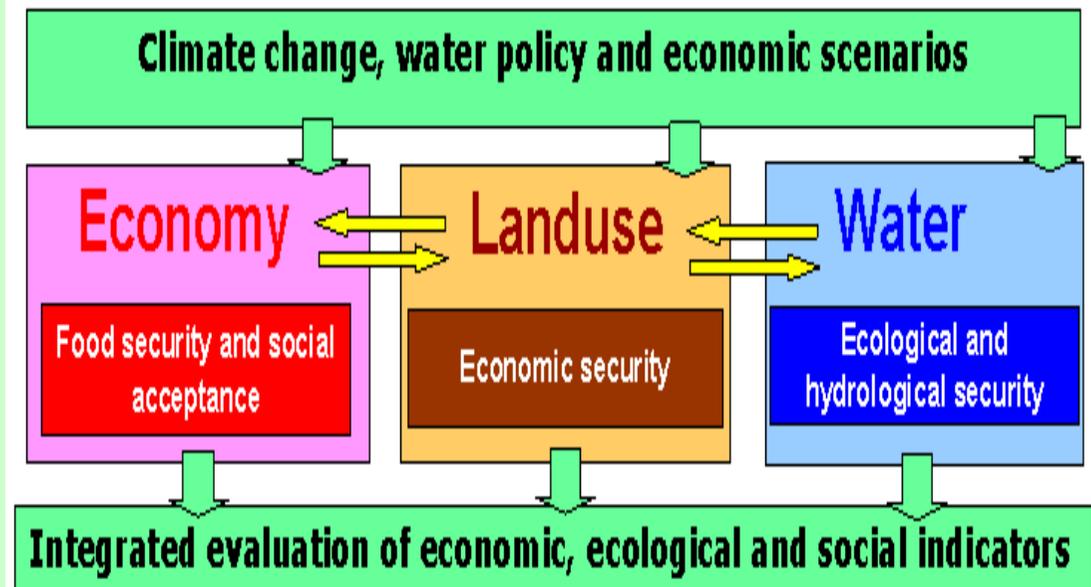
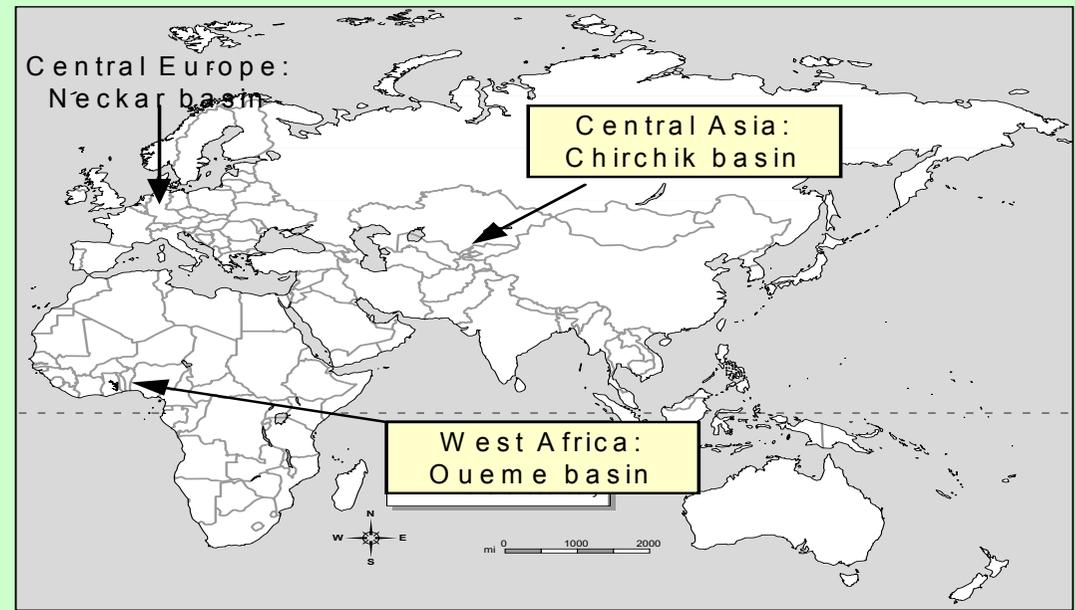
Модель развития ВХК бассейна – интегрированная модель, включающая блоки (модули):

- **Формирования стока,**
- **ВХР (зон планирования)** – оценка требований на воду по секторам (с/х, экология, промышленность, коммунально-бытовой сектор), водохозяйственные балансы и водные балансы орошаемых территорий, учет местных ресурсов (поверхностные, подземные воды) и подачи воды из трансграничной сети, расчет возвратного стока, расчет водообеспеченности ВХР, потерь продукции и др.,
- **Водных экосистем,**
- **Регулирования стока** водохранилищными гидроузлами и **распределения стока** между ВХР и водными экосистемами (в увязке с предыдущими блоками),
- **Социально-экономический** – оценка по странам бассейна альтернативных сценариев развития по направлениям (с/х, экология, водное хозяйство) и оценка бассейна в целом по ряду индикаторов (ВВП и др.)
- + **БД** – ретроспективная информация, исходные и расчетные данные по сценариям,
- + **Управляющая программа** – координация и трансформация потоков данных
- + **Веб-интерфейс** пользователей

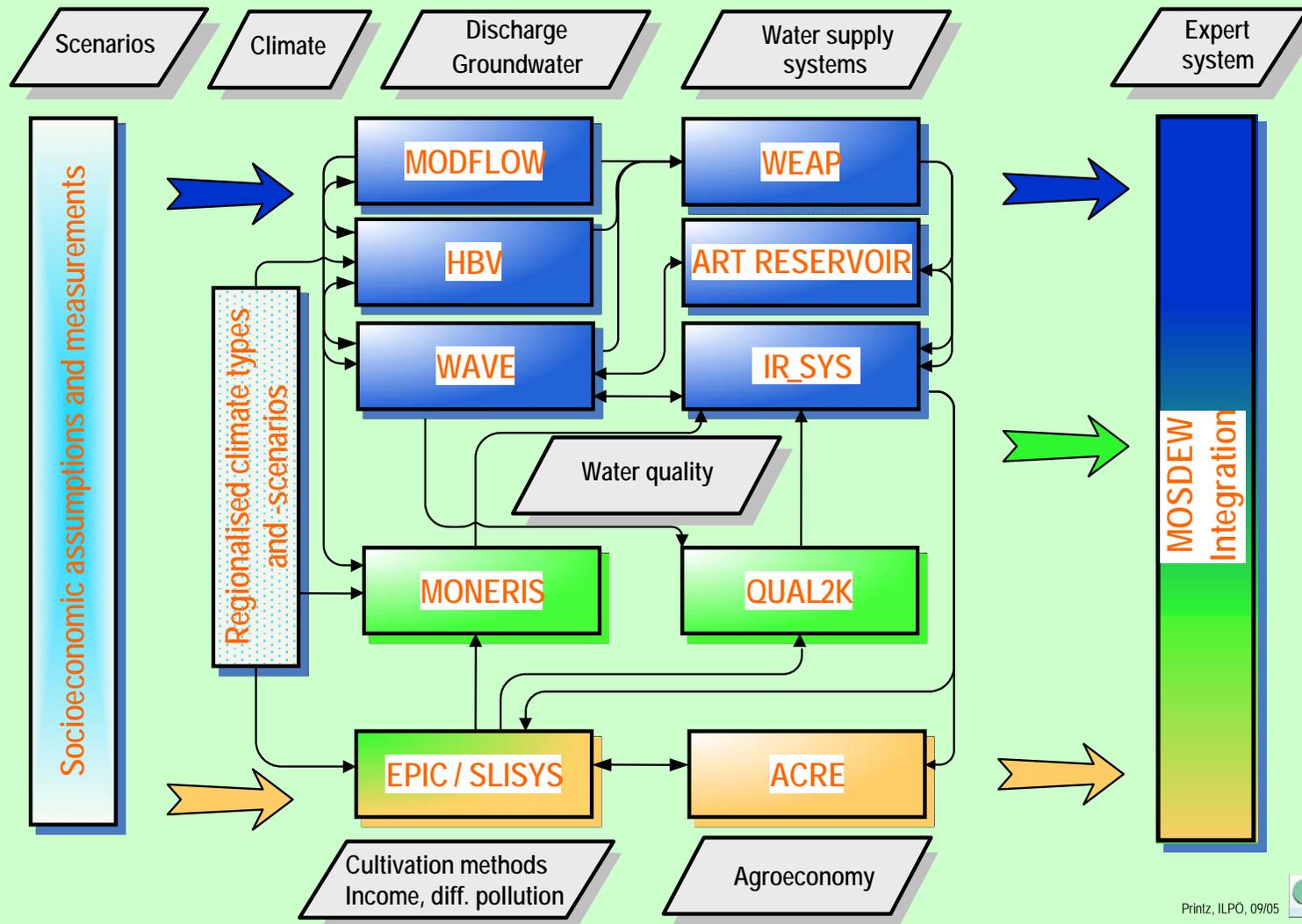
Ташкент, 7-16 июня 2010 г.

Chirchik-Ahangaran basin is an object of management, natural-anthropogenic system, consists of following sub-systems:

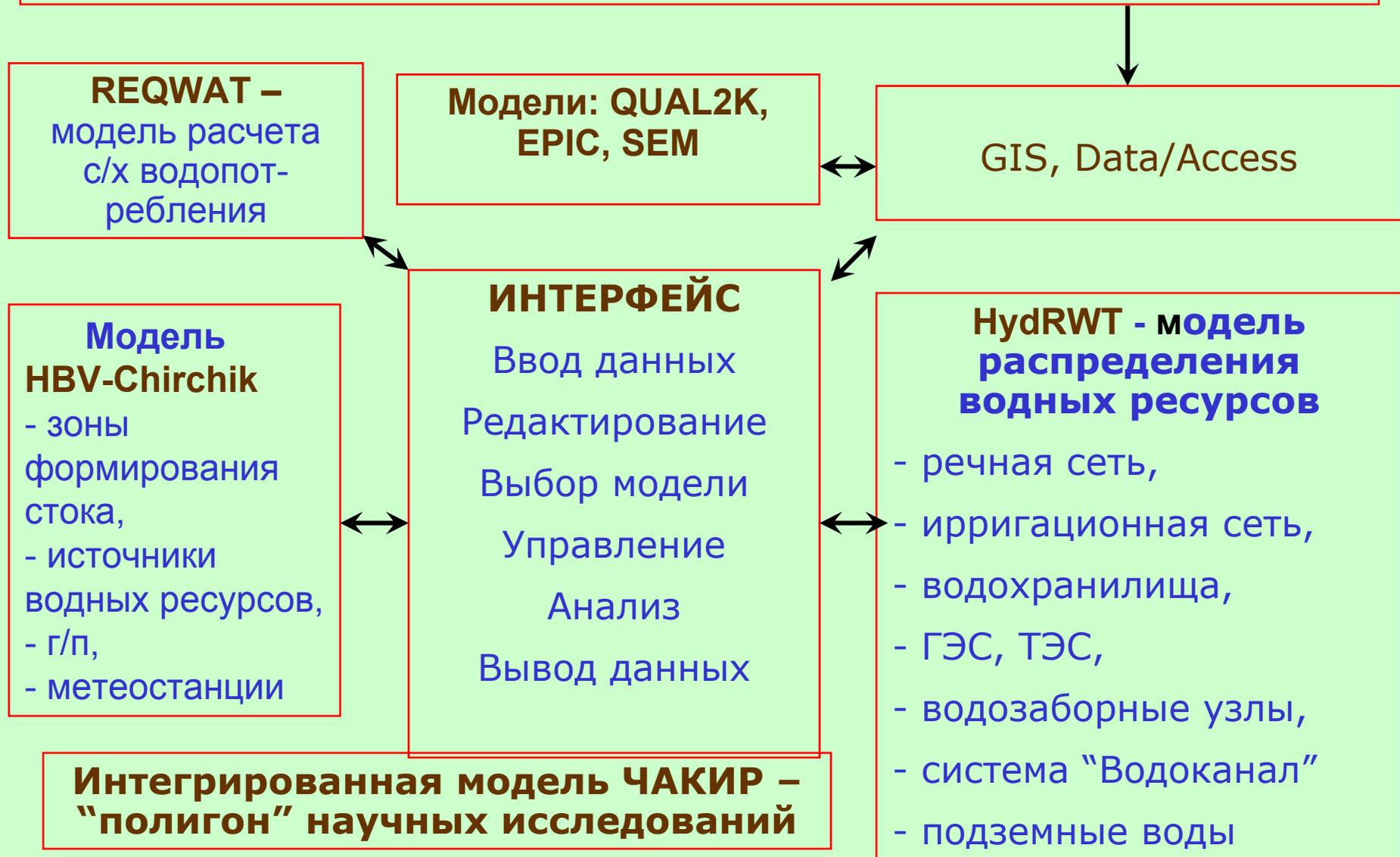
- Water resources formation
- Water resources distribution
- Water resources use
- Water resources protection



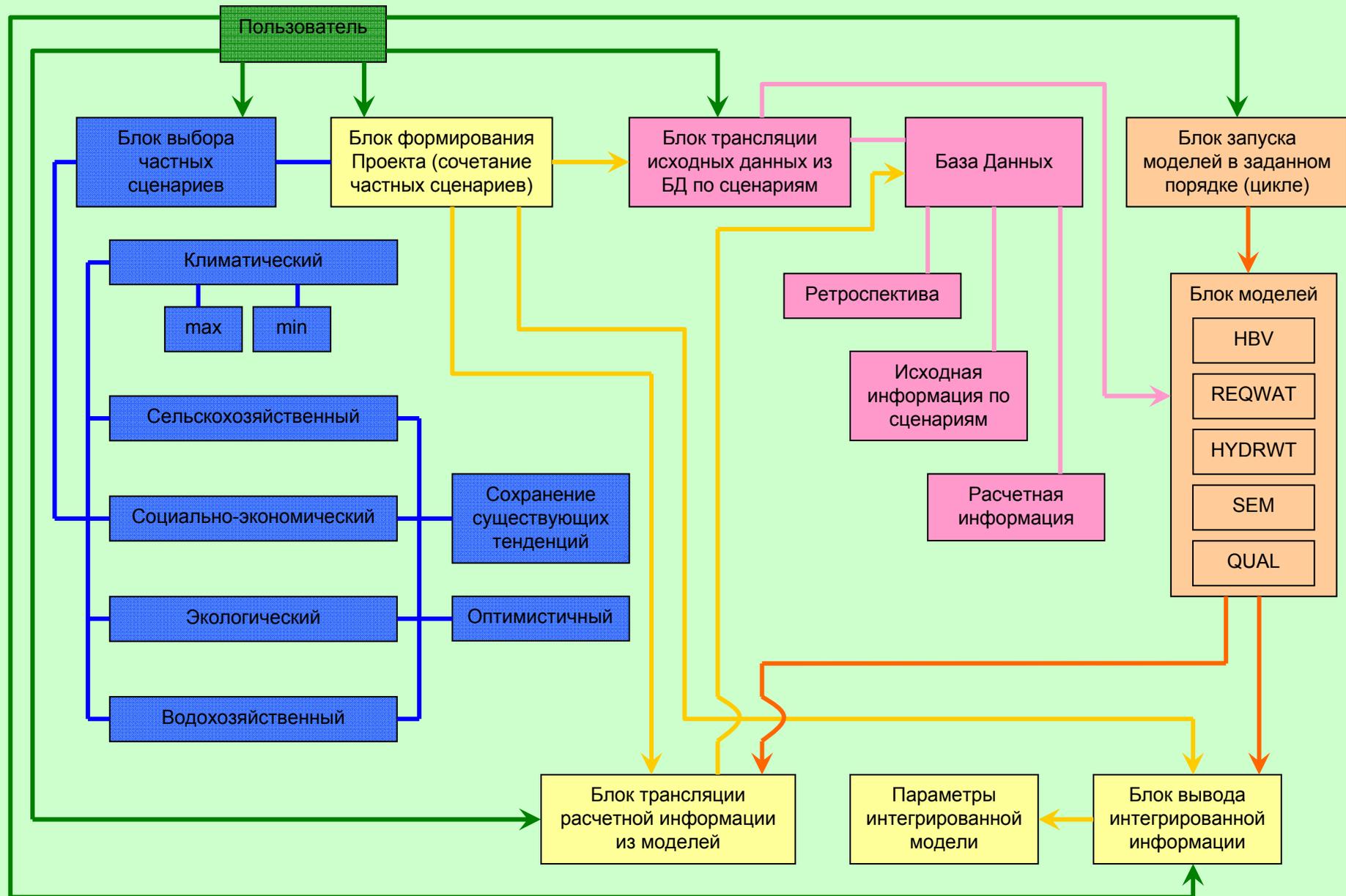
INTEGRATED COUPLING SCHEME CHIRCHIK RIVER BASIN



Альтернативные сценарии: климат, соц-экон, С/Х, эколог, водох.

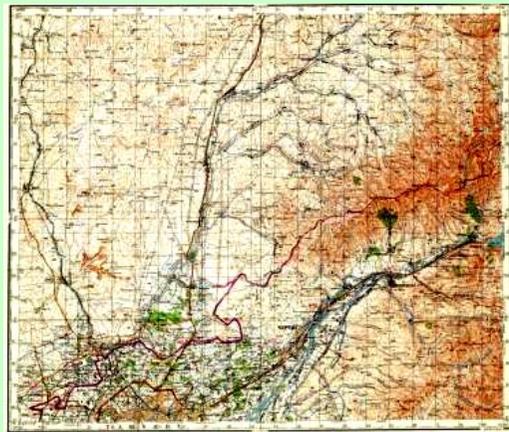
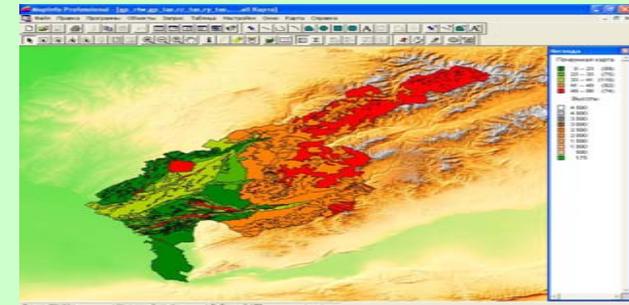
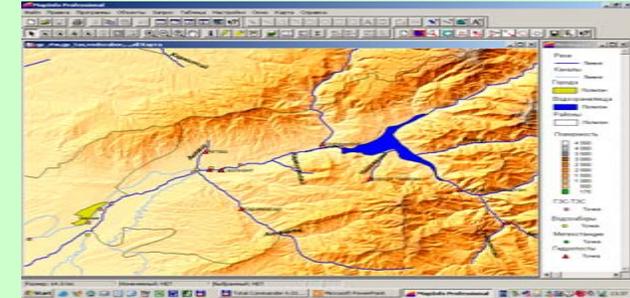
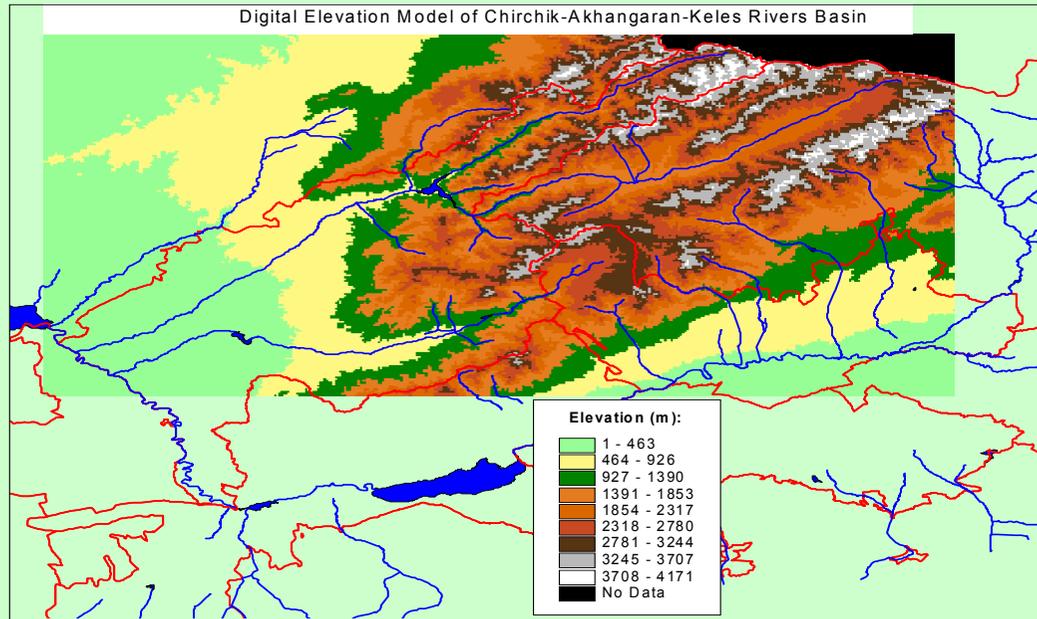


РЕГИОНАЛЬНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕКАХ - А.СОРОКИН, НИЦ МКВК



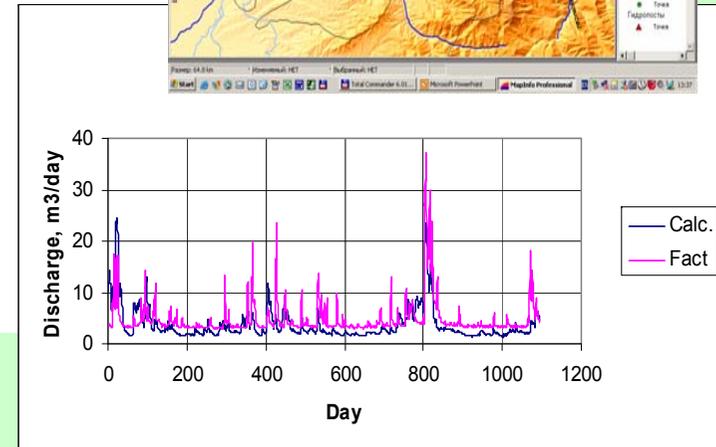
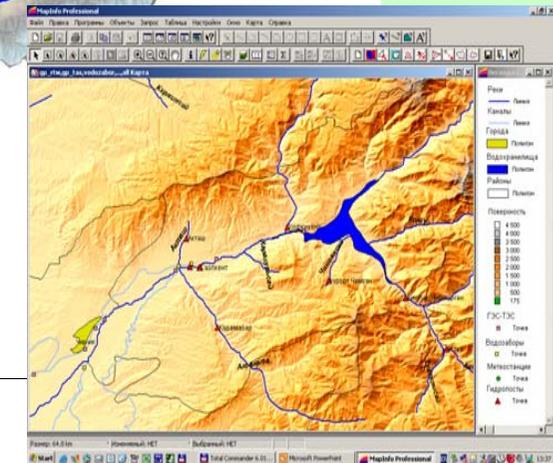
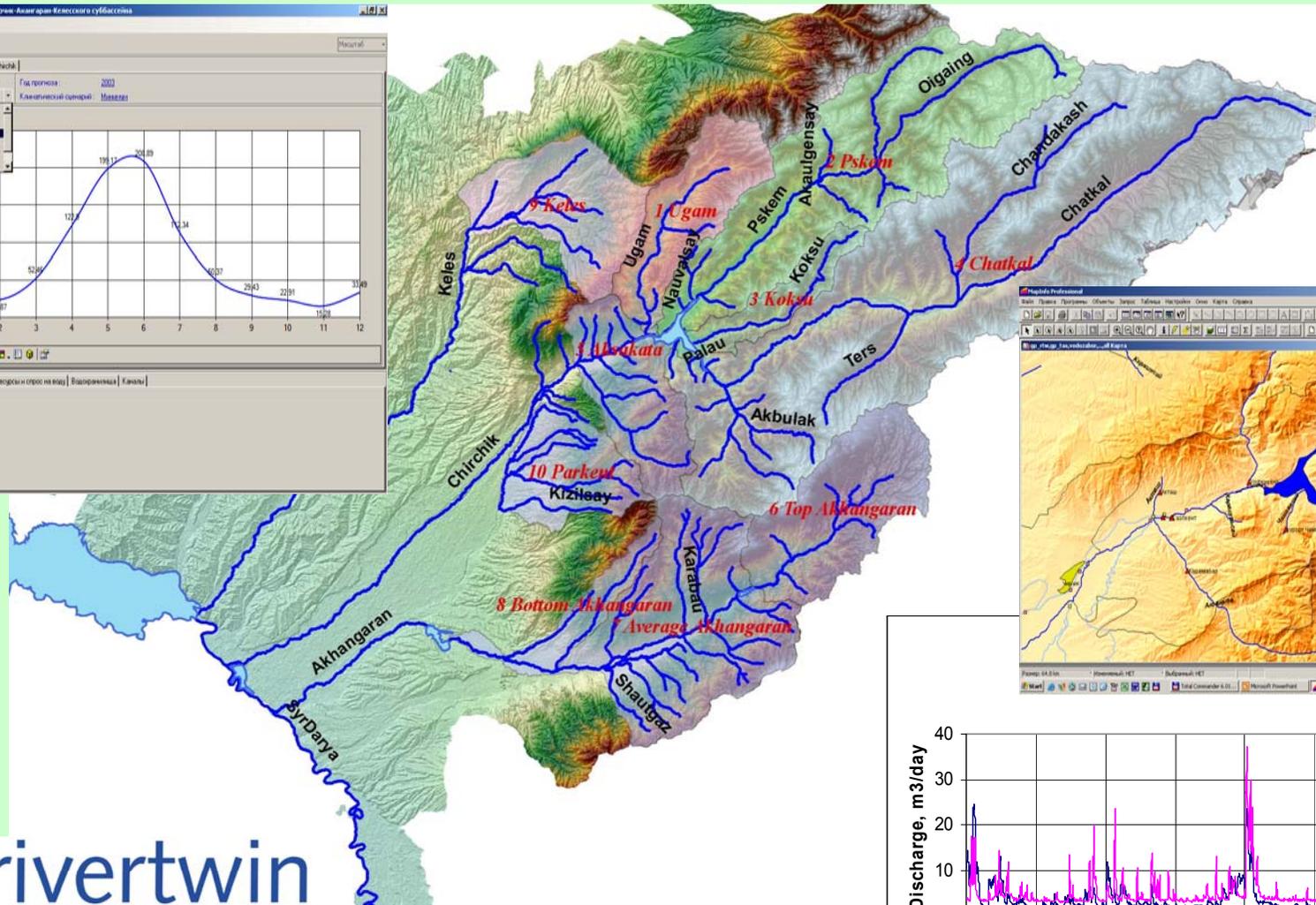
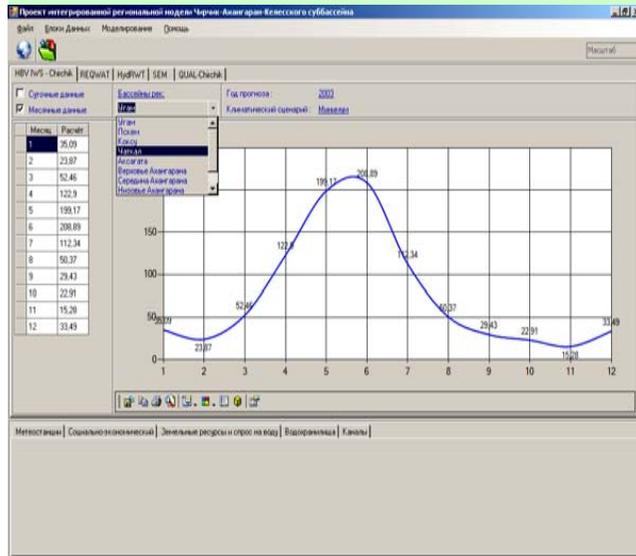
Ташкент, 7-16 июня 2010 г.

Maps of Chirchic-Ahangaran river basin



Creation of GIS information layers
over types of selected objects (3D),
linking map with database (ACCESS)

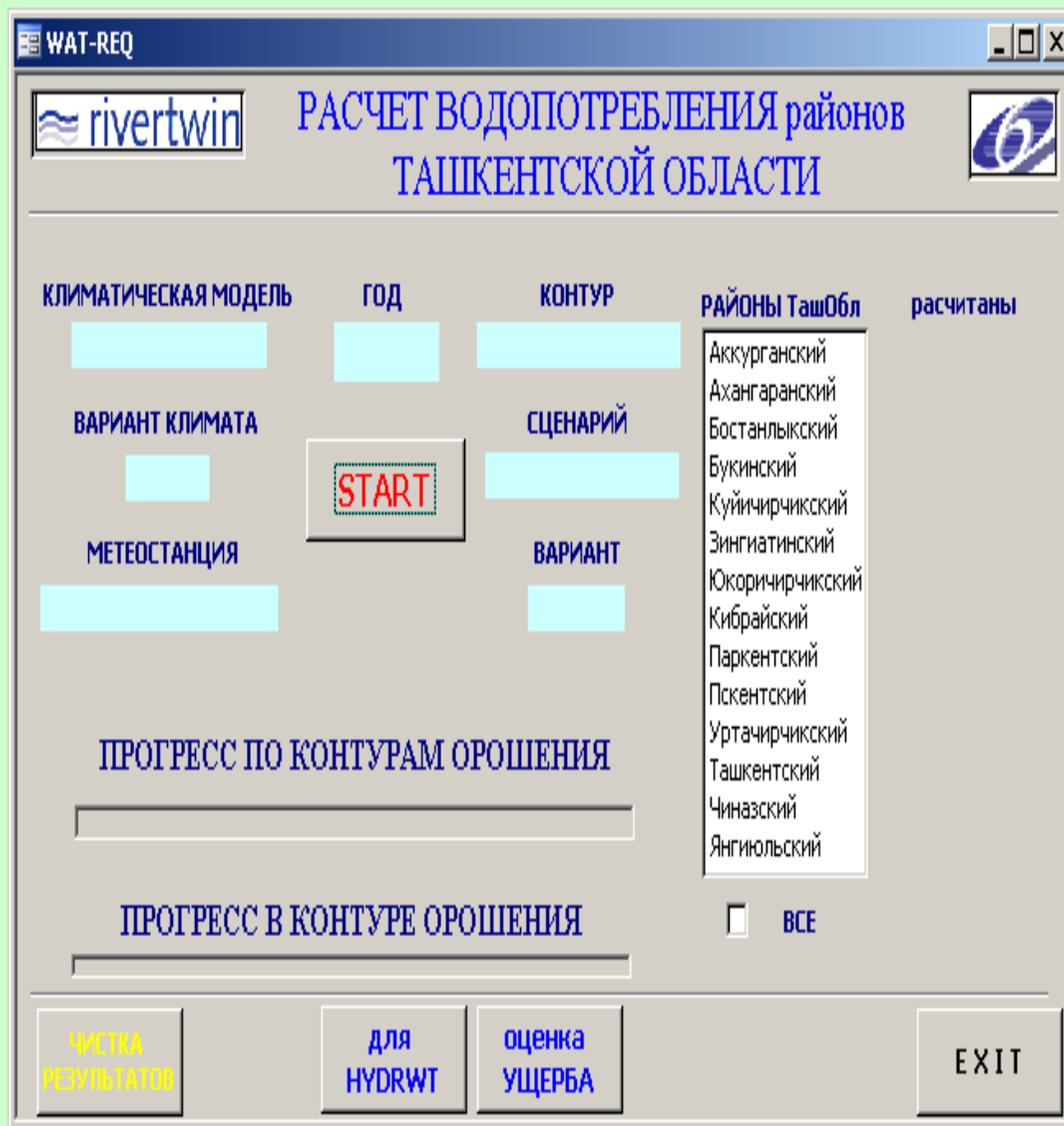
Зона формирования стока. Расчет стока рек.



 rivertwin

Модель HBV-Chirchik (Тюгай В)

Ташкент, 7-16 июня 2010 г.



REQWAT – модель
расчета с/х
водопотребления:

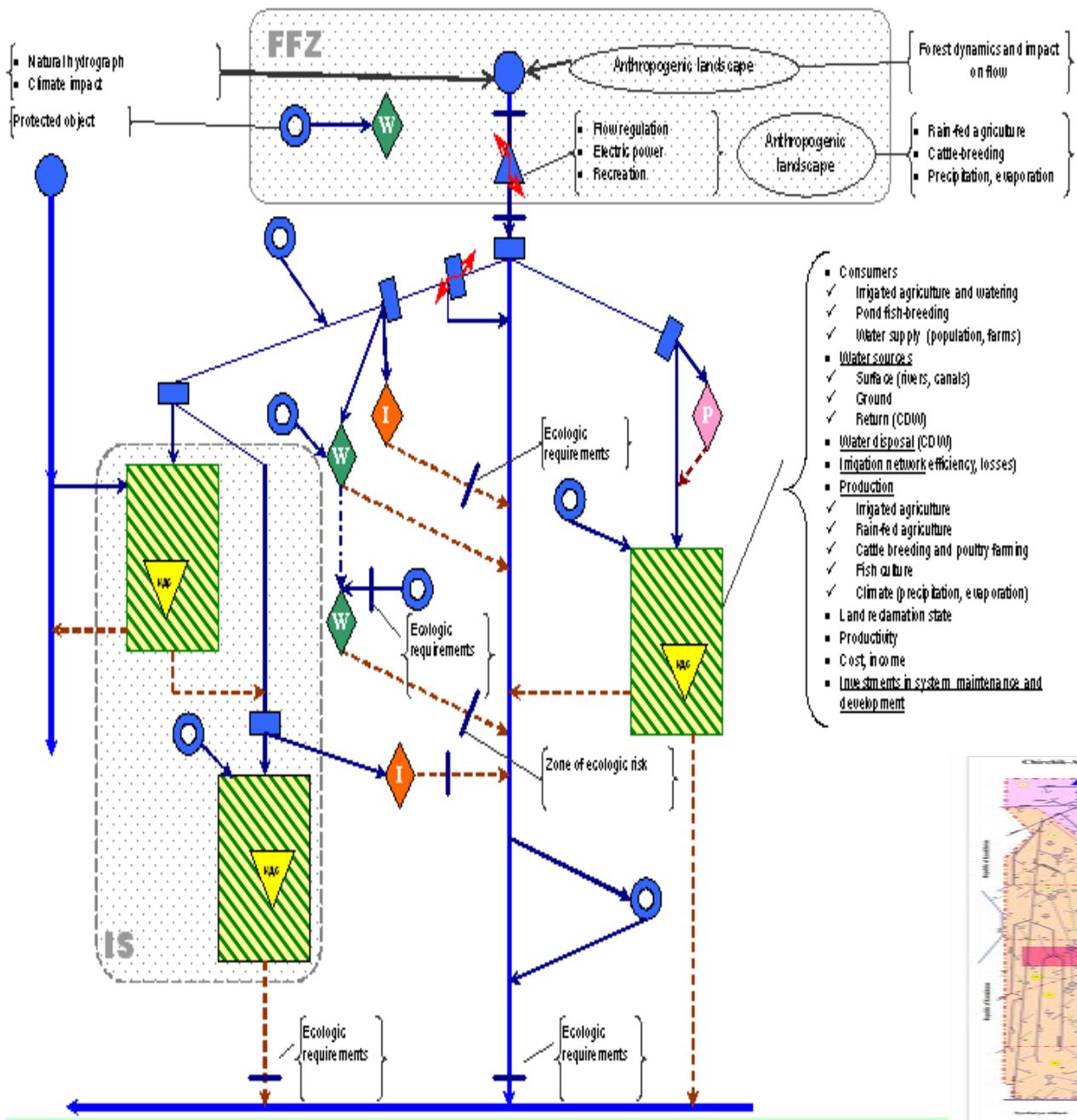
- **Расчет потерь с/х
продукции**

- **Увязана с БД и
моделью**

HydRWT

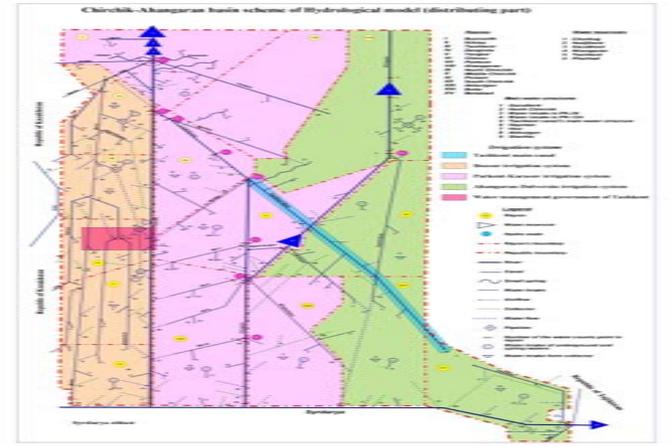


Modeling objects' coordination (NAS principal scheme)

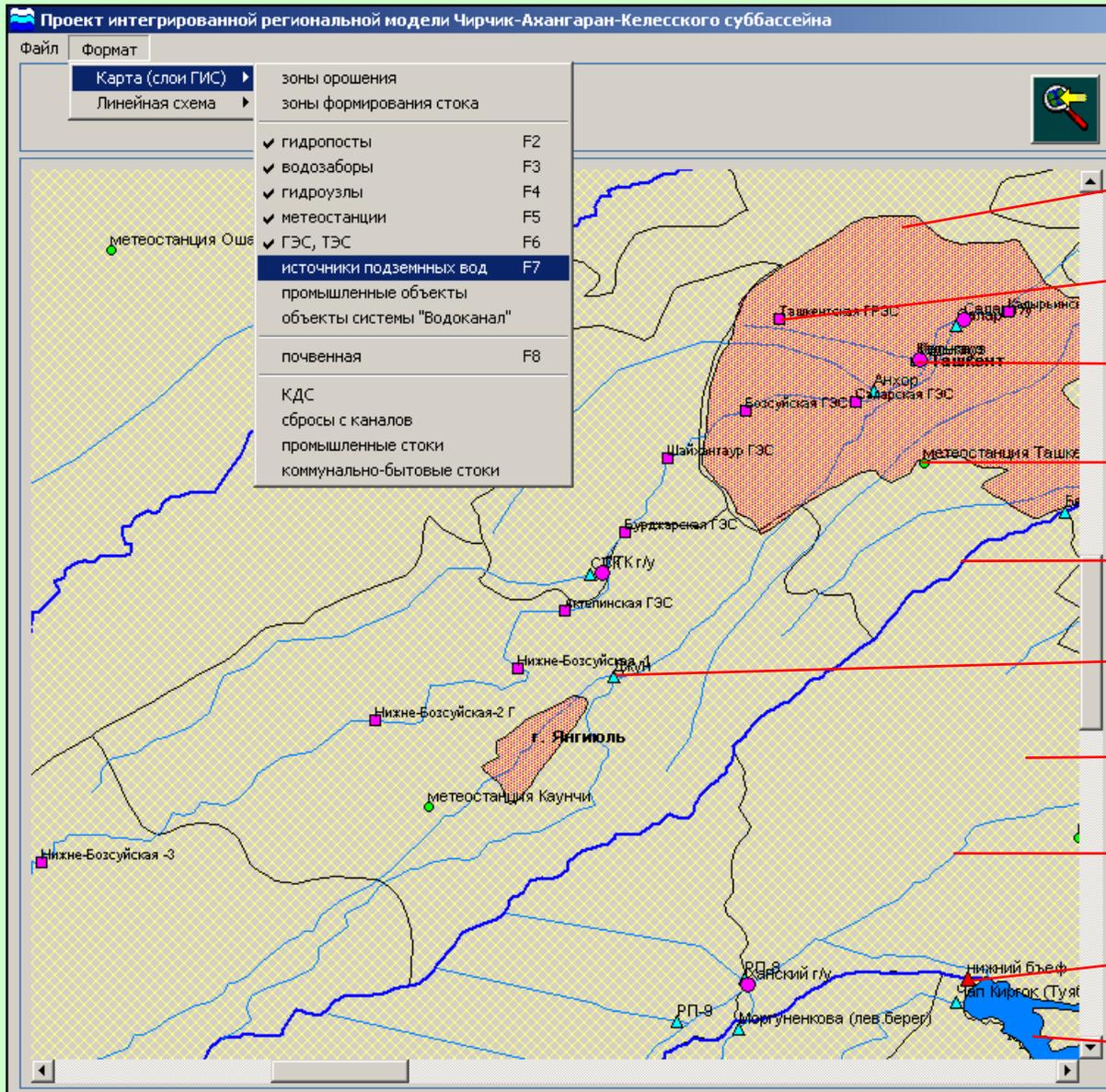


- Consumers
 - ✓ Irrigated agriculture and watering
 - ✓ Pond fish-breeding
 - ✓ Water supply (population, farms)
- Water sources
 - ✓ Surface (rivers, canals)
 - ✓ Ground
 - ✓ Return (CDW)
- Water disposal (CDW)
- Irrigation network efficiency, losses
- Production
 - ✓ Irrigated agriculture
 - ✓ Rain-fed agriculture
 - ✓ Cattle breeding and poultry farming
 - ✓ Fish culture
 - ✓ Climate (precipitation, evaporation)
- Land reclamation state
- Productivity
- Cost, income
- Investments in system maintenance and development

- **water formation zones**
- **ground water deposits**
- **rivers**
- **reservoirs**
- **irrigation systems**
- **water works**
- **power station**
- **cities**
- **wastes**



GIS layers in the interface window



TOWNS

HPP, TPP

STRUCTURES

METEOSTATIONS

RIVERS

INTAKES

DISTRICTS

CANALS,
COLLECTORS

HYDROPOSTS

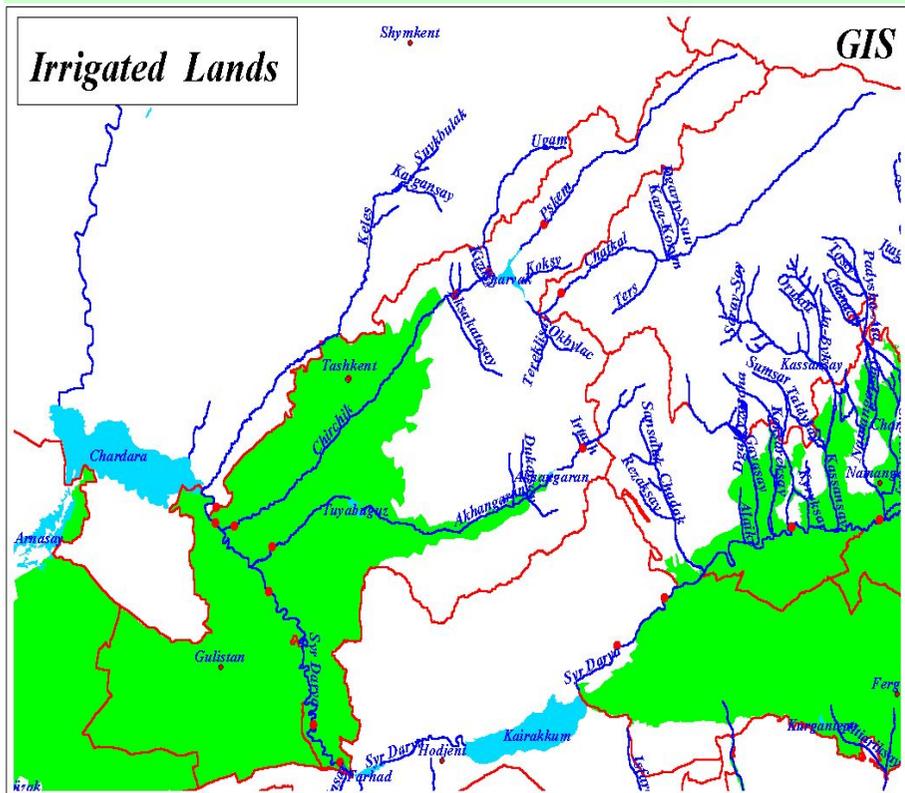
RESERVOIRS



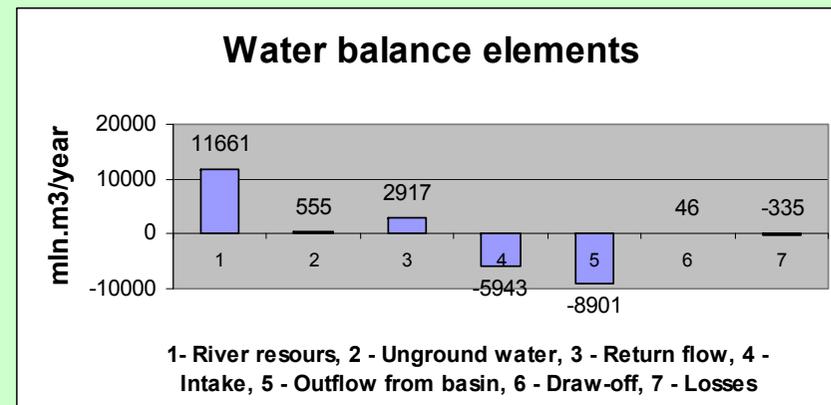
Flow distribution zone

Main task is calculation and assessment of alternative strategies and scenarios of water resources management

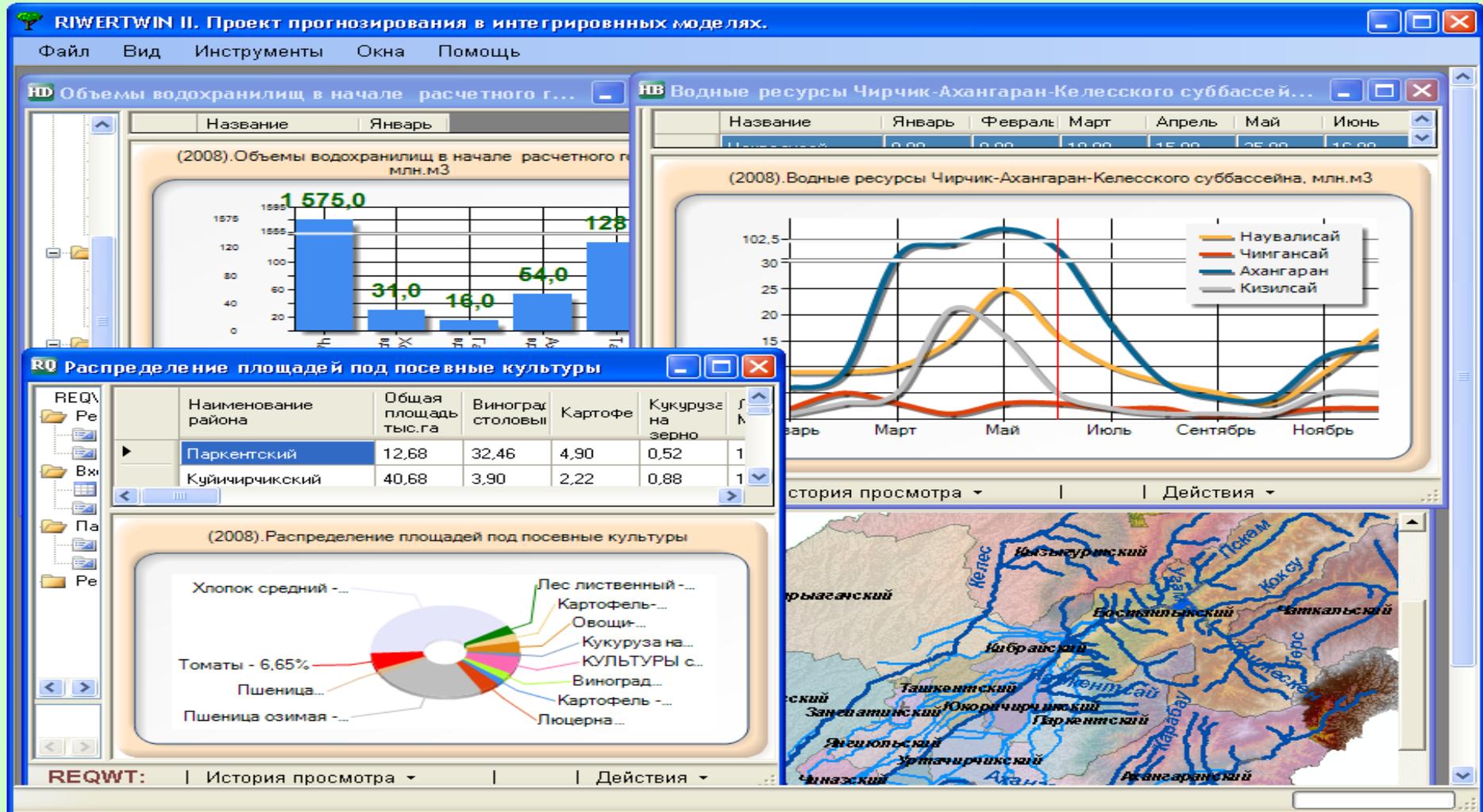
- Model of flow distribution (HydRWT)
- Agricultural water use module (Reqwat)



Assessment and prediction of water availability for consumers (municipal, industry, power, irrigation)



Три модели в одном



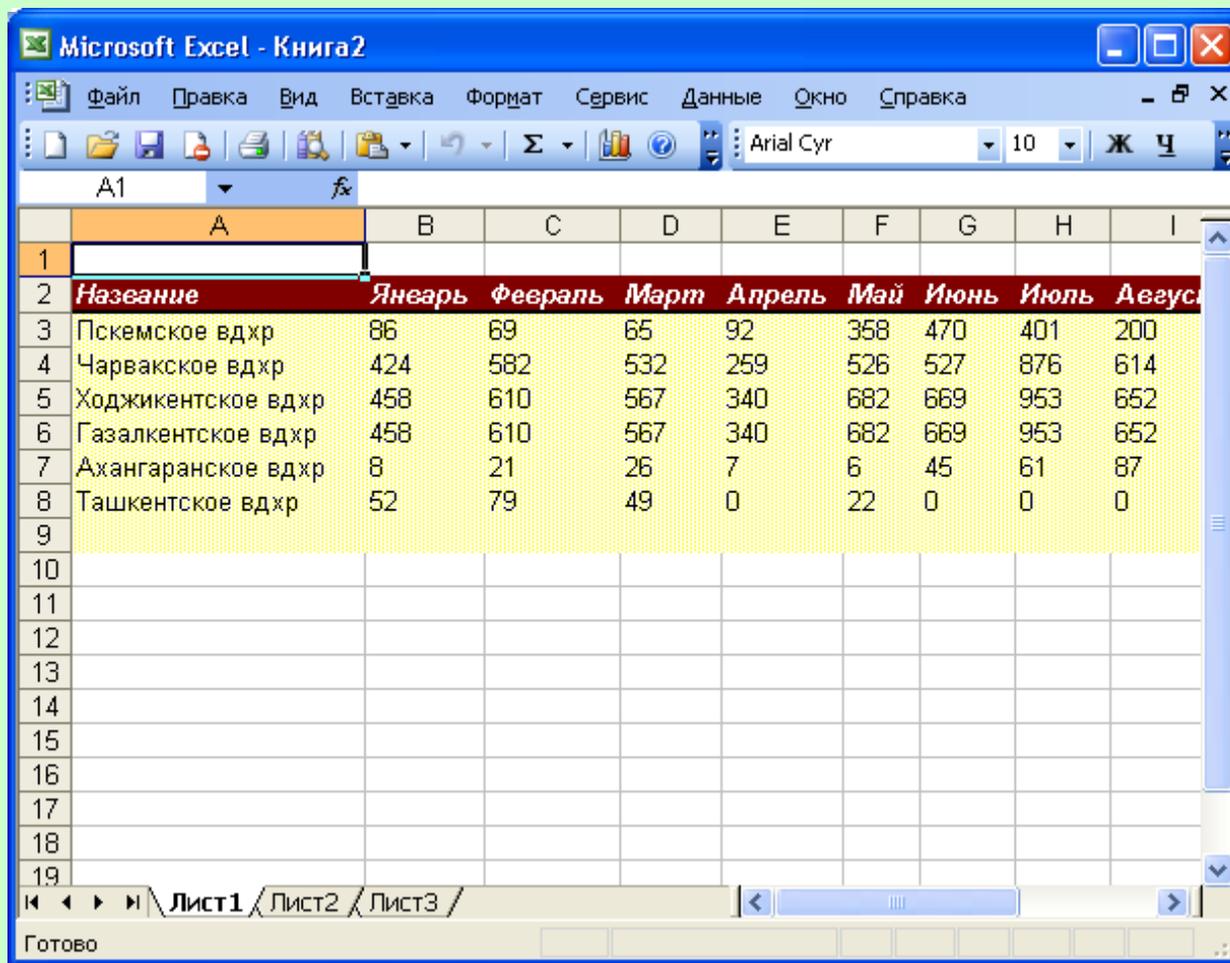
Input of climatic data



- Choosing from DB
- Change

Simulating various weather conditions for both an individual area and the whole region.

Links with Microsoft Office applications



The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - Книга2". The window displays a spreadsheet with a table of data. The table has 10 columns and 19 rows. The first row is empty. The second row is a header row with the following text: "Название", "Январь", "Февраль", "Март", "Апрель", "Май", "Июнь", "Июль", "Август". The following rows contain numerical data for different regions: "Пскемское вдхр", "Чарвакское вдхр", "Ходжикентское вдхр", "Газалкентское вдхр", "Ахангаранское вдхр", and "Ташкентское вдхр". The data is as follows:

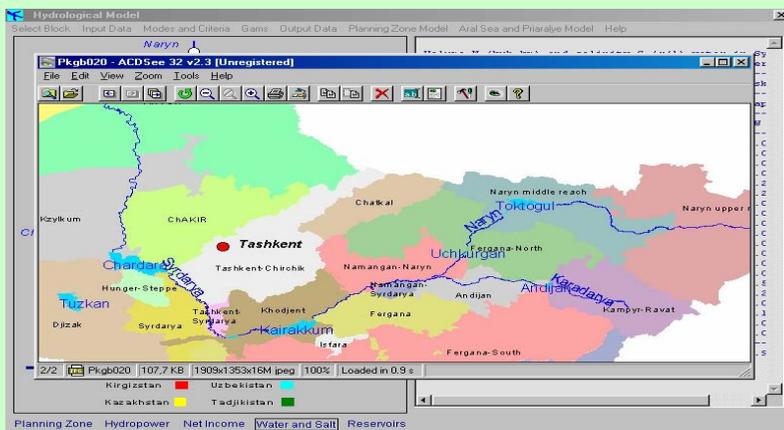
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	<i>Название</i>	<i>Январь</i>	<i>Февраль</i>	<i>Март</i>	<i>Апрель</i>	<i>Май</i>	<i>Июнь</i>	<i>Июль</i>	<i>Август</i>
3	Пскемское вдхр	86	69	65	92	358	470	401	200
4	Чарвакское вдхр	424	582	532	259	526	527	876	614
5	Ходжикентское вдхр	458	610	567	340	682	669	953	652
6	Газалкентское вдхр	458	610	567	340	682	669	953	652
7	Ахангаранское вдхр	8	21	26	7	6	45	61	87
8	Ташкентское вдхр	52	79	49	0	22	0	0	0
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									

Data can be exported to

- Excel
- WORD

5. THE ARAL SEA BASIN MANAGEMENT MODEL (ASB-mm)

- Water resources distribution - Naryn-Karadarya-Syrdarya, Vahsh-Amudarya, water ecosystem (delta, coastal zone), Aral Sea
- Management of reservoirs (Toktogul, Nurek, Rogun,...)
- Scenarios (climate change, hydropower, irrigation, political setting)
- Socio-economic assessment the consequences of management

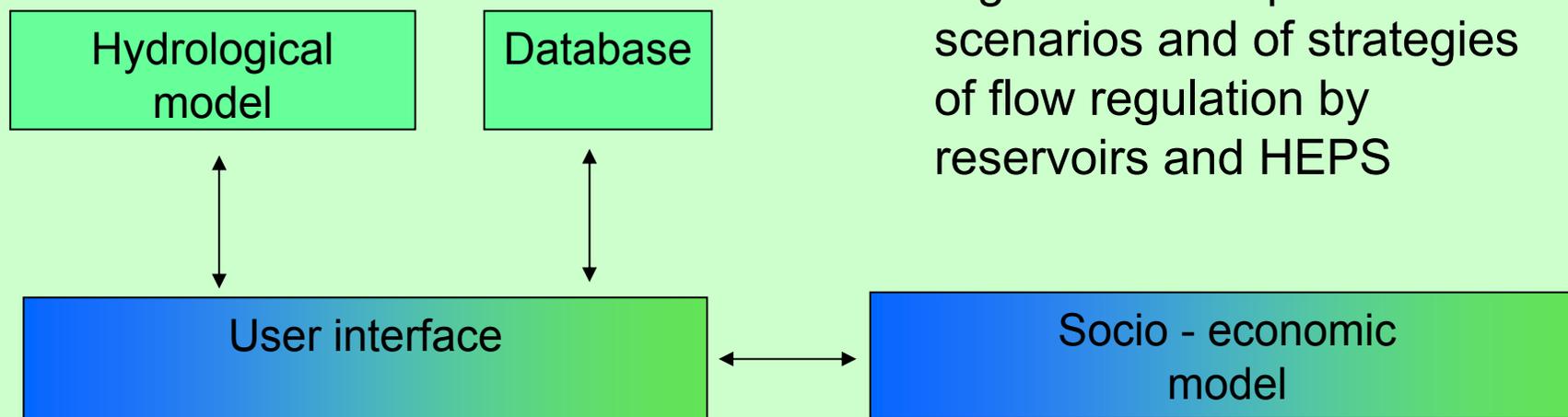


The screenshot shows the 'Модель распределения стока Чирчик-Ахангаран-Келесского бассейна' software interface. The main window displays a data table for water distribution. The table has columns for months (Apr, May, Jun, Jul, Aug, Sep, Oct) and rows for different water management scenarios. The interface includes a menu bar, a toolbar, and a status bar at the bottom.

Scenario	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
irrigation u1_1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.1	2.5
irrigation u1_1_pv	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
irrigation u1_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
irrigation u1_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.5
irrigation u1_4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.8	8.6
irrigation u1_5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	4.8	6.5
irrigation u1_5_pv	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
irrigation u1_6	0.0	0.0	0.0	0.4	4.2	8.6	8.8
irrigation u1_6_pv	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
irrigation u1_7	0.0	0.0	0.0	1.1	5.0	5.7	8.9
irrigation u1_7_pv	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.3	0.3
irrigation u2_1	0.0	0.0	0.0	3.3	6.7	10.7	15.5
irrigation u2_2	0.0	0.0	2.1	5.4	11.3	18.3	24.5
irrigation u2_3	0.0	0.0	0.4	5.0	7.7	12.0	15.4
irrigation u2_4	0.0	0.0	0.6	3.6	7.4	12.8	15.5



Development of a set of basin models (ASB-mm)



IWRM decision support

Evaluation of national and regional development scenarios and of strategies of flow regulation by reservoirs and HEPS

Water demands considered:

- population,
- ecosystems
- Aral Sea,
- irrigated agriculture,
- hydropower,
- industry

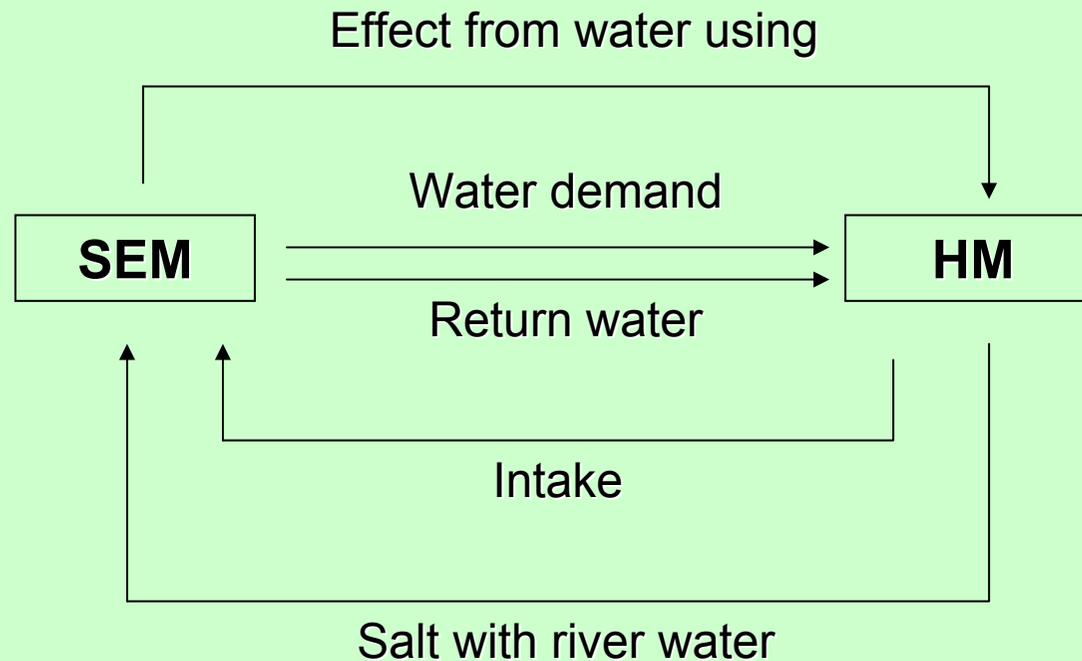
- Syrdarya basin
- Amudarya basin

Dedicated to special user audience

- decision makers
- researchers



Connection between HM and Socio-Economic Model (SEM)



Check on conformity

water demand ↔ available water resource



Влияния Рогунской ГЭС (НПУ 1290 м) на экономические показатели развития стран бассейна Амударьи за период до 2055 гг. (млн. \$/год)

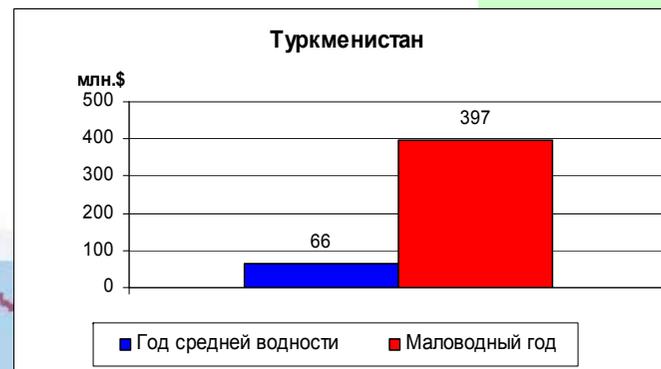
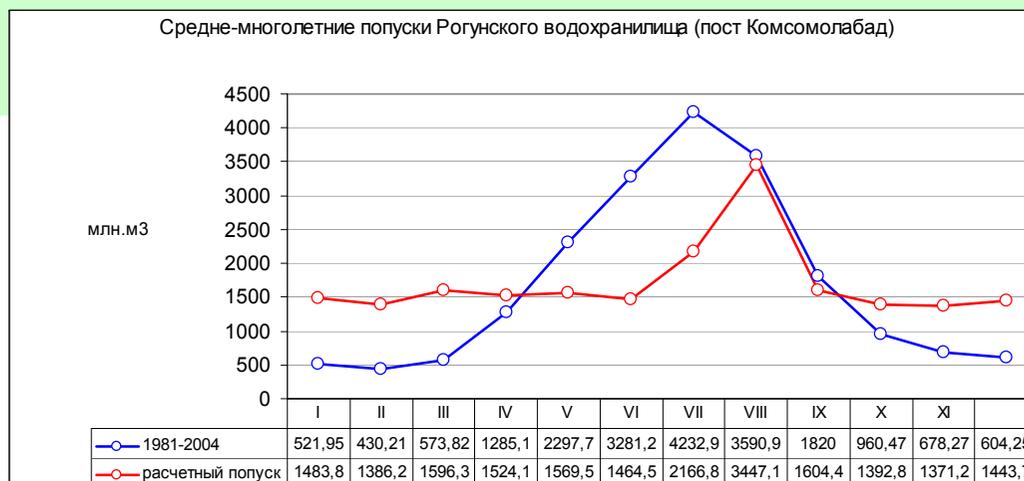
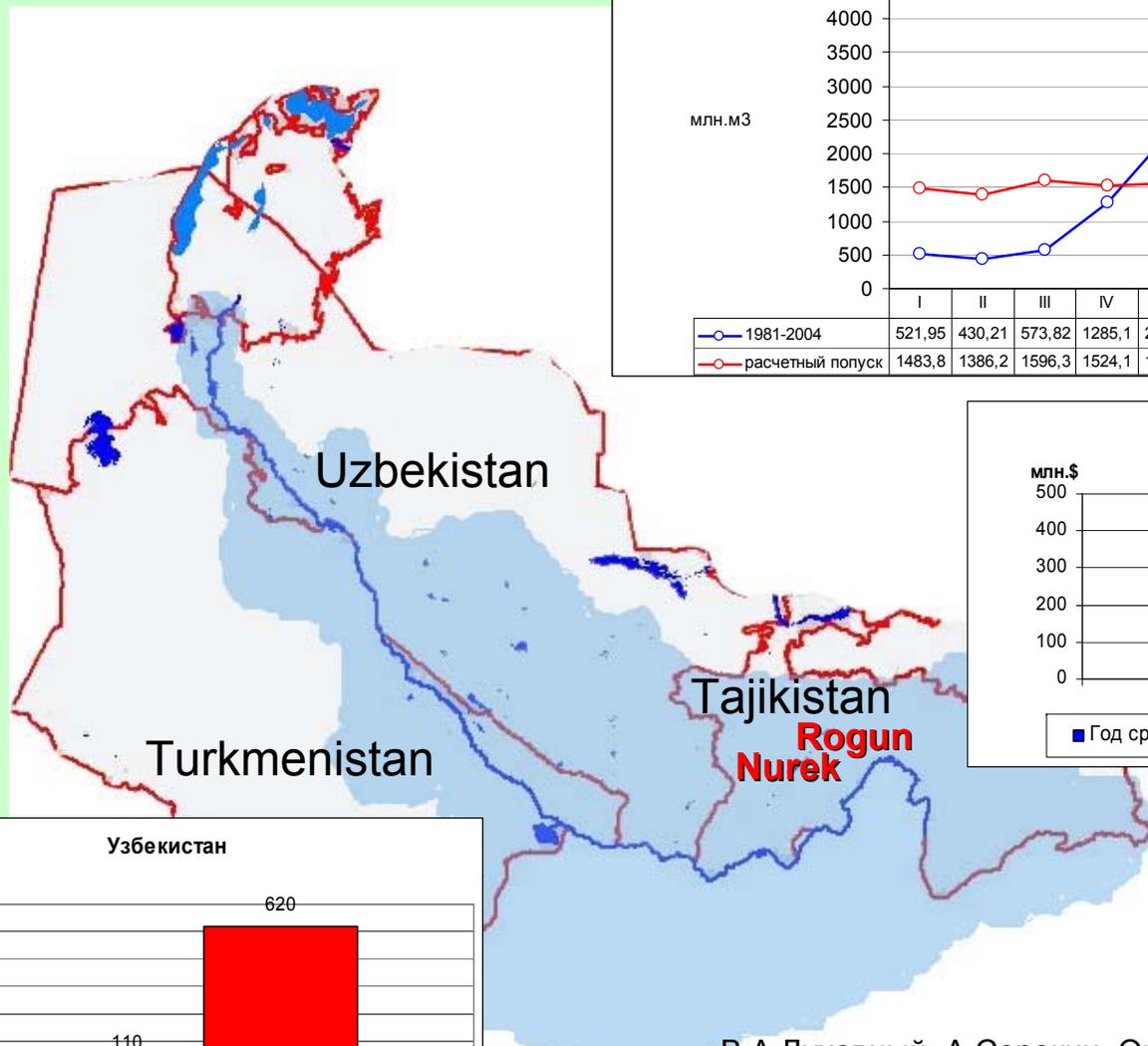
Сценарии совместной работы Рогунской и Нурекской ГЭС	Рост (+) и снижение (-) продукции орошаемого земледелия и сопряженных отраслей	Стоимость выработанной электроэнергии на Рогунской ГЭС	Суммарный эффект в бассейне
Комбинированный	+ 19	195	214
Ирригационный	+ 57	188	245
Энергетический	- 79	195	116

Рост (+) или снижение (-) продукции приводятся по сравнению с сегодняшней ситуацией, характеризующейся дефицитами воды в маловодные годы (которые мы не в состоянии покрыть за счет работы Нурека).

Комбинированный режим: работа Рогуна в энергетическом режиме, а Нурека в компенсационном ирригационном режиме.

При совместном **энергетическом режиме** Рогуна и Нурека наблюдаются дополнительные ущербы в орошении.

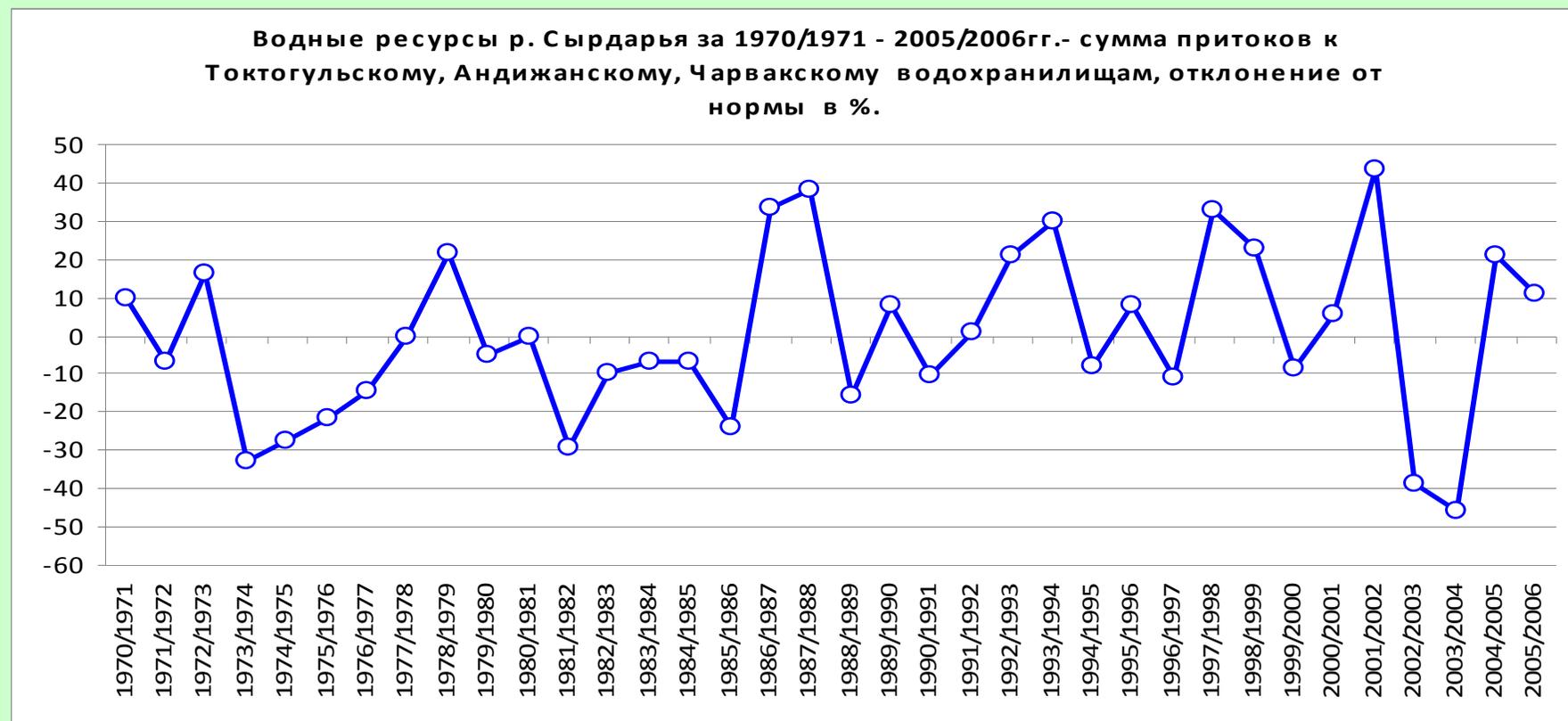
Amudarya basin



В.А.Духовный, А.Сорокин. Оценка влияния Рогунского водохранилища на водный режим реки Амударья. Ташкент 2007 г.

Воздействие изменения климата

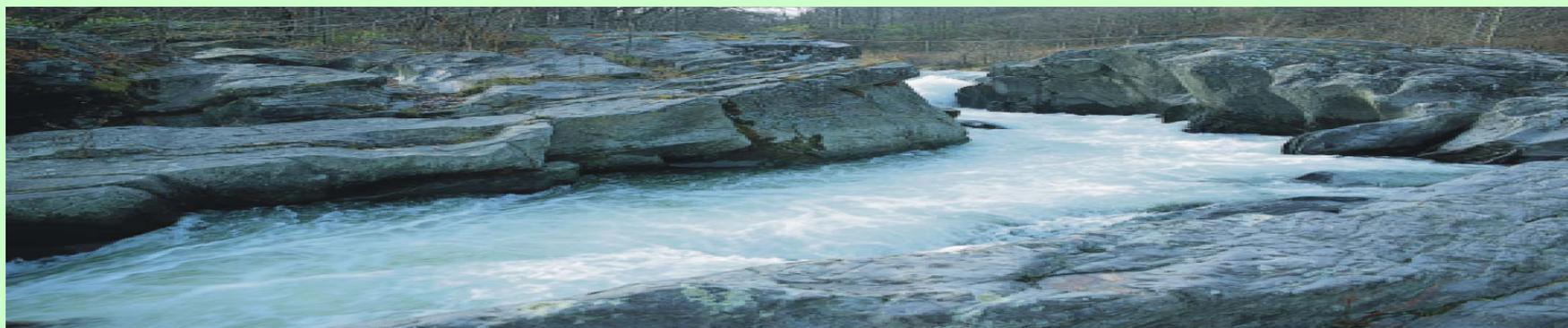
Возрастание масштаба и частоты появления экстремальных явлений



Воздействие изменения климата

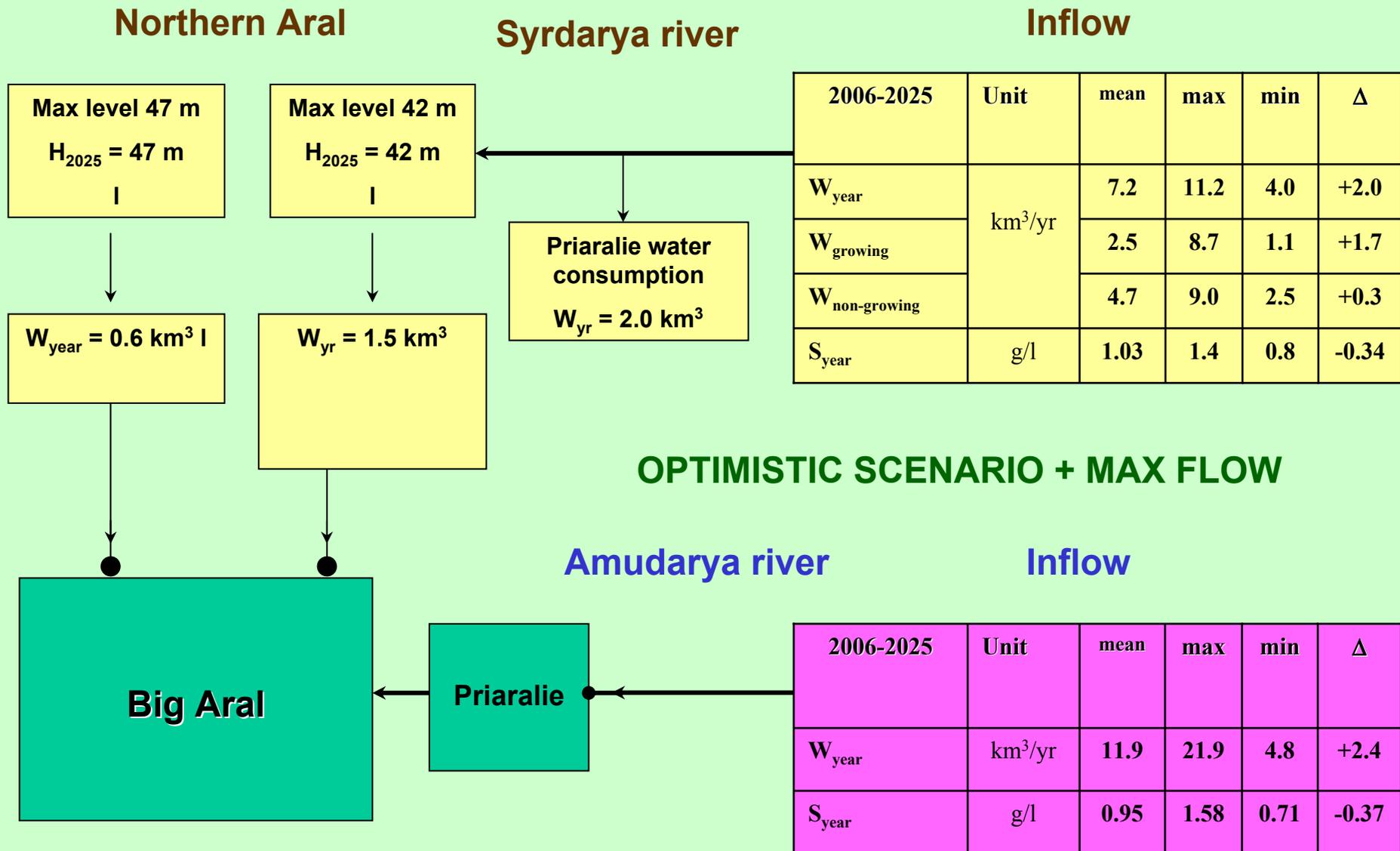
Сравнение двух сценариев изменения климата для бассейна рек Чирчик, Ахангаран, Келес

Года	Общие ресурсы		Потребность в воде	
	BAU/ЕСНАМ	ОРТ/НАДСМ2	BAU/ЕСНАМ	ОРТ/НАДСМ2
2006	7908	8019	4778	4968
2011	8841	9404	4714	5404
2016	7263	7540	4714	5188
2021	6662	6944	5299	5958
2024	5154	5871	5362	6270

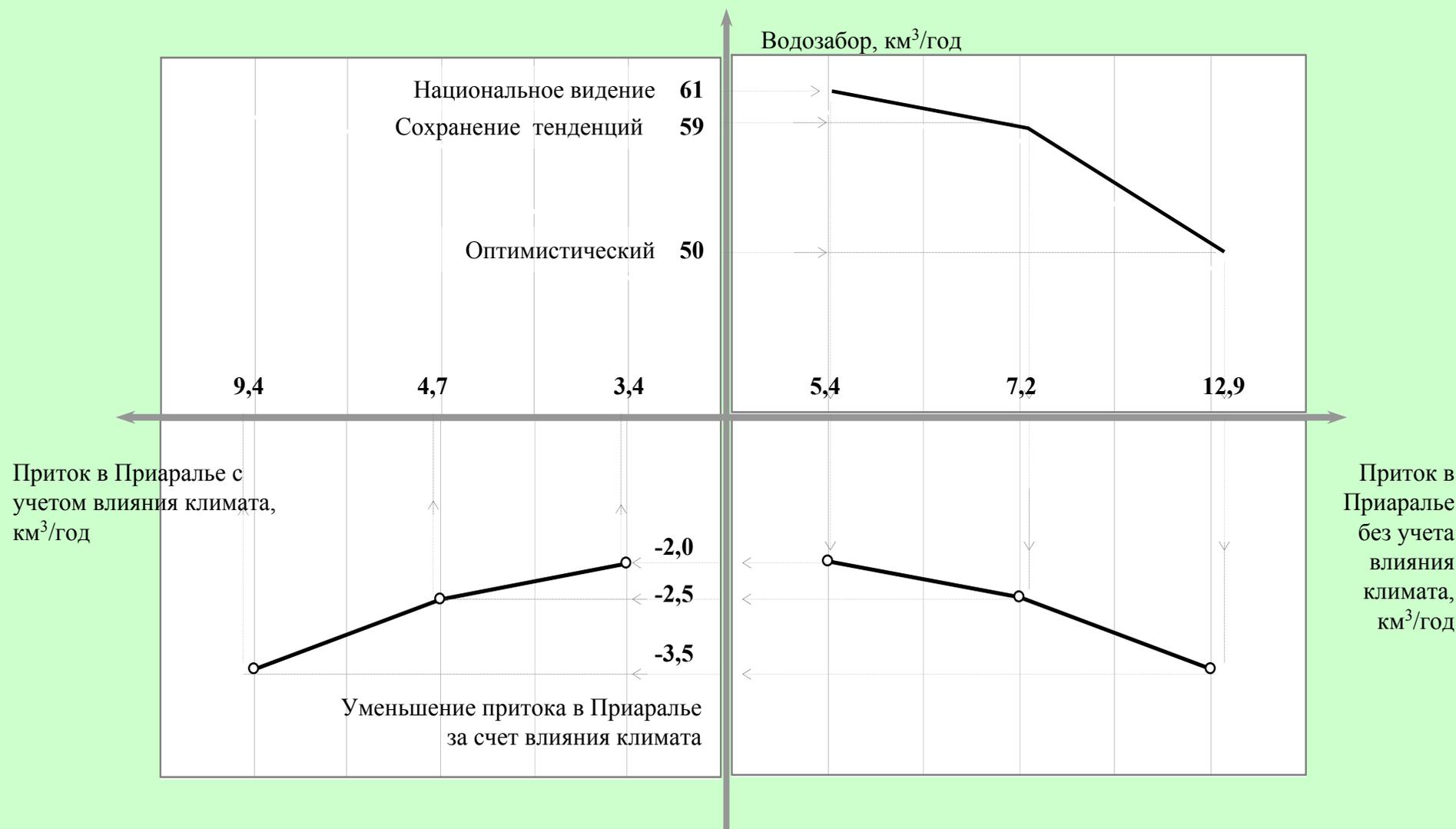


***Что нам ожидать к 2030 году?
По использованию воды - м³ на человека***

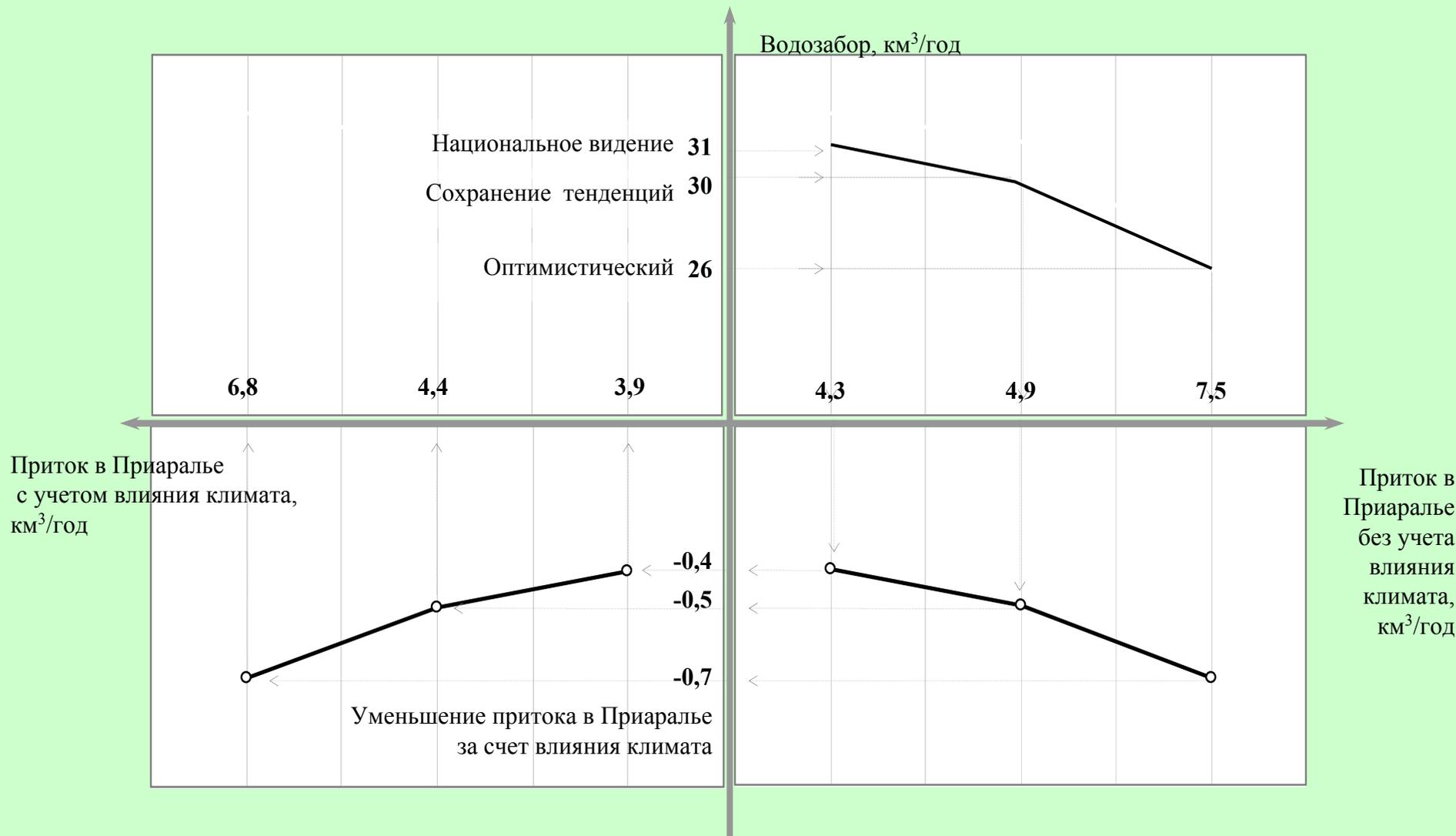




Река Амударья: водозабор и приток в Приаралье, км³/год. 2010-2025 гг.



Река Сырдарья: водозабор и приток в Приаралье, км³/год. 2010-2025 гг.



Расчеты показывают, что даже на перспективу на уровне 2025 года, когда население региона достигнет как минимум 55 млн. человек, водные ресурсы БАМ могут удовлетворить потребности общества и природы, если будет проводиться согласованная работа всех стран по **снижению водопотребления и энергопотребления на 10-15 %**.

Региональные сценарии будущего развития БАМ должны представлять собой *координацию, стимулирование и поддержку национальных мероприятий*.

Национальные сценарии должны *проверяться на региональных ограничениях*.

Неопределенность информации в этой области подрывает национальные и региональные инициативы по совершенствованию управления водными ресурсами в бассейне, а также делает менее эффективным усилия международных организаций (OSCE и др.), поддерживающих **интеграцию** стран БАМ.

Удовлетворить потребности **будущих поколений** возможно лишь в **ОПТИМИСТИЧНОМ** или близком к нему сценарии развития стран, предполагающем **ИНТЕГРАЦИЮ** и сотрудничество всех стран, **партнерство** стран в **совместном управлении**, с ориентацией на **общие цели** и **ОБЯЗАТЕЛЬСТВА** стран – повышение эффективности использования вырабатываемой электроэнергии, водосбережение, рост продуктивности земель (до потенциальной) и др.

Обязательное условие – эффективная работа **МКВК** и всех ее исполнительных органов, наделенных всеми необходимыми полномочиями для **независимого** управления водными ресурсами региона.

Сценарии включают *оценку и увязку* располагаемых к использованию водных ресурсов и требований на воду БАМ. Решить такую задачу невозможно без интегрированного подхода, основанного на *моделировании* процессов формирования, распределения и использования водных и энергетических ресурсов БАМ, учитывающем межгосударственные и межсекторных связи, интересы стран и региональные ограничения.

Примером бассейнового моделирования, основанного на ИУВР, является разработанный в конце 90-х годов в НИЦ МКВК комплекс **ASB-mm**, увязанный сегодня с региональной информационной системой ЦА (www.CAWATER-INFO.NET) и усовершенствованный по совместной программе **UNESCO IHE** и **НИЦ МКВК**.

Схема организации работ комплекса ASBmm

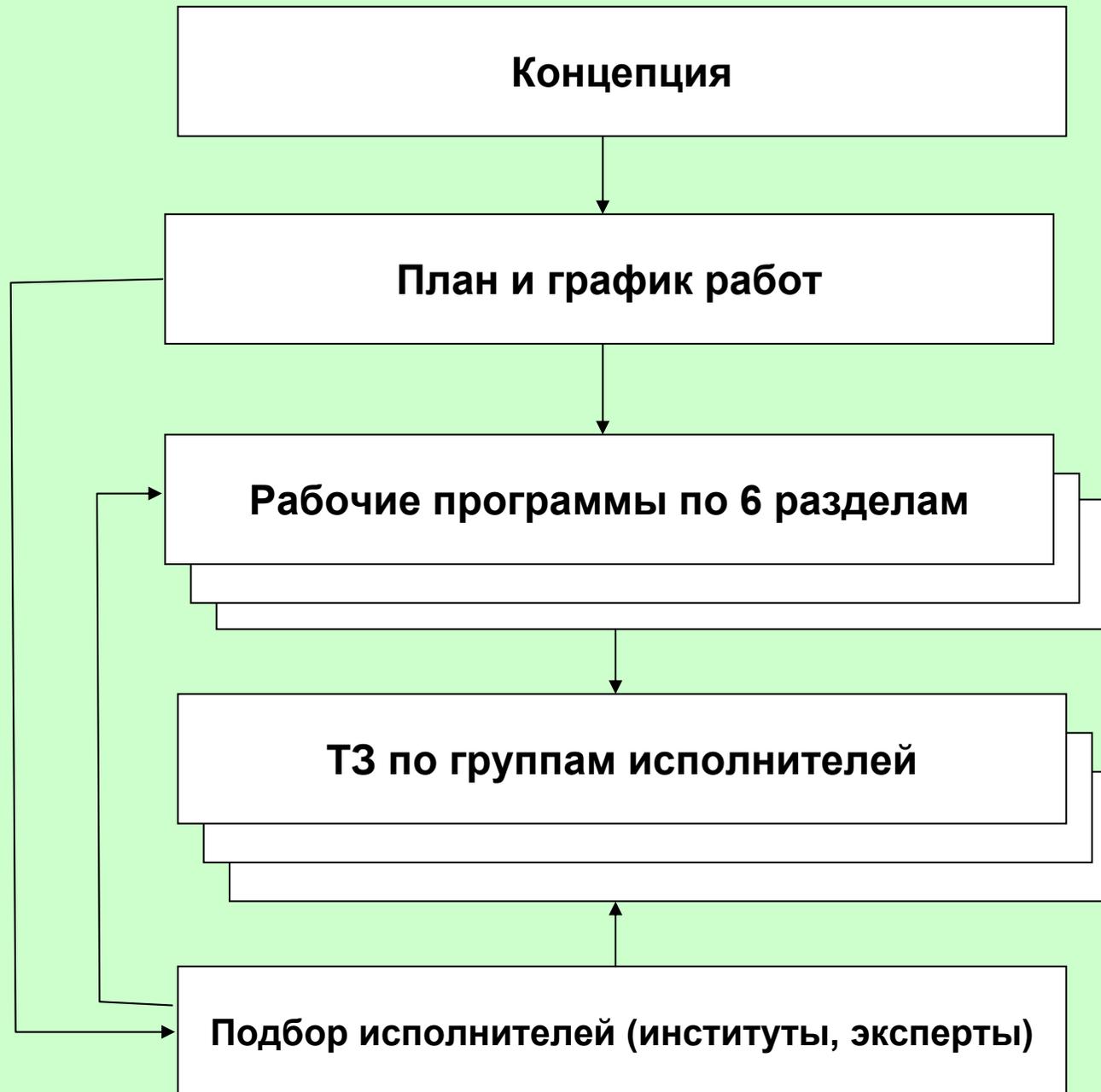
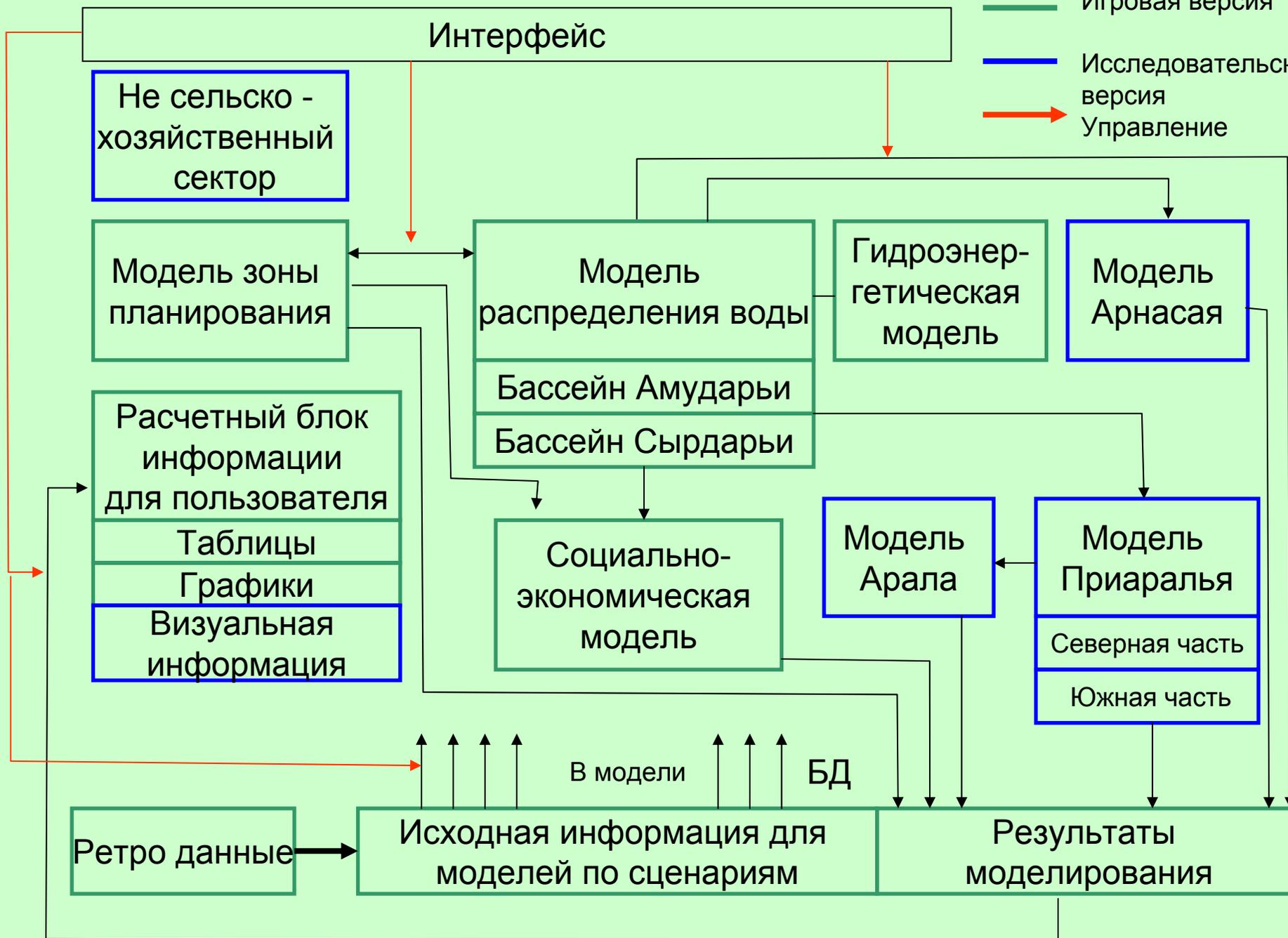


Схема увязки разделов работы (комплекса ASBmm)



Увязка моделей (ASBmm)

- Игровая версия
- Исследовательская версия
- Управление



Planning Zone

Economic part

WATER SECTOR

State border

River

Reservoir, HEPS

Local river

Reservoir

Industry,
Drinking
water
supply

Canal

Canal

Canal

Crop 1

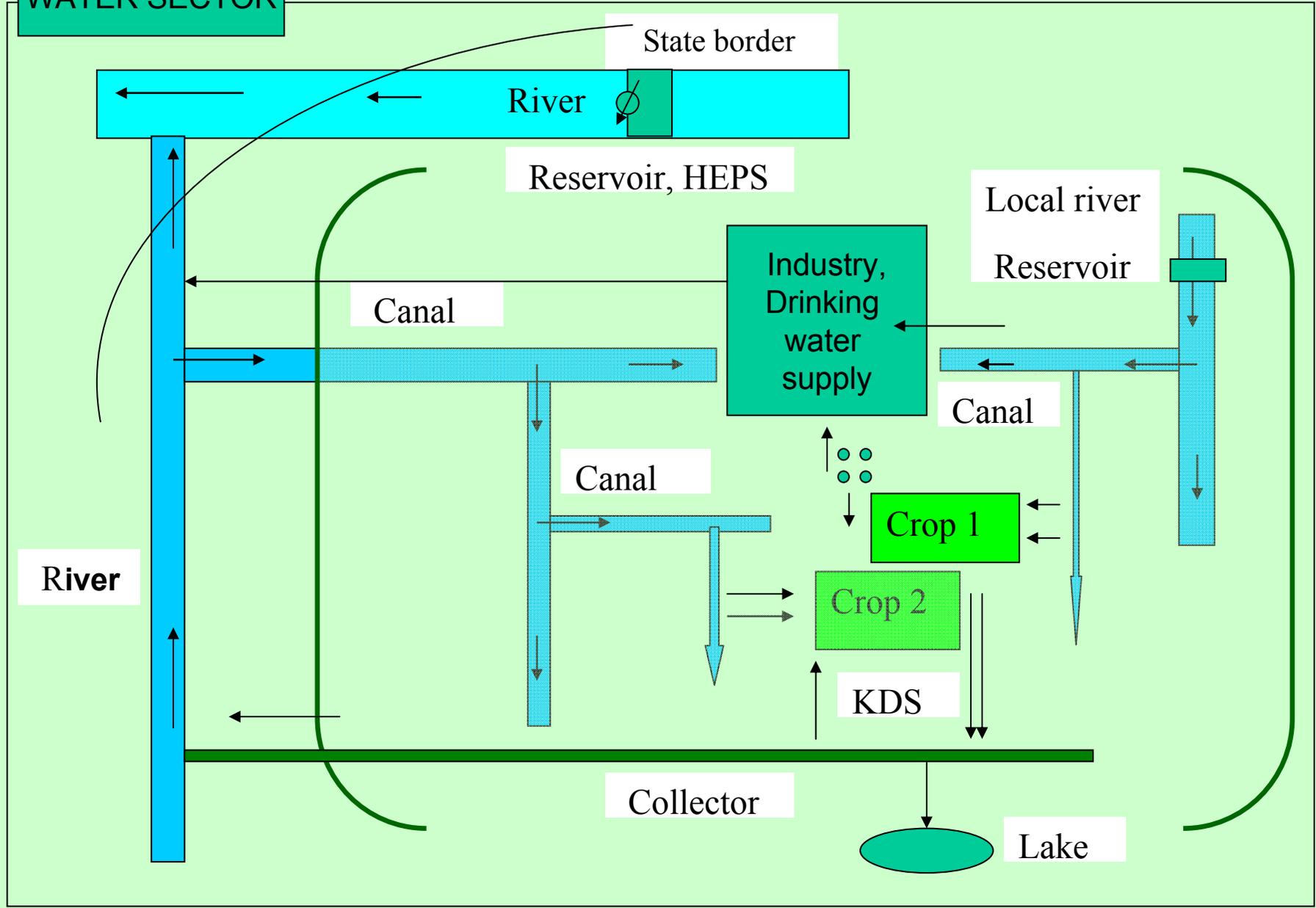
Crop 2

KDS

Collector

Lake

River



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

Обязательно посетите

www.cawater-info.net

www.icwc-aral.uz