



# Учебный курс по инструментам ИУВР с применением моделирования

Тренинг для преподавателей - тренеров.

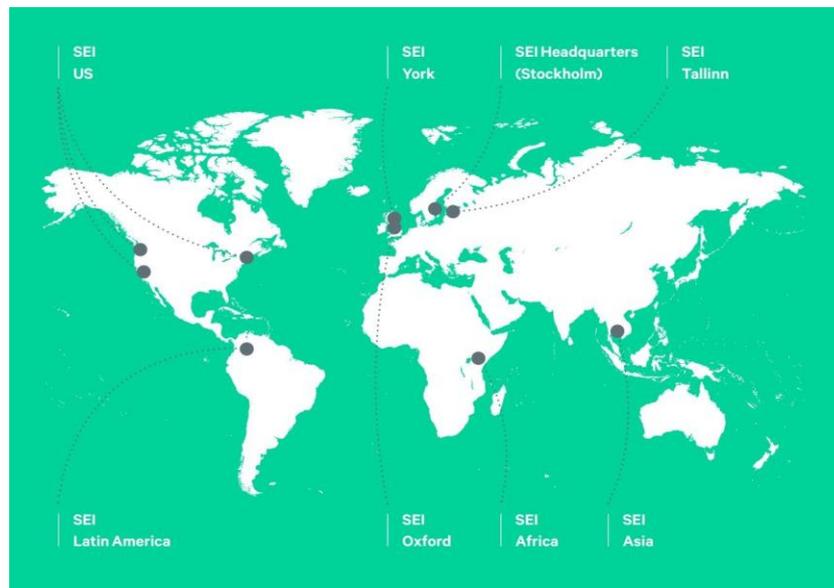
**Модуль 3. Введение в моделирование WEAP  
Пользовательский интерфейс, терминология,  
функциональные возможности.**

# Интегрированное моделирование WEFE



# Стокгольмский институт окружающей среды (SEI)

- **Объединяя науку и политику** – независимый, некоммерческий исследовательский институт, ориентированный на устойчивое развитие
- Более 200 сотрудников по всему миру: штаб-квартира в Швеции, центры в **США**, Кении, Колумбии, Великобритании, **Таиланде**, Эстонии.
- Основные области исследований: адаптация и **смягчение последствий изменения климата**, энергетика, **загрязнение воздуха**, водные ресурсы, климатическое финансирование, экономика природопользования
- Приверженность **вовлечению заинтересованных сторон**, **повышению потенциала** и **транспарентности**.



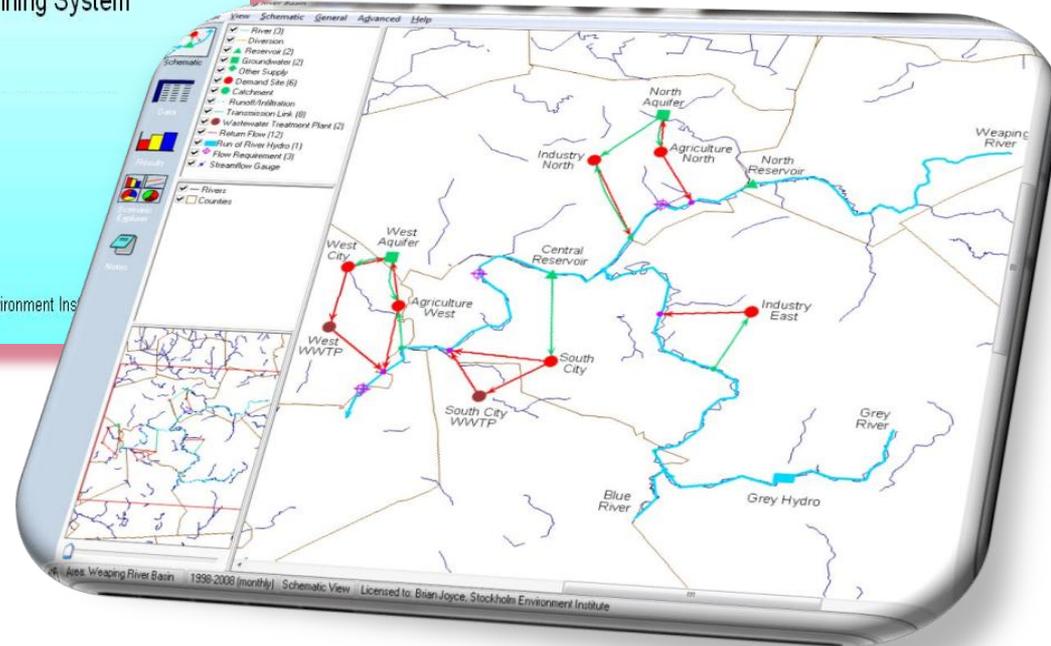
# Система оценки и планирования водных ресурсов (WEAP)



Water Evaluation And Planning System

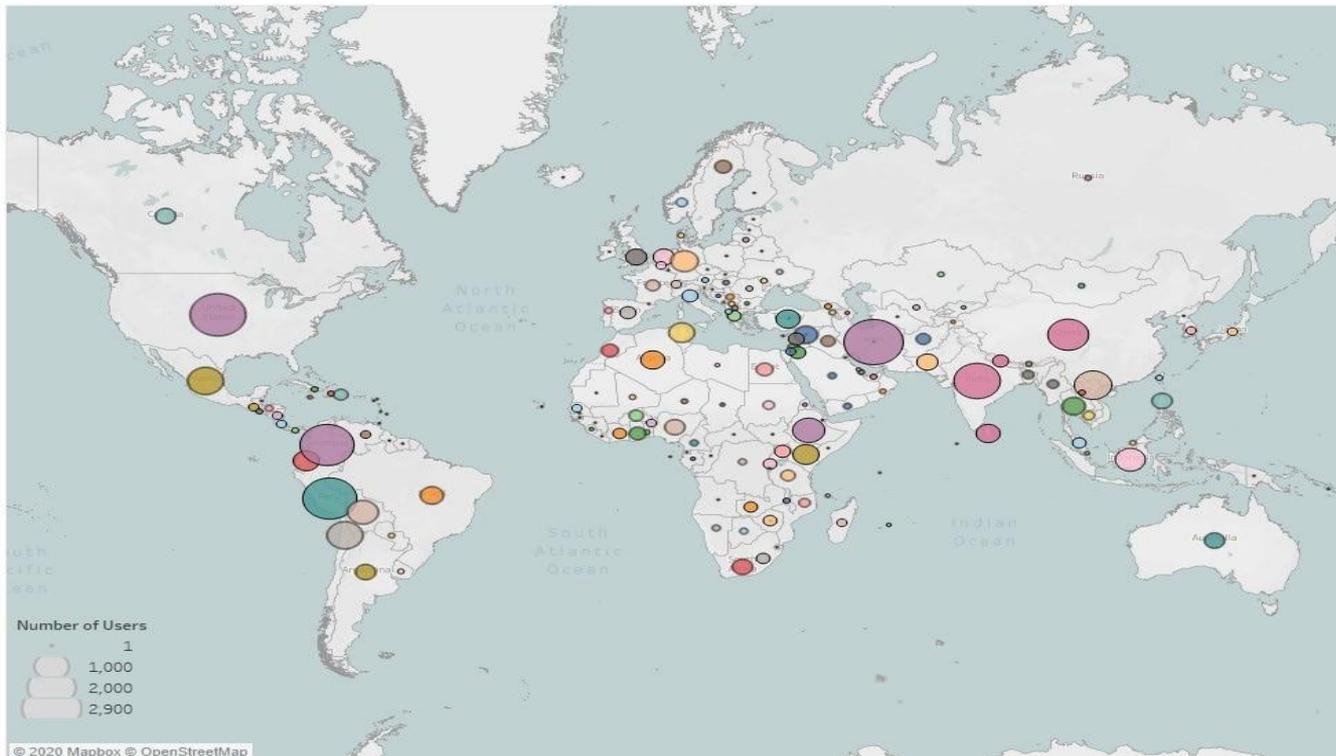
Универсальная объектно-ориентированная платформа моделирования и управления водными ресурсами

Copyright (c) 1990-2008, Stockholm Environment Institute



# WEAP — это всемирно используемая платформа моделирования

- По состоянию на 19 февраля 2022 :
- 43,000 зарегистрированных пользователей WEAP в 195 странах



# Что такое WEAP?



- **WEAP (Оценка водных ресурсов и планирование) представляет из себя компьютерную систему ориентированную на широкий круг пользователей и использующей интегрированный подход планированию водных ресурсов**
- **Программный инструмент для количественного моделирования:**
  - Интегрированная модель гидрологии и планирования водных ресурсов
  - Физическое моделирование спроса и предложения
  - Дополнительное имитационное моделирование: пользовательские переменные, уравнения моделирования и ссылки на электронные таблицы и другие модели (например, качество воды, экологические стоки, подземные воды и экономика)
  - Возможности управления сценариями
- **Создано SEI [Stockholm Environment Institute's U.S. Center](#)**  
**для поддержки устойчивого развития:**
  - Информировать о принятии решений
  - Предоставить заинтересованным сторонам возможность проводить собственный анализ
- **Хорошо подходит для среднесрочного и долгосрочного планирования**

# Возможности системы WEAP

<b>Интегрированный подход</b>	Применяется уникальный подход для осуществления интегрированных мероприятий по управлению водными ресурсами
<b>Привлечение заинтересованных лиц</b>	Прозрачная, понятная структура программного обеспечения привлекает различных пользователей своей открытостью
<b>Водный Баланс</b>	База данных обеспечивает водобалансовые расчеты, поддерживая баланс массы при расчете перемещения воды от источников к потребителям по связям-дугам в архитектуре речной сети
<b>Имитационные возможности</b>	Производятся вычисления: требований на воду, поступлений воды в речную сеть, движения воды, фильтрации воды, мелиоративных норм под конкретные культуры, расходования воды и ее накопление, образования загрязнения, очистки, изменения качества воды при различных гидрологических сценариях и политики в управлении водой.
<b>Разносторонность сценариев</b>	Учитывается полный спектр возможностей в управлении водой, берется в расчет многоцелевое использование воды
<b>Дружественный интерфейс</b>	Графический интерфейс с опцией "drag-and-drop", имитирующий ГИС, позволяет легко: создавать модели, изменять модели и входные данные, получать результаты в виде карт, графиков и таблиц
<b>Модель интеграции</b>	Перечень моделей и других программных продуктов, такие как QUAL2K, MODFLOW, MODPATH, PEST, Excel и GAMS

# Возможности WEAP

- **Водобалансовый инструмент:**

обеспечивает доступ к информации о поступлении воды и ее расходовании в речной сети.

- **Инструмент по созданию сценариев:**

имитирует требования на воду, водные источники, расходы воды, речной поток, накопление воды, появление загрязнений, воздействия на воду, расходование воды и качество воды в речной сети.

- **Инструмент по оценке политики управления:**

обеспечивает всесторонний учет использования воды и управляющих воздействий, а также принимает в расчет все возможные типы водопользователей и водопотребителей в водной сети.

# Возможности WEAP

## Может выполнять

- Планирование высокого уровня и стратегический анализ в местном, национальном и региональном масштабах
- Управление спросом
- Интегрированная гидрология и водное планирование
- Распределение воды

## Не может выполнять

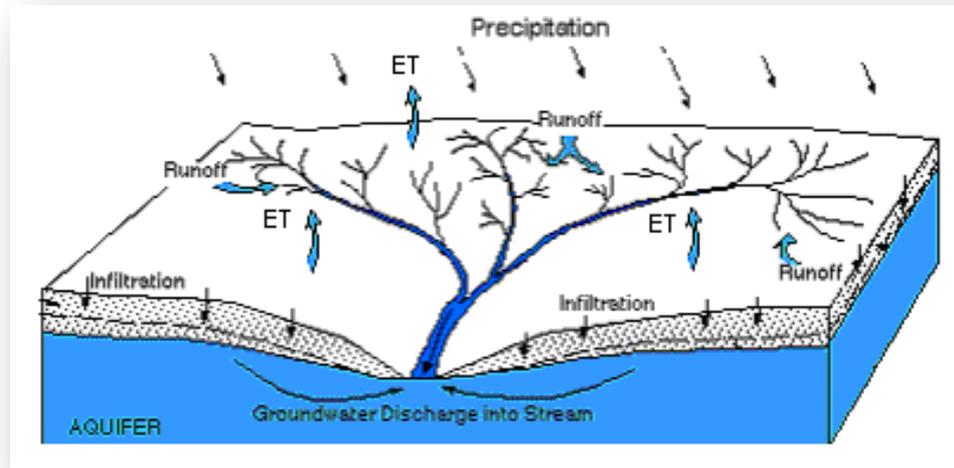
- Ежедневные операции
- Оптимизация спроса и предложения с наименьшими затратами

# Гидрологическое моделирование



## Полный учет расходов воды по всему водосбору:

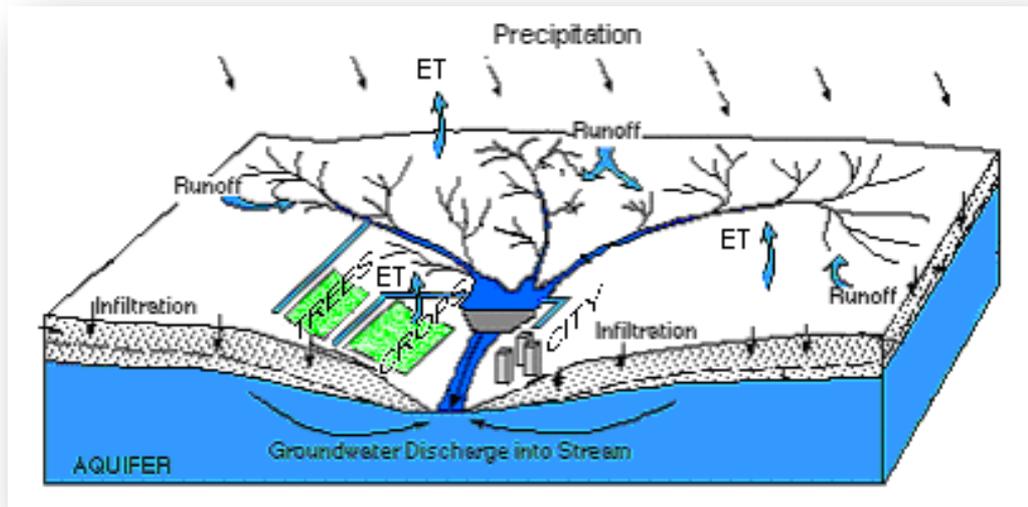
- Моделирование дождевого стока
- Эвапотранспирация, обусловленная климатом
- Накопление/таяние снега
- Взаимодействие подземных и поверхностных вод
- Сельское хозяйство – как богарное, так и орошаемое



# Объединяет управление водными ресурсами с гидрологией

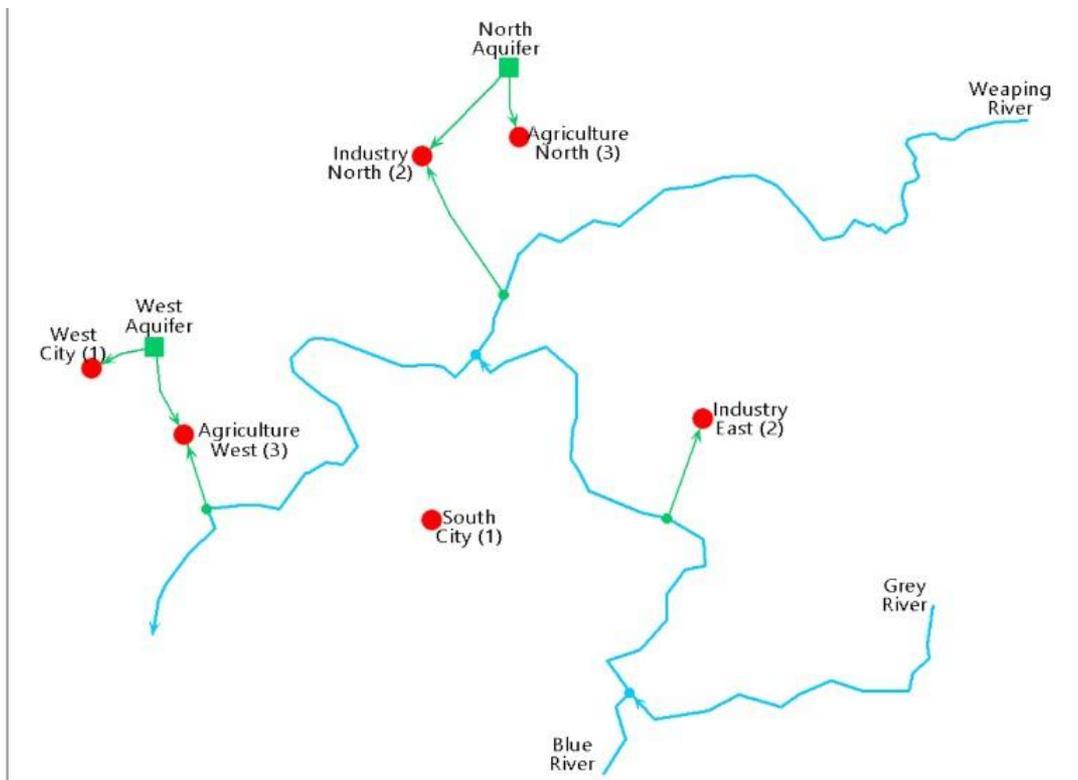
**Водная инфраструктура и потребности связаны с лежащими в основе гидрологическими процессами.**

- Программируемые правила работы для инфраструктуры
- Представляет потребности в воде всех секторов



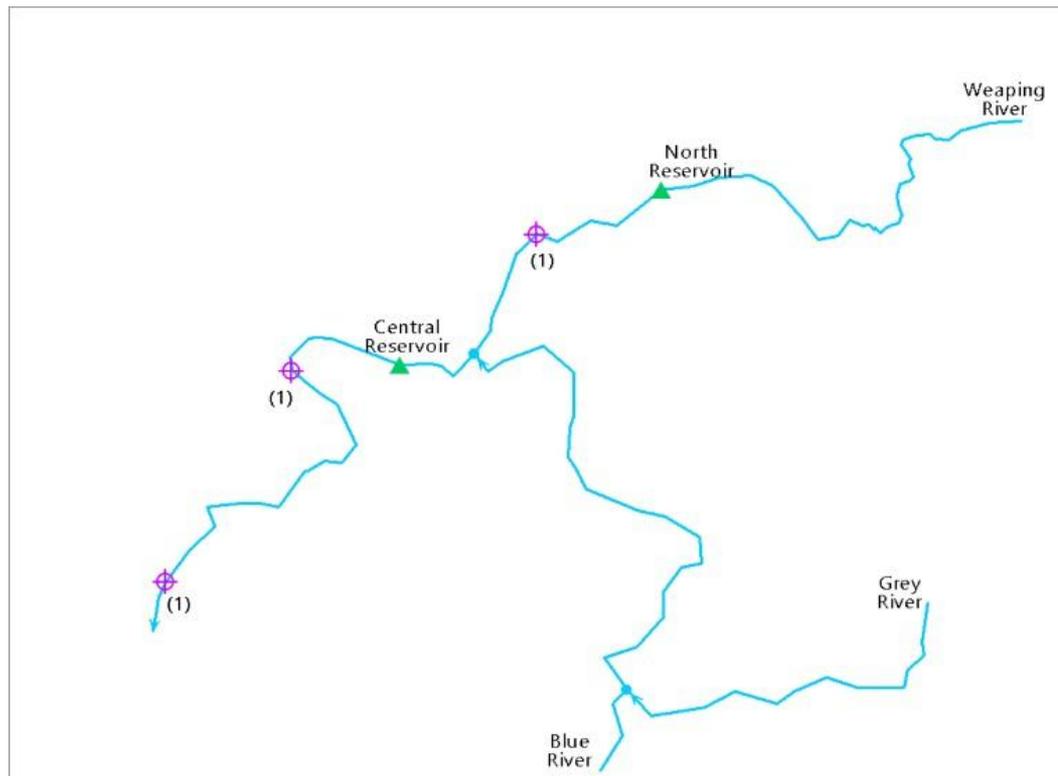
# Забор пресной воды

- WEAP моделирует потребность в воде для различных водопользователей
- WEAP распределяет воду между пользователями на основе приоритетов



# Требования к экологическому стоку

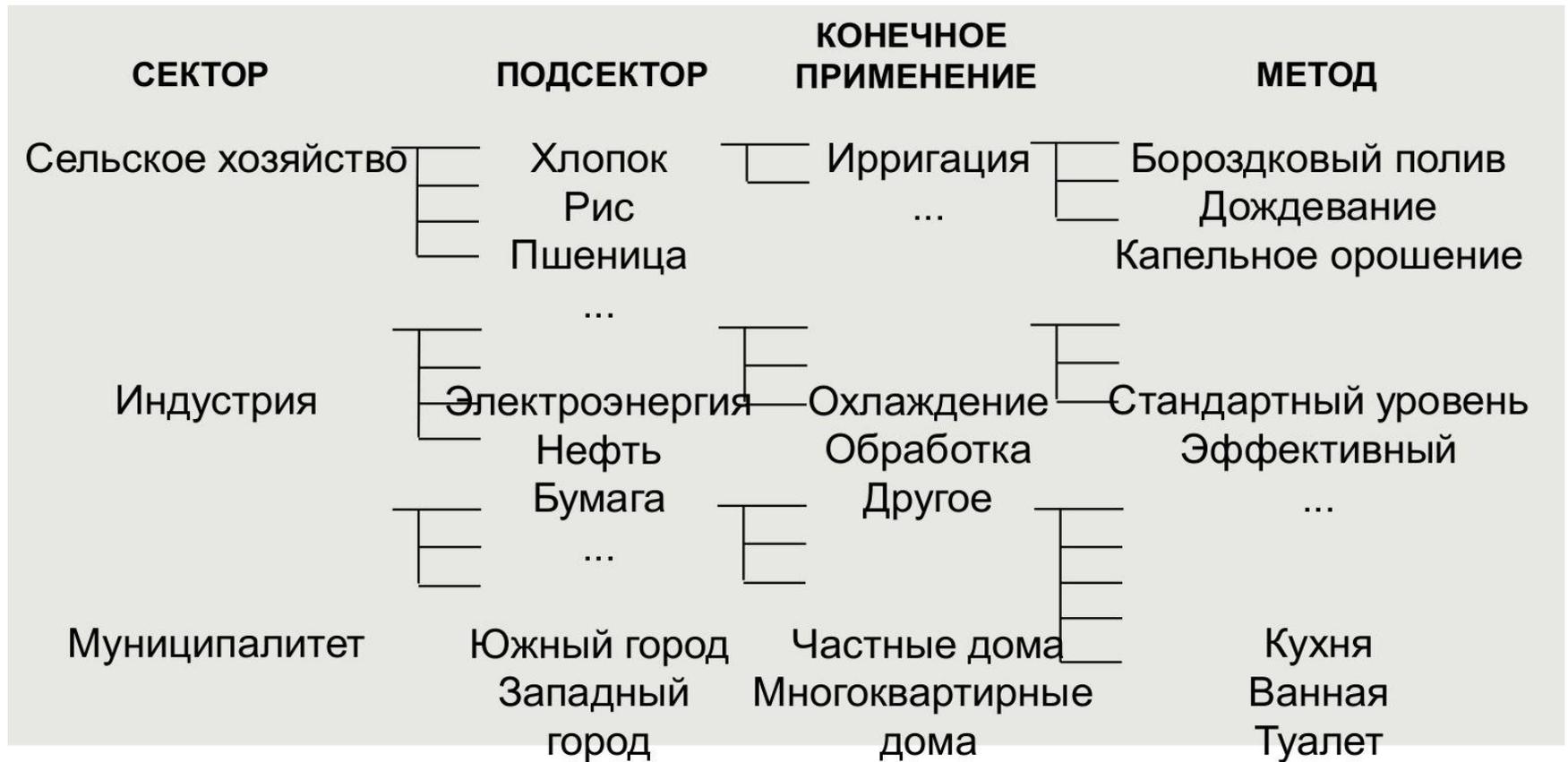
Требования к экологическому стоку распределяются в соответствии с той же системой приоритетов, которая используется для других требований к воде.



# Потребности в воде по секторам



# Иллюстративная структура спроса



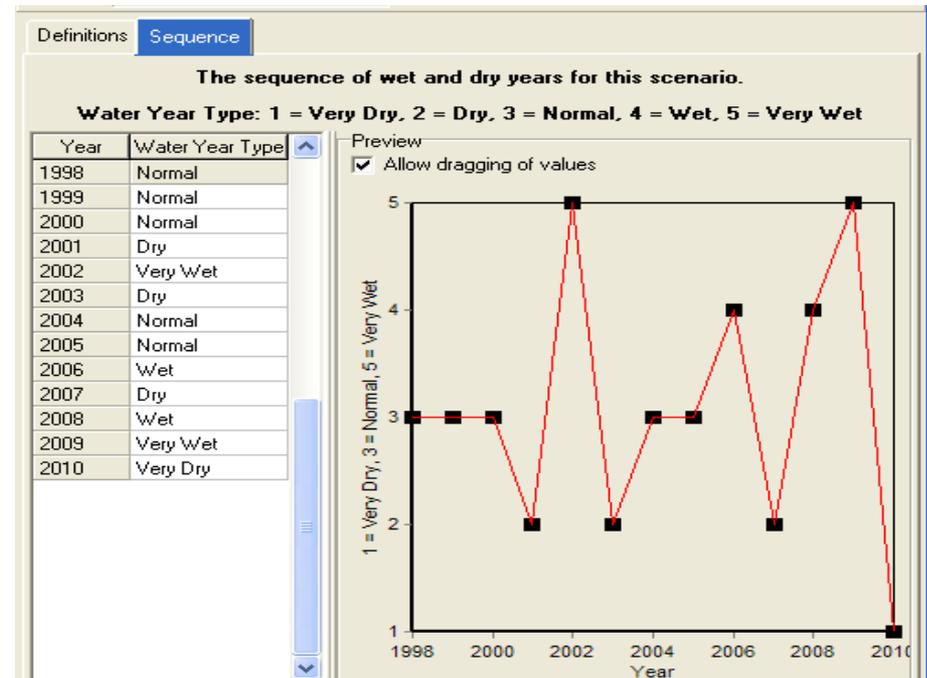
# Методология

## Метод водного года

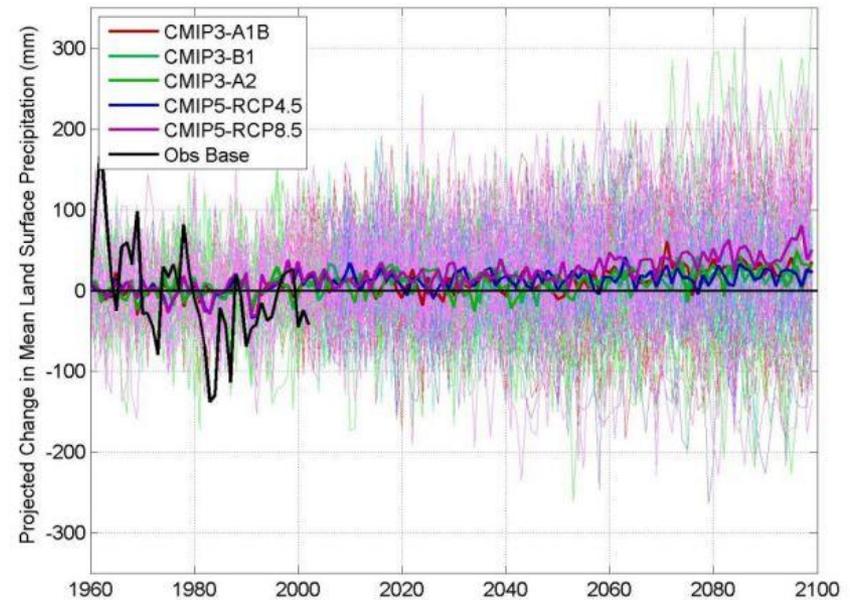
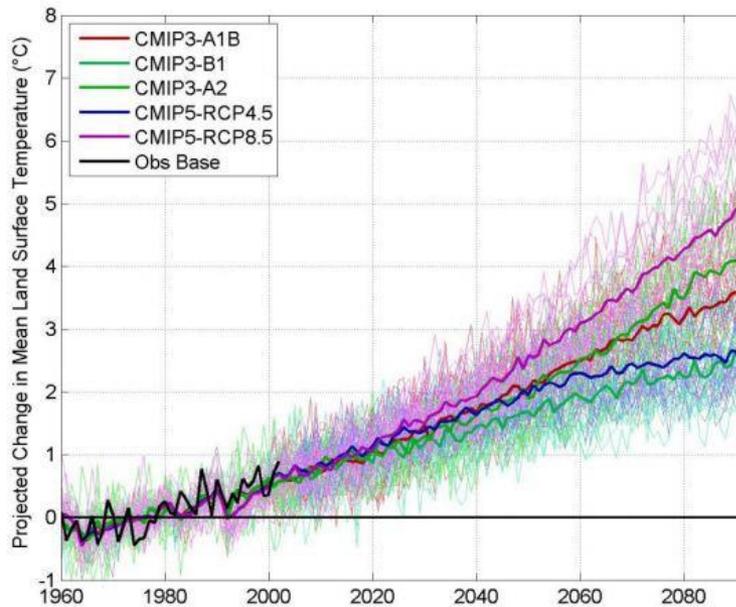
- Создает ряд «типов» водного года от очень сухого до нормального и очень влажного (5 типов).
- Для каждого сценарного года указывает его тип.
- Используется для изучения альтернативных климатических сценариев.

## Метод дождевых стоков

- Климатические факторы
- Точные параметры



# WEAR может исследовать широкий спектр потенциальных вариантов изменения климата в будущем



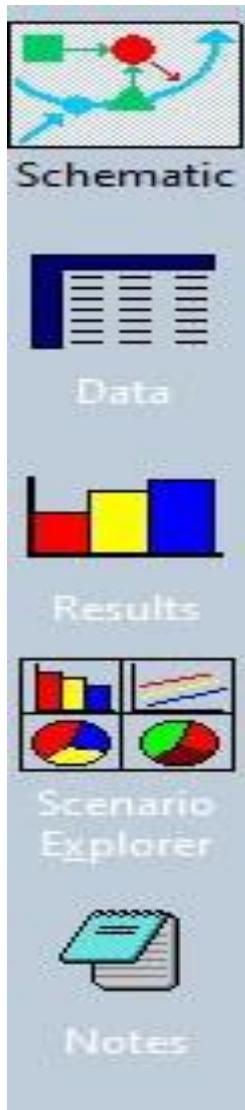
# Применение WEAP включает несколько шагов:

- **Предварительные определения:** Промежуток времени, пространственные границы, компоненты системы, конфигурация постановленной проблемы.
- **Текущие расчеты:** Обзор реальных требований на воду, выброс загрязнений, ресурсы и источники для исследуемой системы. Все это может быть рассмотрено как калибровочные установки к построению приложения имитирующего поведение расчетного объекта.
- **Сценарии:** Установка нескольких альтернативных вариантов будущей политики управления, цен и климата. Для примера она может затрагивать: условия на водный фактор, водоснабжение, гидрологию, и загрязнение.
- **Расчеты:** Сценарии могут быть заданы с учетом водной достаточности, цен и дохода, Они могут быть соотнесены: с требованиями окружающей среды, чувствительности к неопределенности во входных данных.

# Примеры анализа сценариев

- Что если, произойдет рост населения и изменятся экономические характеристики?
- Что если, изменятся правила регулирования стока водохранилищами?
- Что если, грунтовые воды будут использоваться в большем объеме?
- Что если, будут применены водо - сберегающие технологии?
- Что если, что если требования от окружающей среды ужесточатся ?
- Что если, будут использованы воздействия предотвращающие поступление поверхностных вод в подземные водные горизонты?
- Что если, будут применены программы многократного использования воды?
- Что если, будут применены более эффективные технологии в ирригации?
- Что если, будет проведена смена сельскохозяйственных культур?
- Что если, Климатические изменения воздействуют на приточность и потребление воды?
- Как загрязнение в верхней части реки воздействует на качество воды вниз по течению?
- Как изменение в землепользовании будет воздействовать на речной сток?

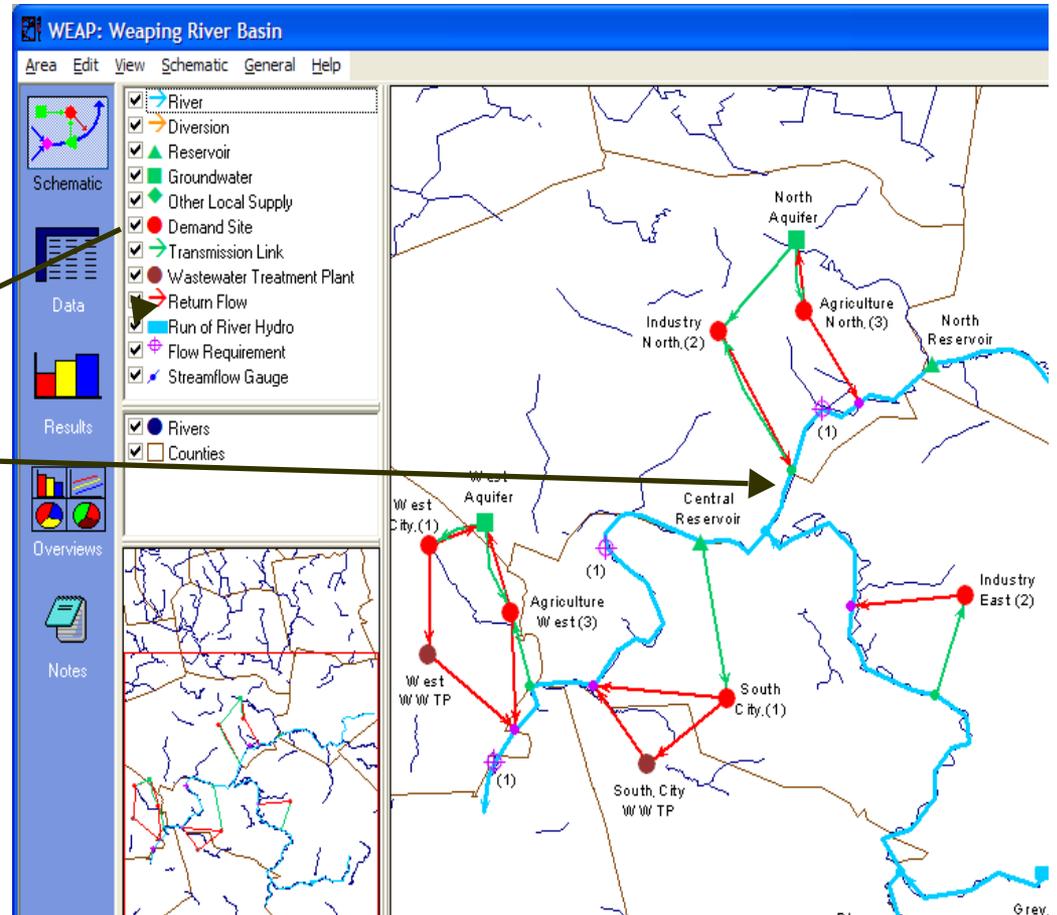
# Пользовательский интерфейс WEAP



- **Схема** — это место, где можно создать представление системы водоснабжения.
- **Данные** — это место, где вводят или просматривают входные данные и строят модель и сценарии.
- **Результаты** — это место, где изучают результаты сценариев в виде графиков и таблиц.
- **Обозреватель сценариев** используется для группировки «Избранных» диаграмм, созданных ранее в представлении «Результаты».
- **Заметки** — это простой инструмент для обработки текста, с помощью которого можно вводить документацию и ссылки для различных частей модели.

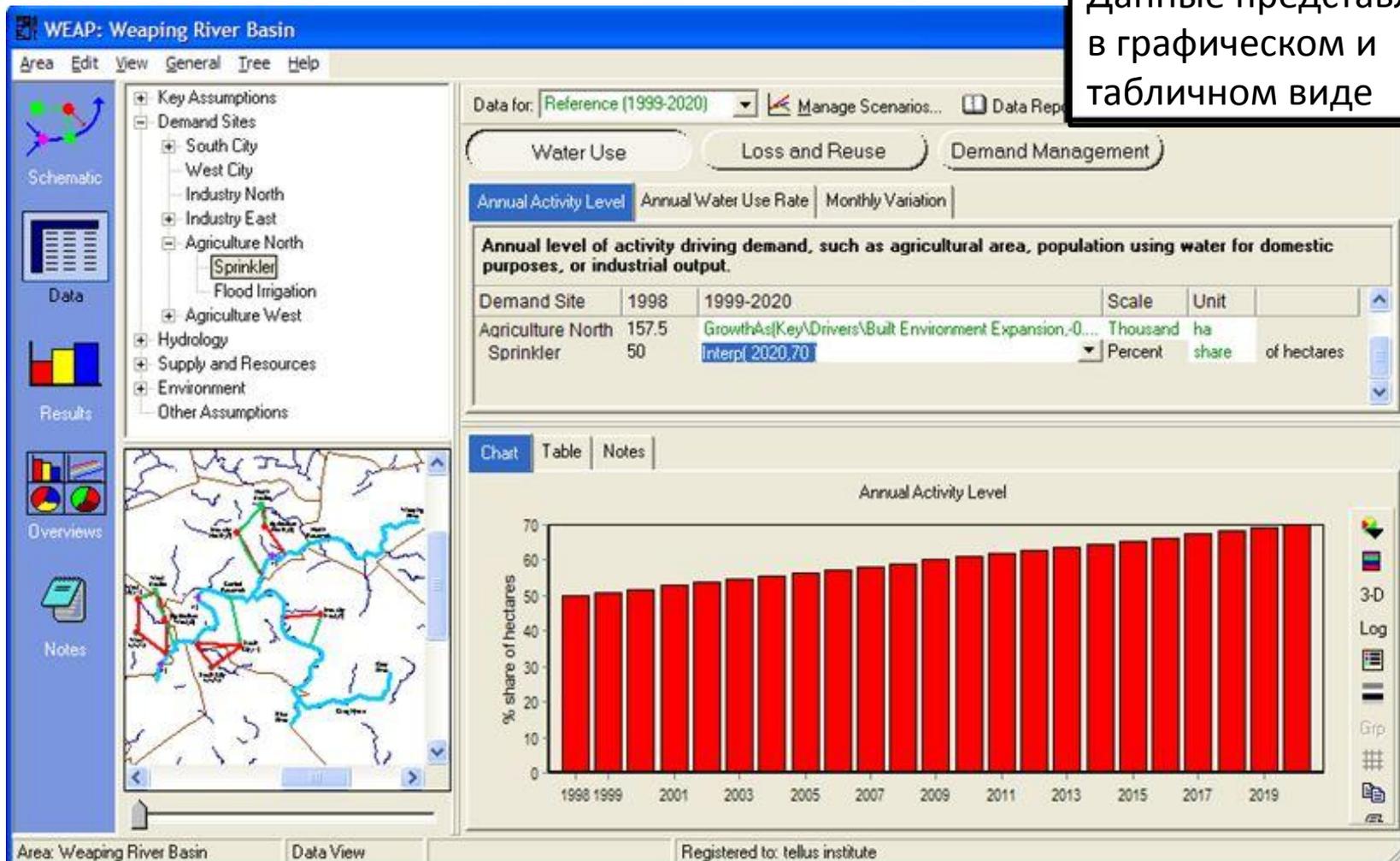
# Схематический вид

Создать  
основные  
функции  
управляемой  
системы  
водоснабжения

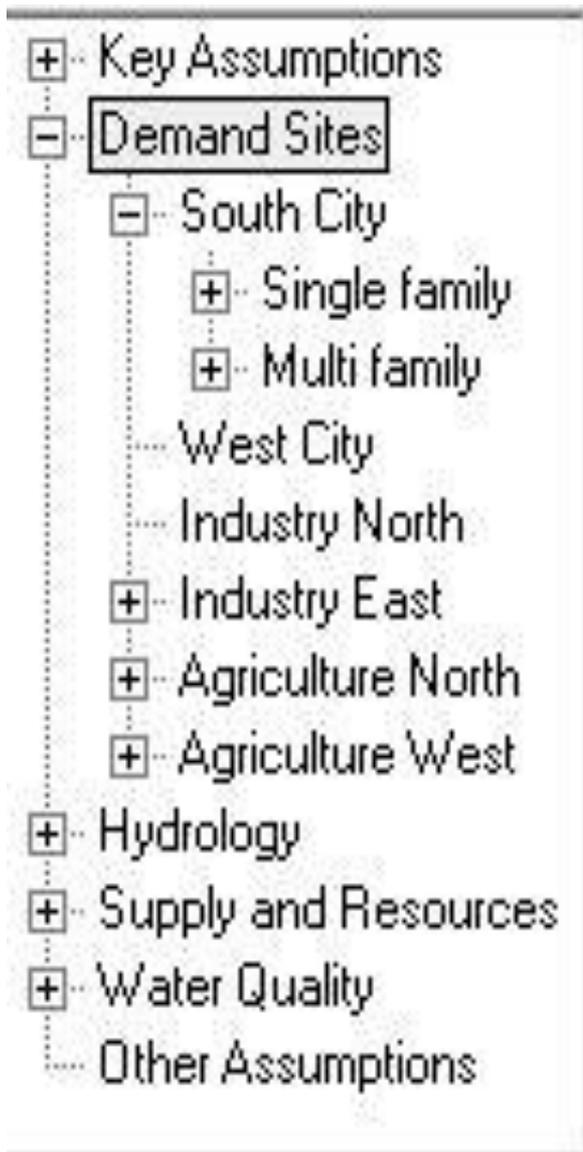


# Просмотр данных

Данные представлены в графическом и табличном виде



# Структура модели и типы ветвей



**Структура модели** упорядочивает входные данные и результаты

Состоит из **ветвей**; каждая ветвь содержит контекстно-зависимые переменные

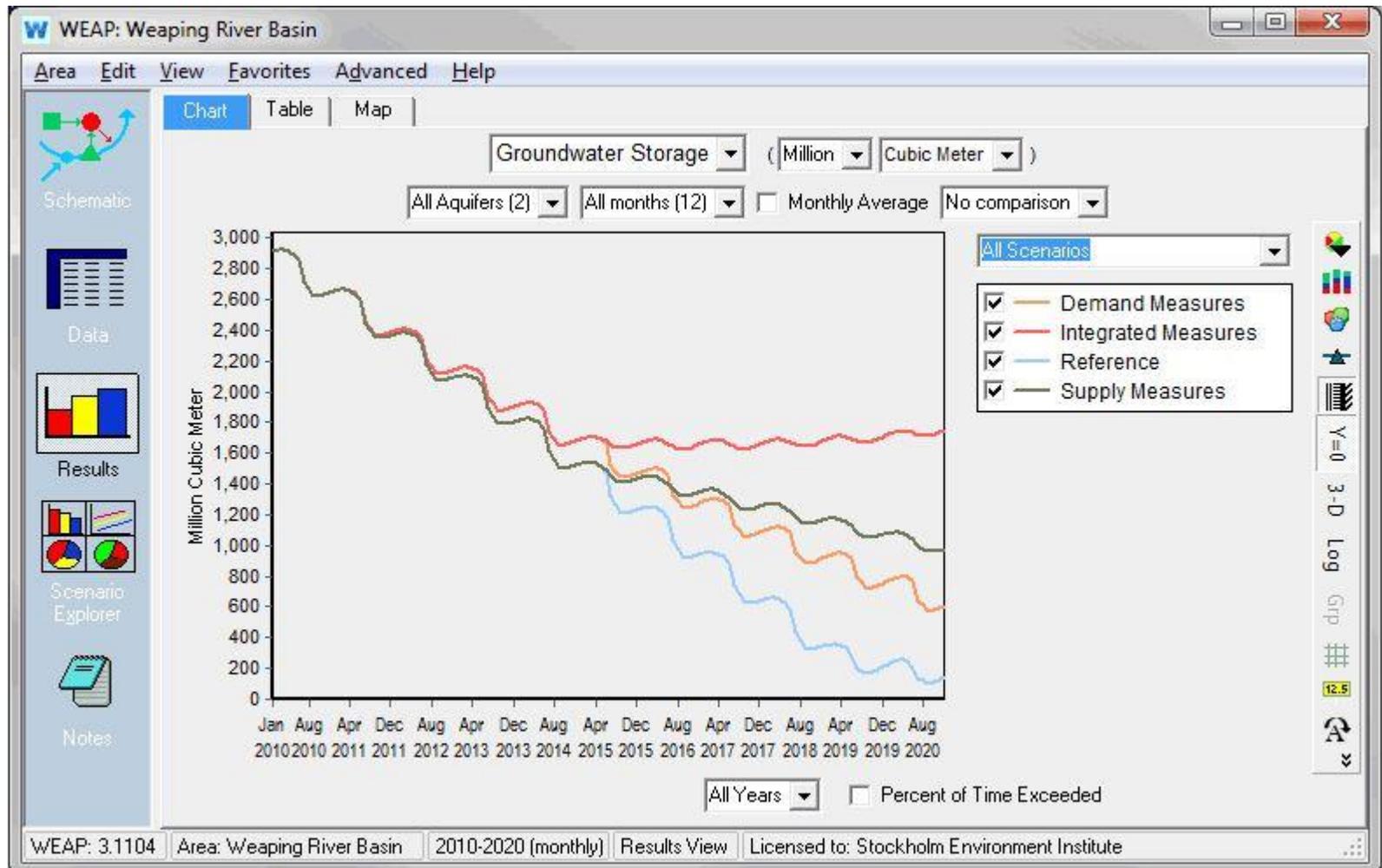
- **Ключевые допущения:** определяемые пользователем независимые переменные (демографические, нормы водопотребления и т. д.)
- **Спрос:** обычно по секторам
- **Гидрология:** подход к моделированию гидрологического цикла
- **Снабжение и ресурсы:** реки, линии электропередач, очистка сточных вод и т. д.

WEAP устанавливает ветки верхнего уровня в зависимости от масштаба модели; другие ветки, обычно определяются пользователем

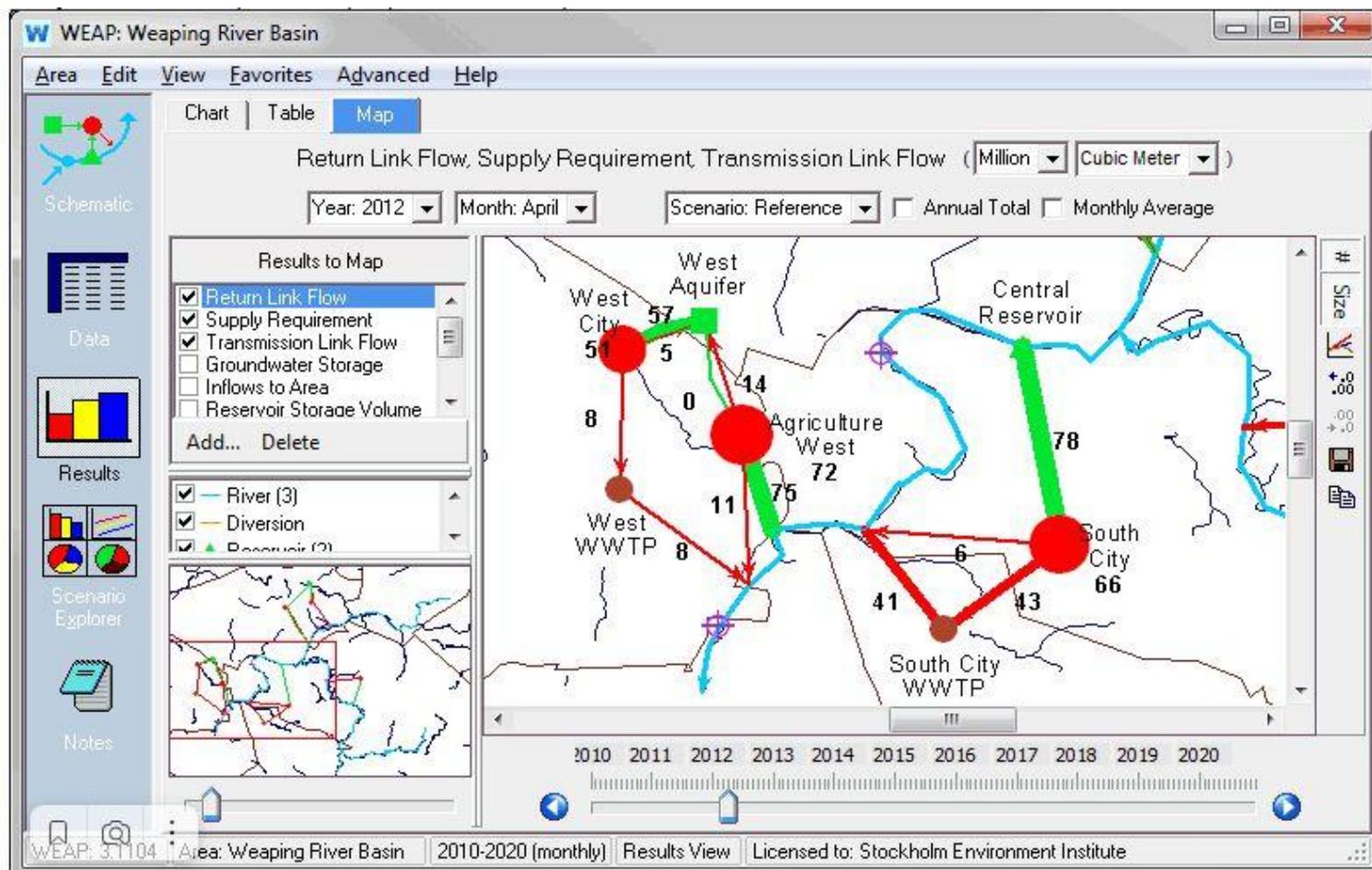
Поддерживает **стандартные взаимодействия** с графическим интерфейсом пользователя — копирование и вставка, щелчок и перетаскивание.

# Просмотр результатов на графике

Результаты могут отображаться в широком диапазоне форматов и масштабов



# Просмотр результатов на карте



# Просмотр сценариев

Выделите основные допущения и показатели в вашей системе и изучайте как изменения в одном месте может повлиять на других.



# Заметки

The screenshot displays the WEAP (Water Evaluation and Planning) software interface. The main window is titled "WEAP: Weaping River Basin" and features a menu bar with "Area", "Edit", "View", "Tree", "Advanced", and "Help". On the left, a vertical toolbar contains icons for "Schematic", "Data", "Results", "Scenario Explorer", and "Notes". The central area is divided into two panes. The left pane shows a tree view under "Key Assumptions" with the following structure:

- Key Assumptions
  - Drivers
    - GDP
    - Price of Water
    - Technical Innovation
    - Built Environment Expansion
    - Population Growth Rate
    - Efficiency Improvements
  - Monthly Variation
  - Elasticity
  - Demand Sites
  - Hydrology
  - Supply and Resources
  - Water Quality
  - Other Assumptions

The right pane is a "Notes for branch: Key" window with a rich text editor. It contains the following text:

## Weaping River Basin

A sample data set for a fictional area called the Weaping River Basin. The User Guide refers to this data set when describing data entry screens and reports. It is worthwhile exploring this data set, as it illustrates most of the features of WEAP and the types of analysis that WEAP facilitates. Essentially, the area depicts a river basin with growing problems of water shortages, groundwater depletion and environmental pressures. These problems of the Reference Scenario are addressed in a series of scenarios employing a variety of both demand- and supply-oriented measures.

The bottom status bar of the application shows: "WEAP: 3.1104 | Area: Weaping River Basin | 2010-2020 (monthly) | Notes View | Licensed to: Stockholm Environment Institute".

Данный материал подготовлен благодаря поддержке американского народа через Агентство США по международному развитию (USAID). Содержание данной презентации является исключительной ответственностью компании Tetra Tech ES, Inc. и не обязательно отражает точку зрения USAID или правительства США.

Региональный проект USAID по водным ресурсам и окружающей среде  
Руководитель проекта – Екатерина Стрикелева  
050051 Казахстан, г. Алматы, Проспект Достык 210Б,  
Бизнес Центр «КОКТЕМ GRAND», 6-ой этаж

