
WEAP

Система оценки и планирования воды

Учебное пособие

Коллекция отдельных модулей, помогающих в обучении
программное обеспечение WEAP

June 2024

WEAP

Система оценки и планирования воды

Учебные модули

Обзор учебника	5
WEAP за один час	17
Основные инструменты	45
Сценарии	57
Уточнение анализа спроса	81
Уточнение предложения	103
Данные, результаты и форматирование	125
Водохранилища и производство электроэнергии.....	145
Качество воды	161
Связь WEAP с QUAL2K.....	185
Гидрология.....	195
Калибровка водосбора	Error! Bookmark not defined.
Гидрология снега	Error! Bookmark not defined.
Ледники.....	Error! Bookmark not defined.
Финансовый анализ	Error! Bookmark not defined.
Связь WEAP с MODFLOW	Error! Bookmark not defined.
Связь WEAP с LEAP	Error! Bookmark not defined.

WEAP

Система оценки и планирования воды

Обзор учебника

<i>Введение.....</i>	<i>6</i>
<i>Фон.....</i>	<i>6</i>
<i>Разработка WEAP.....</i>	<i>7</i>
<i>Подход WEAP</i>	<i>7</i>
<i>Структура программы.....</i>	<i>8</i>
<i>Структура учебника.....</i>	<i>12</i>

June 2024

Введение

WEAP[®] - это микрокомпьютерный инструмент для интегрированного планирования водных ресурсов. Он обеспечивает *комплексную, гибкую и удобную для пользователя* основу для анализа политики. Все большее число специалистов в области водных ресурсов находят WEAP полезным дополнением к своему набору моделей, баз данных, электронных таблиц и другого программного обеспечения.

В этом обзоре кратко описаны цель, подход и структура WEAP. Также представлено содержание учебника WEAP; учебник построен в виде серии модулей, в которых рассматриваются все аспекты возможностей моделирования WEAP. Хотя сам учебник построен на очень простых примерах, он охватывает большинство аспектов WEAP. Более сложная модель, представляющая эти аспекты в контексте реальной ситуации, включена в WEAP под названием "Weeping River Basin". Подробное техническое описание также доступно в отдельной публикации - *Руководстве пользователя WEAP*.

Фон

Многие регионы сталкиваются с серьезными проблемами в области управления пресной водой. Распределение ограниченных водных ресурсов, качество окружающей среды и политика устойчивого водопользования вызывают все большую озабоченность. Обычные имитационные модели, ориентированные на снабжение, не всегда адекватны. В последнее десятилетие появился интегрированный подход к развитию водных ресурсов, при котором проекты водоснабжения рассматриваются в контексте вопросов спроса, качества воды и сохранения экосистемы.

WEAP стремится включить эти ценности в практический инструмент для планирования водных ресурсов. WEAP отличается интегрированным подходом к моделированию водных систем и ориентацией на политику. WEAP ставит сторону спроса - модели водопользования, эффективность оборудования, повторное использование, цены и распределение воды - в один ряд со стороной предложения - стоком, подземными водами, водохранилищами и переброской воды. WEAP - это лаборатория для изучения альтернативных стратегий развития и управления водными ресурсами.

WEAP является всеобъемлющей, понятной и простой в использовании, и пытается помочь, а не заменить квалифицированного специалиста по планированию. В качестве базы данных WEAP предоставляет систему для хранения информации о спросе и предложении воды. В качестве инструмента прогнозирования WEAP моделирует спрос, предложение, потоки и хранение воды, а также образование, очистку и сброс загрязняющих веществ. В качестве инструмента анализа политики WEAP оценивает полный спектр вариантов развития и управления водными ресурсами и учитывает многочисленные и конкурирующие виды использования водных систем.

Разработка WEAP

Стокгольмский институт окружающей среды оказал основную поддержку в разработке WEAP. Гидрологический инженерный центр Инженерного корпуса армии США финансировал значительные усовершенствования. Ряд агентств, включая Всемирный банк, USAID и Глобальный инфраструктурный фонд Японии, оказали поддержку проекту. WEAP применяется для оценки водных ресурсов в более чем ста странах.

Подход WEAP

Основываясь на базовом принципе водного баланса, WEAP применим к муниципальным и сельскохозяйственным системам, отдельным водосборным бассейнам или сложным трансграничным речным системам. Более того, WEAP может решать широкий круг вопросов, *например*, анализ отраслевого спроса, водосбережение, права на воду и приоритеты распределения, моделирование подземных вод и речного стока, эксплуатация водохранилищ, производство гидроэлектроэнергии, отслеживание загрязнения, требования к экосистемам, оценка уязвимости и анализ выгод и затрат на проект.

Аналитик представляет систему с точки зрения различных источников снабжения (*например*, рек, ручьев, подземных вод, водохранилищ и опреснительных установок); сооружений для забора, передачи и очистки сточных вод; потребностей в воде и экосистемных требований; а также образования загрязнений. Структура данных и уровень детализации могут быть легко изменены в соответствии с требованиями конкретного анализа и с учетом ограничений, налагаемых ограниченными данными.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Приложения WEAP обычно включают несколько этапов. *Определение исследования устанавливает* временные рамки, пространственные границы, компоненты системы и конфигурацию проблемы. *Текущие счета*, которые можно рассматривать как этап калибровки при разработке приложения, обеспечивают моментальный снимок фактического спроса на воду, нагрузки загрязнения, ресурсов и поставок для системы. В текущие счета могут быть встроены ключевые допущения для представления политики, затрат и факторов, влияющих на спрос, загрязнение, снабжение и гидрологию. *Сценарии* основываются на текущих счетах и позволяют изучить влияние альтернативных предположений или политики на доступность и использование воды в будущем. Наконец, сценарии *оцениваются с точки зрения* достаточности воды, затрат и выгод, совместимости с экологическими целями и чувствительности к неопределенности ключевых переменных.

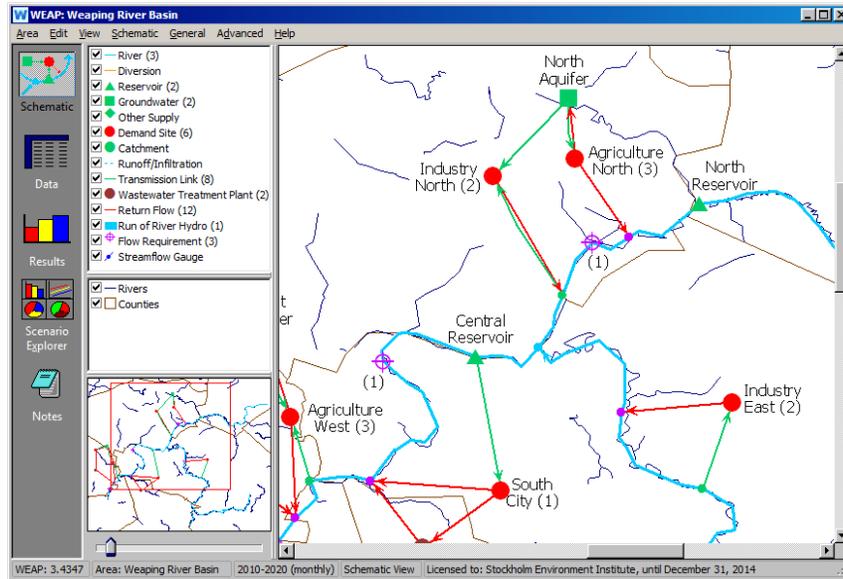
Структура программы

WEAP состоит из пяти основных представлений: Схема, Данные, Результаты, Исследователь сценариев и Заметки. Эти пять видов представлены ниже.

Схема:

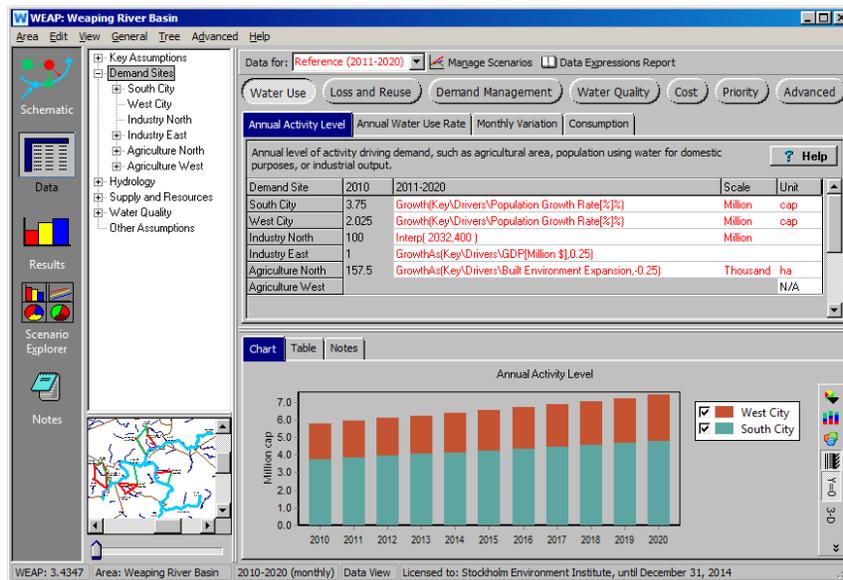
Это представление содержит инструменты на основе ГИС для простой настройки системы. Объекты (например, узлы спроса, резервуары) можно создавать и размещать в системе путем перетаскивания элементов из меню. В качестве фоновых слоев можно добавлять векторные или растровые файлы ArcView или другие стандартные файлы ГИС. Вы

можете быстро получить доступ к данным и результатам для любого узла, щелкнув на интересующем вас объекте.



Данные:

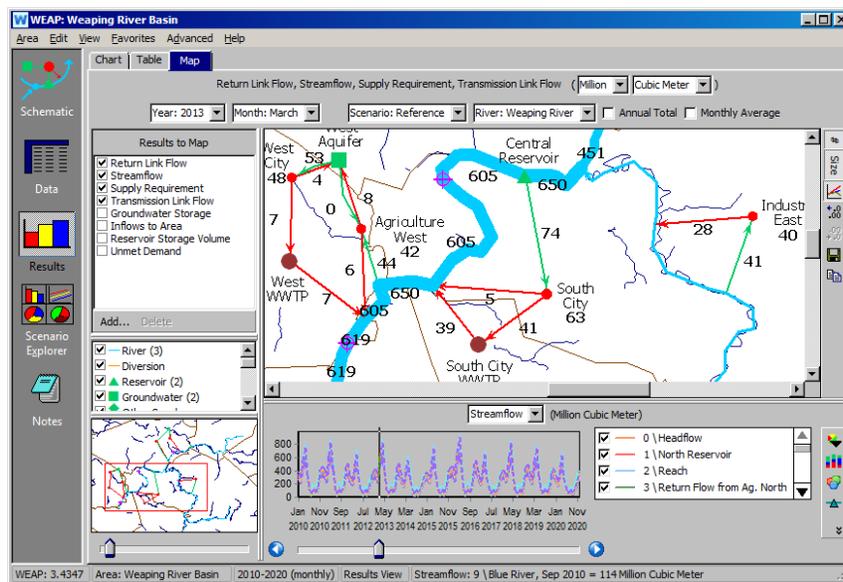
Представление "Данные" позволяет создавать переменные и взаимосвязи, вводить предположения и прогнозы с помощью математических выражений, а также динамически связываться с Excel.



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

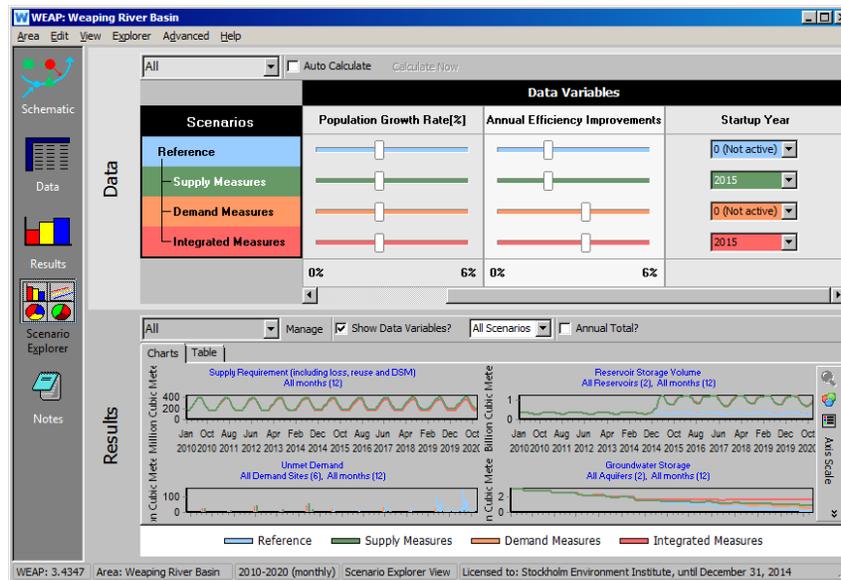
Результаты:

Представление "Результаты" позволяет детально и гибко отображать все выходные данные модели в виде графиков и таблиц, а также на схеме.



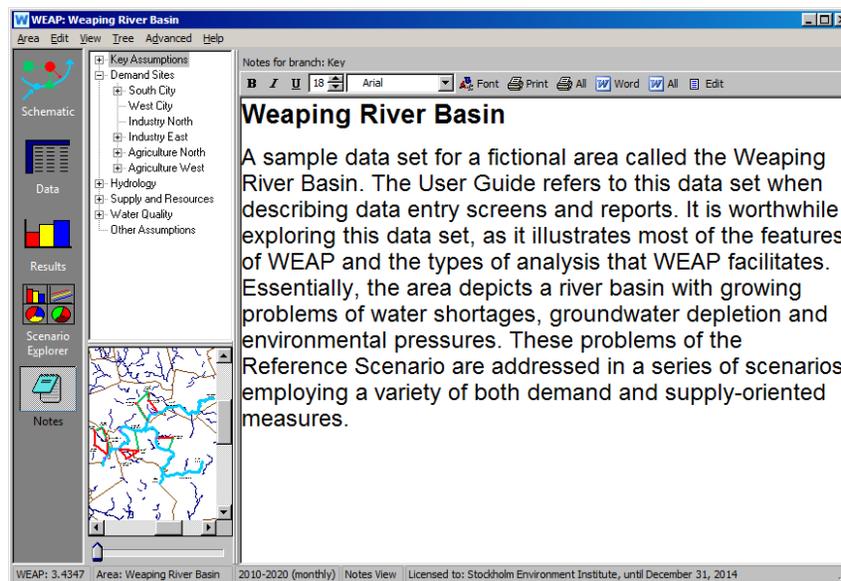
Исследователь сценариев:

Вы можете выделить ключевые данные и результаты в вашей системе для быстрого просмотра.



Примечания:

В представлении "Заметки" можно документировать данные и предположения.



Структура учебника

Этот полный учебник поможет вам разобраться в широком спектре приложений, которые могут быть реализованы с помощью WEAP. В первых трех модулях (WEAP за один час, Основные инструменты и Сценарии) представлены основные элементы, необходимые для любого моделирования с помощью WEAP. В остальных модулях представлены уточнения, которые могут быть или не быть применимы в вашей ситуации.

Помимо трех основных модулей, учебные модули можно проходить в любом порядке и независимо друг от друга, как вы считаете нужным. Все они начинаются с одной и той же модели, которую вы создадите после прохождения первых трех модулей.

Ниже приведен список всех модулей, начиная с трех основных; в пункте указаны аспекты, рассматриваемые в каждом модуле.

WEAP за один час

- Создание новой пустой области исследования
- Настройка общих параметров
- Ввод элементов в схему
- Получение первых результатов

Основные инструменты

- Создание и использование ключевых предположений
- Использование конструктора выражений

Сценарии

- Подготовка почвы для сценариев
- Создание эталонного сценария
- Создание и запуск сценариев
- Использование метода водного года

Уточнение анализа спроса

- Дезагрегирование спроса
- Моделирование управления спросом, потерь и повторного использования
- Установление приоритетов распределения спроса

Уточнение предложения

- Изменение приоритетов поставок
- Моделирование снабжения водохранилищ
- Добавление требований к потоку
- Моделирование ресурсов подземных вод

Данные, результаты и форматирование

- Обмен данными
- Импорт временных рядов
- Работа с результатами
- Форматирование

Водохранилища и производство электроэнергии

- Моделирование эксплуатации водохранилища
- Добавление вычислений гидроэнергетики
- Моделирование речных электростанций

Качество воды

- Настройка моделирования качества
- Ввод данных о качестве воды
- Использование ограничений на приток воды по качеству для востребованного участка

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

- Ввод данных о деятельности, генерирующей загрязнения, для востребованных объектов
- Моделирование станции очистки сточных вод

Связь WEAP с QUAL2K

- Ссылка на QUAL2K
- Сценарии выполнения

Гидрология

- Моделирование водосборных бассейнов: Метод упрощенных коэффициентов
- Понимание метода определения влажности почвы
- Моделирование водосборных бассейнов: Метод почвенной влаги
- Моделирование взаимодействия поверхностных и подземных вод

Калибровка водосбора

- Сбор данных наблюдений и выбор мест калибровки модели
- Заполнение данных наблюдений и выбор периода калибровки модели
- Визуальная оценка калибровки модели
- Настройка ключевых параметров и проведение анализа чувствительности модели
- Оптимизация калибровки на основе визуальной и статистической оценки
- Советы по калибровке моделей

Гидрология снега

- Изучите уже существующую модель

- Введите климатические и калибровочные данные водосбора
- Изучите чувствительность модели
- Калибровка с помощью PEST
- Приложение

Ледники

- Моделирование ледника
- Введите климат водосборного бассейна
- Влияние температуры охлаждения
- Влияние потепления температуры
- Чувствительность параметров (коэффициент излучения)

Финансовый анализ

- Создание модели затрат и выгод
- Стоимость моделирования
- Преимущества моделирования

Связь WEAP с MODFLOW

- Связь с MODFLOW
- Запуск MODFLOW и просмотр результатов
- Сценарий: Увеличение численности населения
- Сценарий: Орошение
- Сценарий: Искусственная подпитка

Связь WEAP с LEAP

- Взаимосвязь WEAP и LEAP

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

- Сценарий: Производство гидроэлектроэнергии с помощью WEAP
- Сценарий: Спрос на охлаждающую воду от LEAP
- Сценарий: Спрос на электроэнергию по данным WEAP

WEAR

Система оценки и планирования воды

WEAR за один час

УРОК ПО

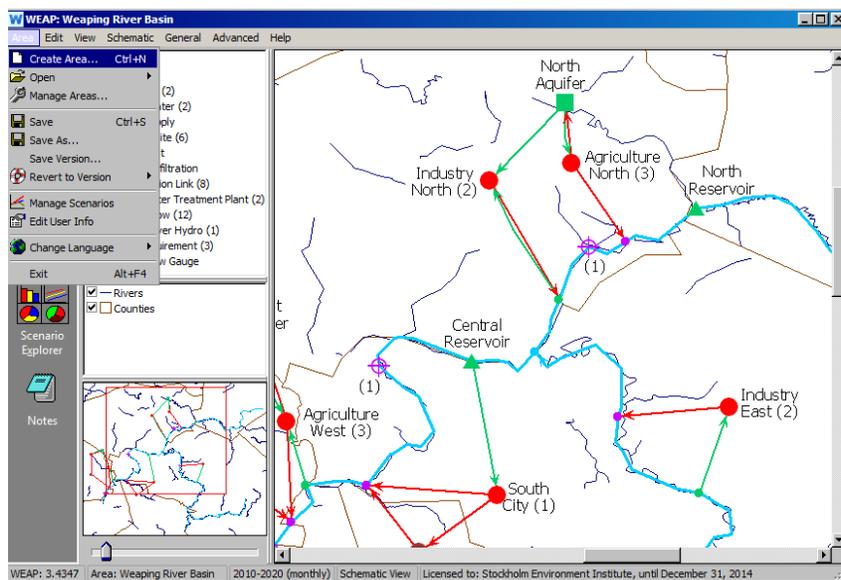
<i>Создание новой пустой области исследования.....</i>	<i>18</i>
<i>Настройка общих параметров.....</i>	<i>22</i>
<i>Ввод элементов в схему.....</i>	<i>25</i>
<i>Получение первых результатов</i>	<i>40</i>

June 2024

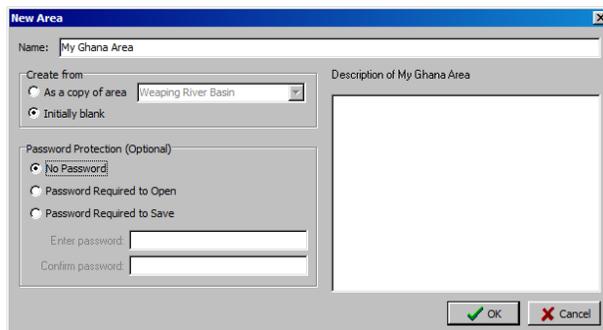
Создание новой пустой области исследования

1. Создайте новую пустую область .

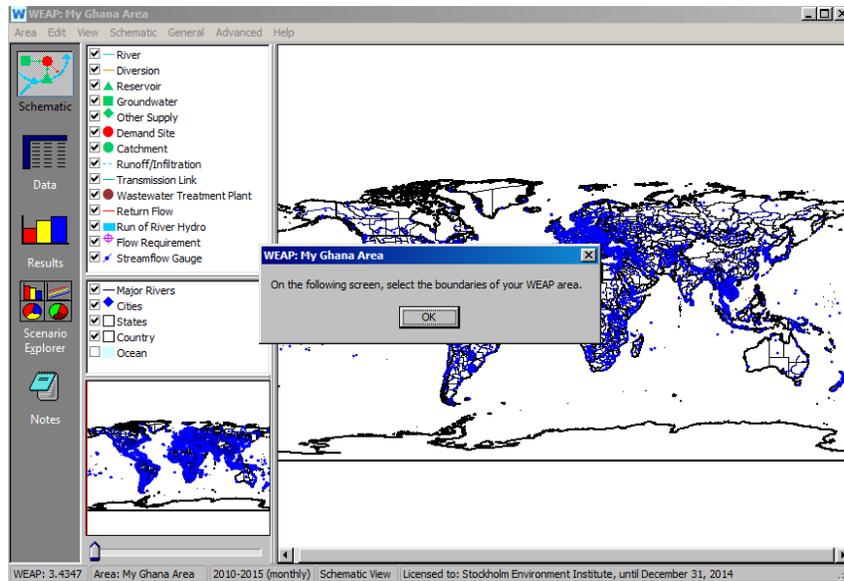
Сейчас вы потренируетесь в создании новой пустой области. Когда вы откроете WEAP в первый раз, появится область проекта под названием "Weaping River Basin". Используйте опцию меню Area, Create Area, чтобы создать новую пустую область.



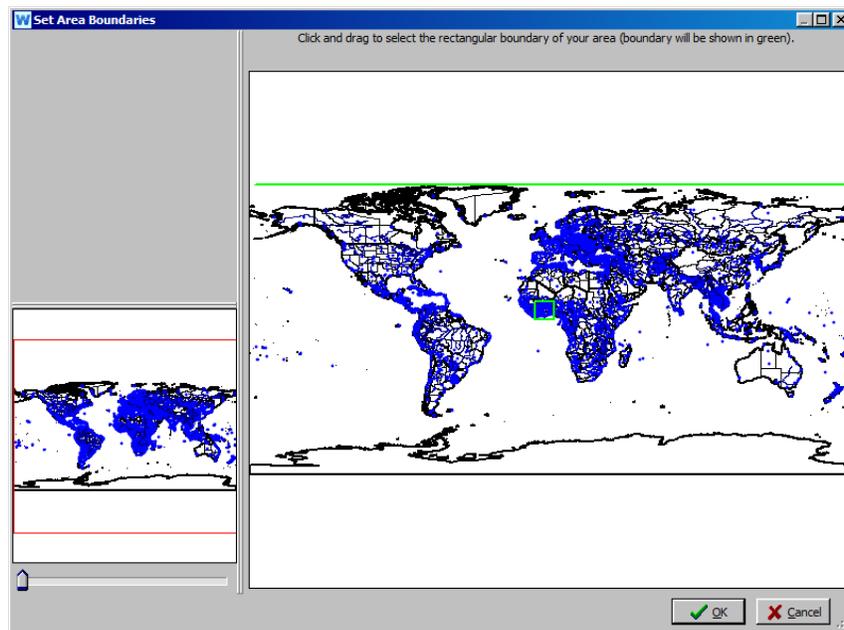
Появится окно, как показано ниже, в котором нужно выбрать опцию "Initially Blank". На следующих этапах вы будете определять эту область для конкретного географического района мира, поэтому при желании вы можете назвать область на основе этого выбора (например, My Ghana Area). Вы также можете сохранить ее как еще одну версию строящейся модели, если вам нужно несколько версий. Обратите внимание, что вы можете выбрать, будет ли она защищена паролем.



После нажатия кнопки "ОК" вам может быть предложено сохранить изменения в Weaping River Basin. После нажатия кнопки "Да" или "Нет" вы получите следующее окно:

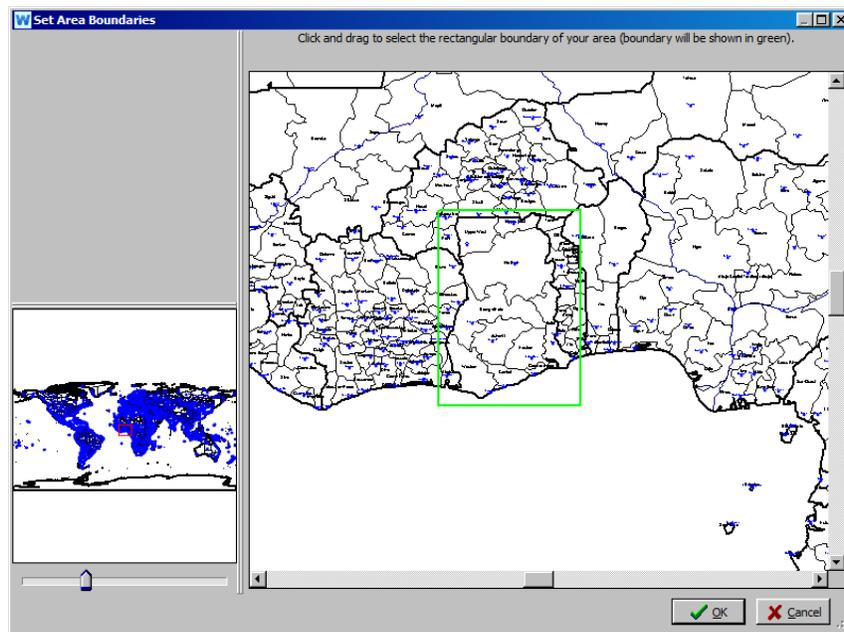


Снова нажмите "ОК". В следующем окне на появившейся карте мира выберите географическую область для вашего проекта. С помощью курсора нарисуйте прямоугольник вокруг области, которую будет представлять ваш проект. Границы появятся в виде зеленого прямоугольника.

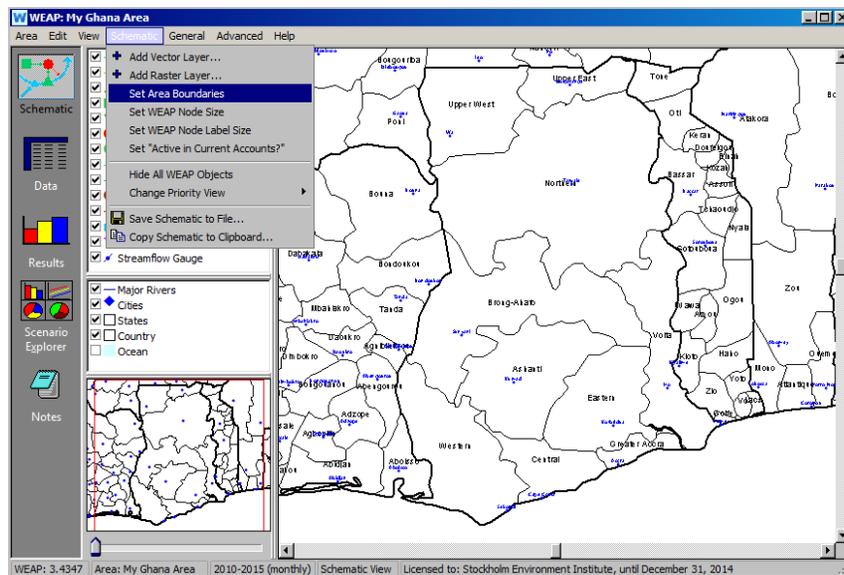


Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Затем с помощью ползунка в левой нижней части окна можно увеличить масштаб выбранной области.



Вы можете перерисовать свой зеленый прямоугольник, чтобы наилучшим образом отобразить нужную область в этом виде. Нажмите "OK", когда будете удовлетворены границами области. Обратите внимание, что вы можете изменить эти границы позже, выбрав "Set Area Boundaries" в выпадающем меню под Schematic в верхней строке меню.



В WEAP модели называются "областями".

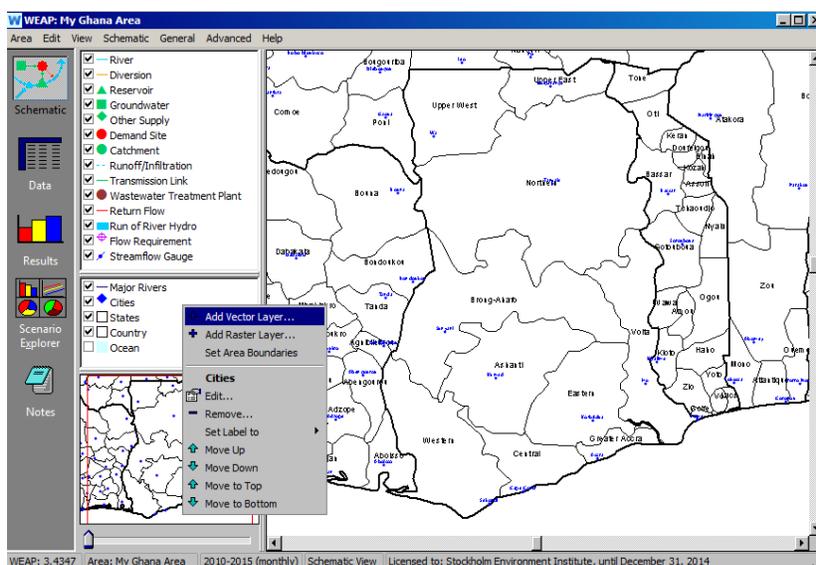


Области ограничены границами, которые определяют границы области проекта. Если вы создаете новую область путем копирования существующей, ее границы остаются идентичными границам существующей области. Чтобы изменить границы после создания новой области, перейдите в меню Schematic и выберите "Set Area Boundaries".

Обратите внимание, что если вы хотите начать с "пустой" области, вы можете использовать описанные выше шаги, чтобы выбрать географическую область над одним из океанов вместо массива суши.

2. Добавить слой ГИС в область

Вы можете добавить растровые и векторные карты на основе ГИС на территорию вашего проекта - эти карты помогут вам сориентироваться и построить систему, а также уточнить границы территории. Чтобы добавить растровый или векторный слой, щелкните правой кнопкой мыши в среднем окне слева от схемы и выберите "Добавить растровый слой" или "Добавить векторный слой".



Появится окно, в котором вы можете ввести имя этого файла и указать, где WEAP может найти его на вашем компьютере или в Интернете. На данный момент закройте окно, нажав кнопку "Отмена".



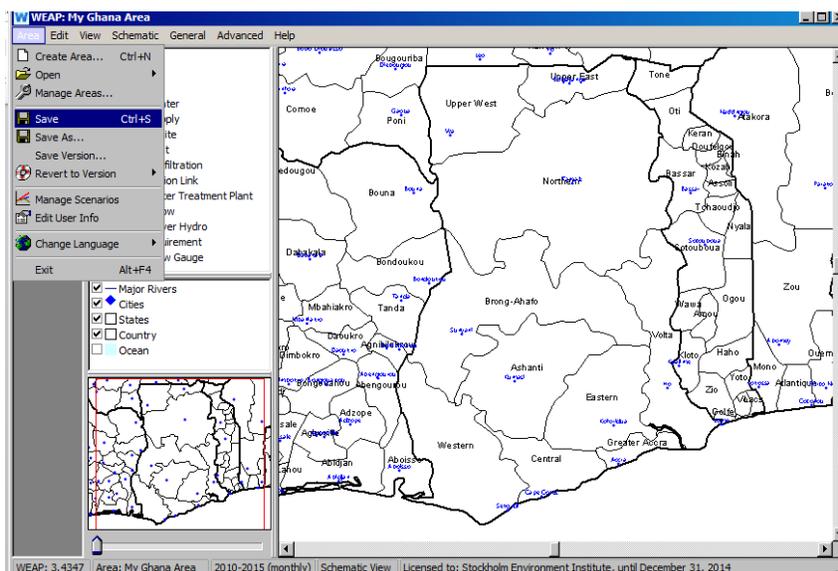
Фоновые векторные данные можно добавить, нажав кнопку "Добавить векторный слой". WEAP считывает векторную информацию в формате SHAPEFILE. Этот формат может быть создан большинством программ ГИС.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Большое количество данных с привязкой к местности (как в векторном, так и в растровом формате) доступно в Интернете, иногда бесплатно. Следует иметь в виду, что некоторые из загружаемых данных могут нуждаться в ГИС-обработке, прежде чем их можно будет использовать в WEAP, особенно для адаптации проекции и/или системы координат.

3. Сохранение области

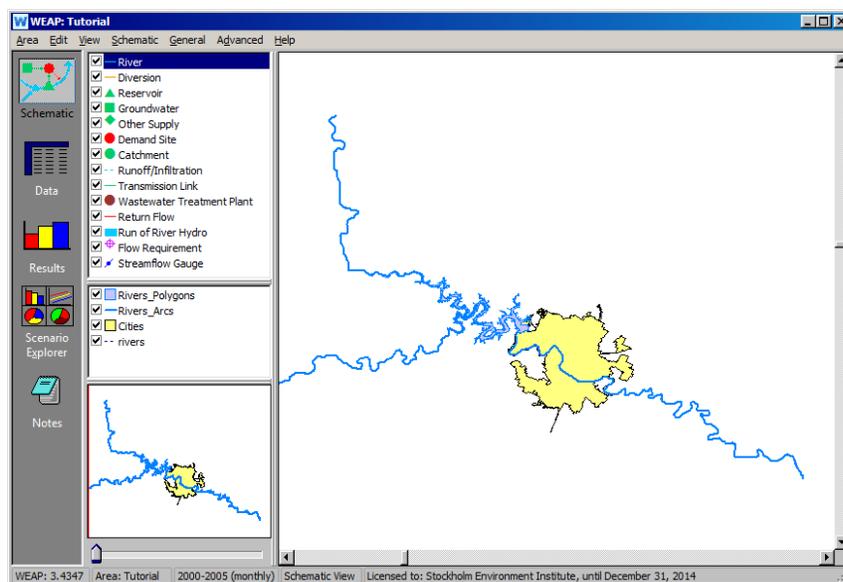
Если вы хотите сохранить эту область для последующего использования, воспользуйтесь меню "Область", "Сохранить..." или нажмите Ctrl+S.



Настройка общих параметров

Теперь мы приступим к изучению навигации по WEAP и его функциональных возможностей. Для остальных упражнений в этом руководстве мы будем использовать предварительно определенную область под названием "Tutorial".

Чтобы открыть эту область, в Главном меню перейдите в область и выберите "Открыть". Вы должны увидеть список областей, в котором есть "Учебник". Выберите эту область. Теперь вы должны увидеть схему, как показано ниже, с синими линиями для рек и желтым многоугольником для города.



Если вы не видите этого, зайдите в меню Area, выберите "Revert to Version" и выберите версию под названием "Starting Point for 'WEAP in One Hour' module" (перед названием будет стоять дата и время).

4. Настройка общих параметров

Когда откроется область, используйте меню "Общие", чтобы установить годы и временные шаги.

Установите Текущий год счетов на 2000, а Последний год сценариев на 2005. Установите 12 временных шагов в год. Установите границу временного шага "На основе календарного месяца", начиная с января (см. ниже).

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

#	Title	Abbrev.	Length	Begins	Ends
1	January	Jan	31	Jan 1	Jan 31
2	February	Feb	28	Feb 1	Feb 28
3	March	Mar	31	Mar 1	Mar 31
4	April	Apr	30	Apr 1	Apr 30
5	May	May	31	May 1	May 31
6	June	Jun	30	Jun 1	Jun 30
7	July	Jul	31	Jul 1	Jul 31
8	August	Aug	31	Aug 1	Aug 31
9	September	Sep	30	Sep 1	Sep 30
10	October	Oct	31	Oct 1	Oct 31
11	November	Nov	30	Nov 1	Nov 30

В разделе "Общие" также можно задать единицы измерения. Пока мы оставим их по умолчанию (единицы СИ).



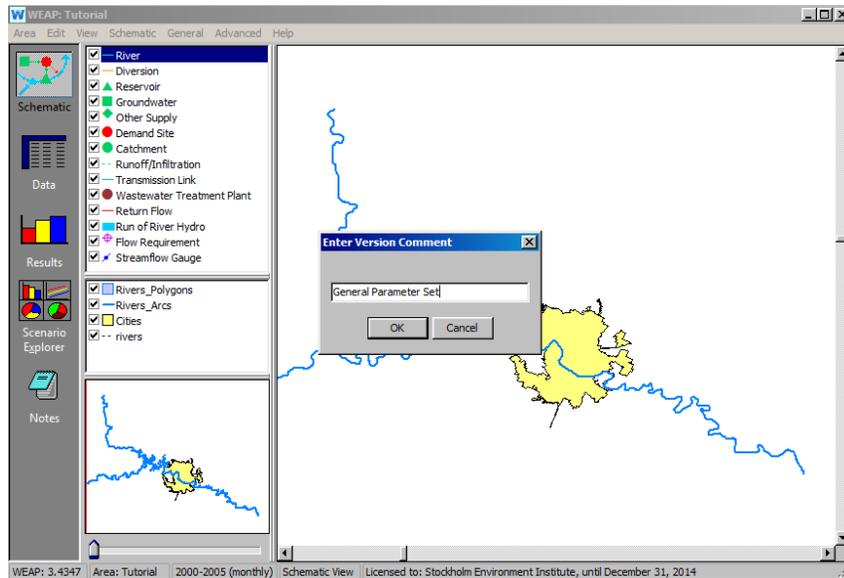
2000 год будет использоваться в качестве года "Текущих счетов" для данного проекта. Текущий год выбран в качестве базового года для модели, и вся системная информация (например, данные о спросе и предложении) вводится в текущий год. Текущий счет - это набор данных, на основе которого строятся сценарии. Сценарии исследуют возможные изменения в системе в последующие годы после года текущего счета. Сценарий по умолчанию, "Эталонный сценарий", переносит данные Текущего счета на весь указанный период проекта (в данном случае с 2000 по 2005 год) и служит точкой сравнения для других сценариев, в которых могут быть внесены изменения в данные системы. Более подробно сценарии будут рассмотрены в одном из следующих модулей.



Временные шаги следует выбирать с учетом уровня точности имеющихся данных. Более короткий временной шаг увеличит время расчета, особенно если необходимо рассчитать несколько сценариев.

5. Сохраните версию вашей области

Выберите "Сохранить версию" в меню "Область". Появится окно с просьбой ввести комментарий для описания этой версии. Введите "общие параметры установлены".



Как и в любой другой программе, обычно полезно регулярно сохранять свою работу в WEAP. WEAP управляет всеми файлами, относящимися к той или иной области. При сохранении новой области автоматически сохраняются все связанные с ней файлы. Файлы сохраняются в папке установки программы WEAP. Вы можете управлять областями, экспортировать и импортировать их, создавать резервные копии и отправлять их по электронной почте с помощью меню Area..., Manage Areas.



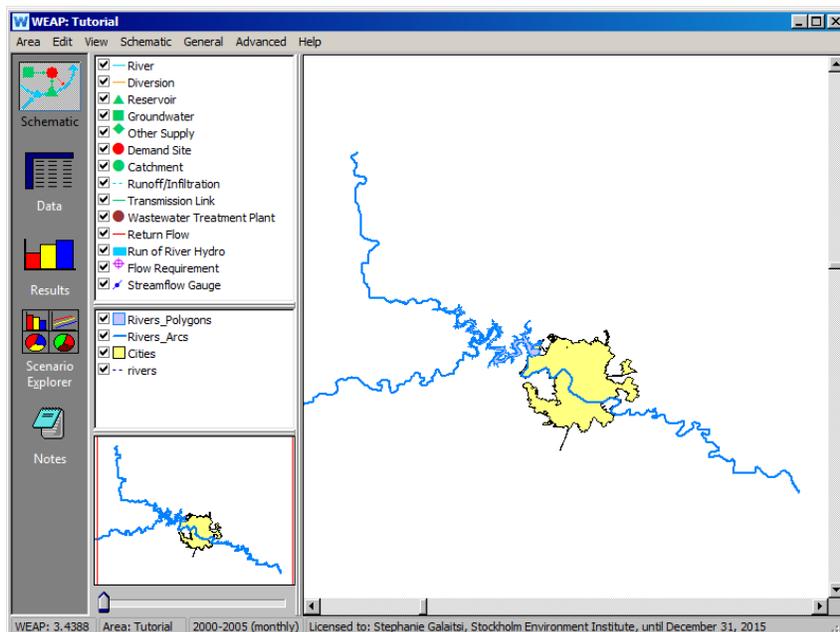
WEAP также имеет очень удобную функцию версионирования, которая позволяет сохранять версии модели в пределах одной области. Для сохранения версии используйте меню "Область", "Сохранить версию...:", а для перехода к другой версии - "Область", "Вернуться к версии". Вы можете переключаться между последними и старыми версиями без потери данных. WEAP будет автоматически создавать версии вашей модели при каждом сохранении. Однако лучше вручную создать версию состояния, которое вы действительно хотите сохранить, так как WEAP со временем удалит старые автоматические версии для экономии места на диске, оставив только несколько.

Ввод элементов в схему

6. Нарисуйте реку

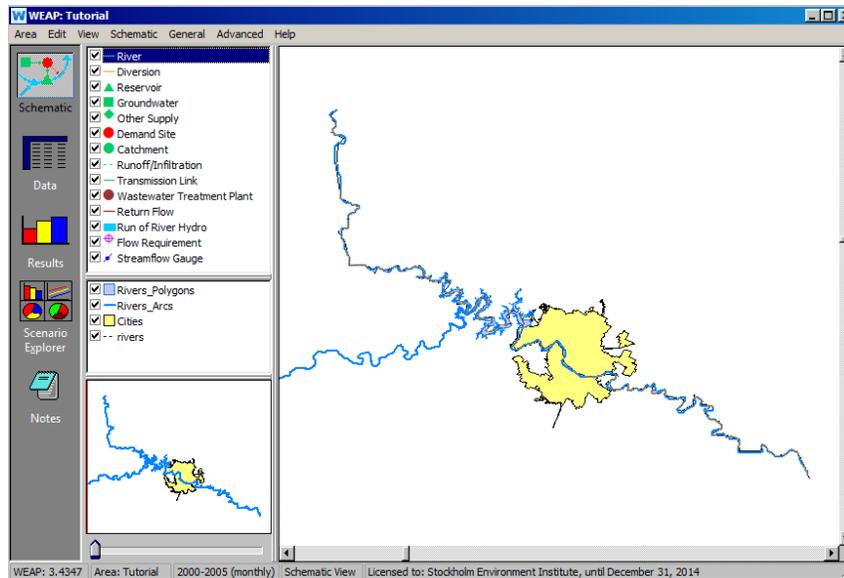
Нажмите на символ "Река" в окне Элемент и удерживайте его, перетаскивая символ на карту. Отпустите щелчок, когда вы установите курсор над левой верхней начальной точкой основного участка реки. Переместите курсор, и вы заметите, что из начальной точки генерируется линия.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



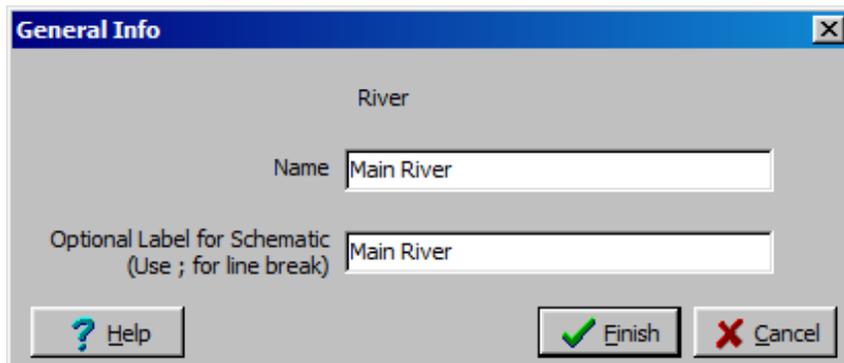
Направление рисования имеет значение: первая точка, которую вы нарисуете, станет истоком реки, откуда будет течь вода. В дальнейшем вы сможете изменить русло реки, просто щелкнув мышью по любой ее части, чтобы создать новую точку, или щелкнув правой кнопкой мыши по любой точке, чтобы удалить ее.

Проведите линию реки от верхнего течения (слева сверху) к нижнему (справа внизу), нажимая один раз, чтобы закончить каждый нарисованный отрезок. Вы можете следовать линии реки так точно, как вам нравится, или нарисовать менее подробное изображение (ниже). Обратите внимание, что то, насколько точно вы будете следовать реальному течению реки, повлияет на работу некоторых функций в WEAP. Например, если вы планируете моделировать параметры качества воды вдоль реки, то будет выгодно построить элемент реки как можно ближе к реальному руслу, потому что WEAP потребуется рассчитать время пребывания в реке (функция длины русла), чтобы выполнить моделирование качества воды. Увеличение масштаба реки (с помощью панели масштабирования в нижнем окне схемы) может помочь, если вы хотите более точно проследить путь реки. Необязательно рисовать реку на ответвлении, идущем горизонтально слева. Вы также можете подправить реку позже, если захотите добавить больше деталей.



Когда вы дважды щелкните, чтобы закончить рисование реки, появится диалоговое окно для присвоения ей названия (см. ниже).

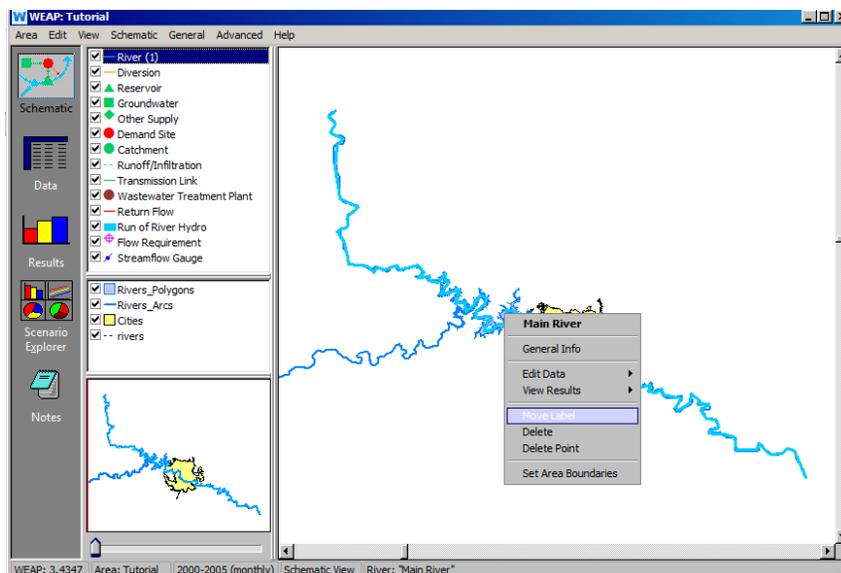
Назовите реку "Главная река".



Вы также можете ввести необязательную метку для представления схемы (более короткая метка может помочь избежать загромождения схемы).

Вы можете переместить метку реки в другое место, щелкнув правой кнопкой мыши в любом месте реки и выбрав "Переместить метку". Метка будет следовать за курсором - достаточно одного щелчка, чтобы метка оказалась в нужном месте.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

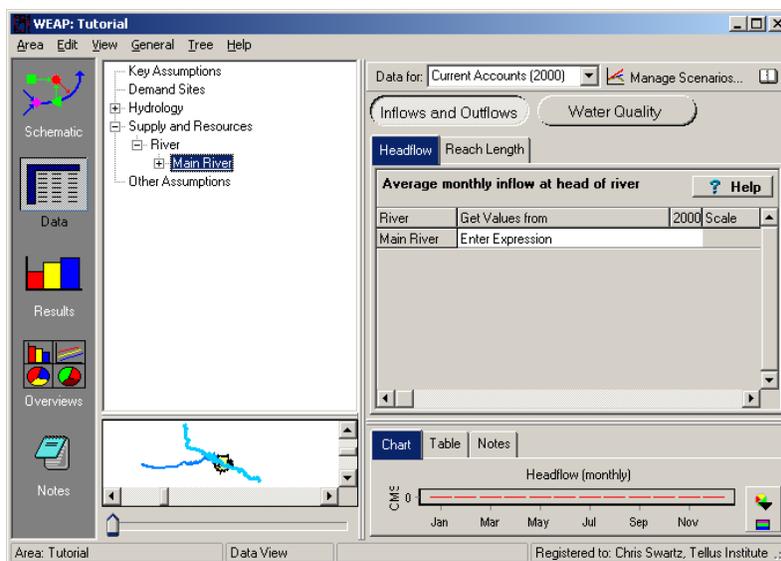


7. Введите данные для главной реки

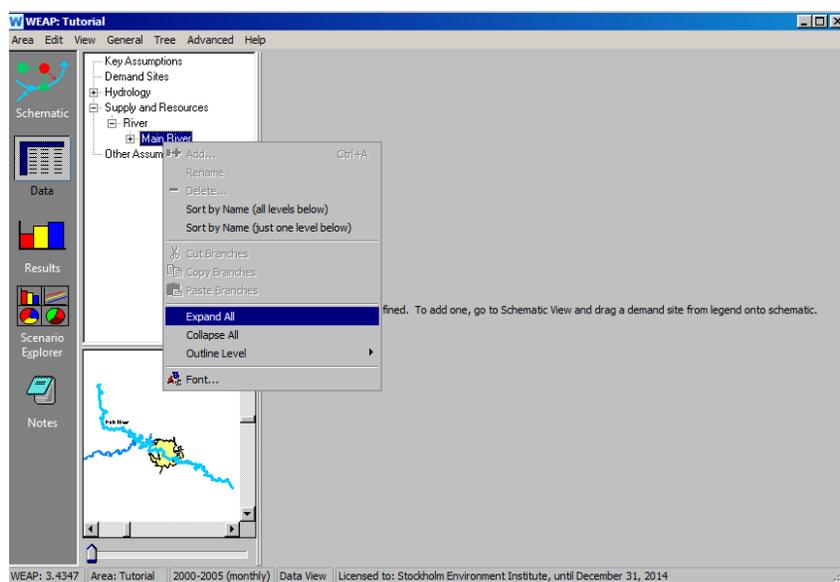
Существует два способа перехода к разделу ввода данных в WEAP для ввода данных по Главной реке.

Щелкните правой кнопкой мыши на Главной реке и выберите Редактировать данные и любой элемент в списке.

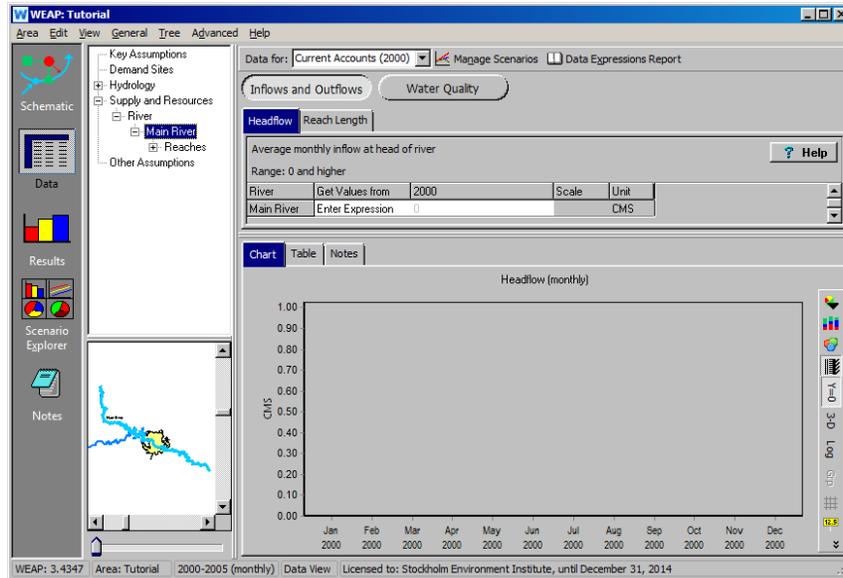
Переключитесь в режим просмотра данных, нажав на символ данных в левой части главного экрана. Выберите: *Supply and Resources/ River /Main River* в дереве Data. Возможно, вам придется нажать на значок "плюс" рядом с веткой *Supply and Resources*, чтобы просмотреть все дополнительные ветки под ней в дереве.



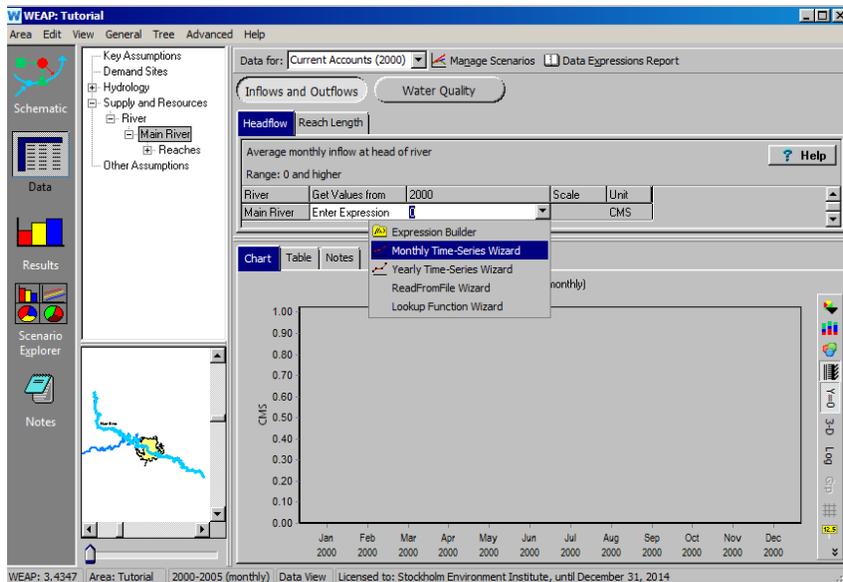
Также можно воспользоваться выпадающим меню "Дерево" и выбрать "Развернуть все", чтобы просмотреть все ветви.



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Окно "Притоки и оттоки" должно быть открыто - если это не так, нажмите на соответствующую кнопку. Перейдите на вкладку "Головной сток". В окне ввода данных щелкните на области сразу под полосой с надписью "2000", чтобы увидеть значок выпадающего меню. Выберите "Мастер ежемесячных временных рядов" из выпадающего меню.

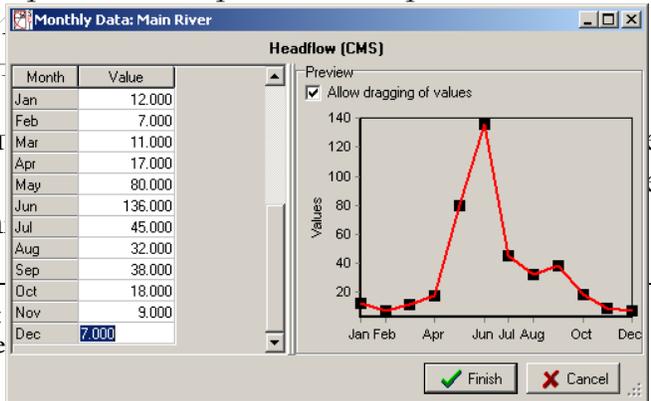


С помощью мастера ежемесячных временных рядов введите следующие ряды данных:

MonthFlow (CMS)

Январь12 Февраль7 Март11 Апрель17 Май80
 Июнь136
 Октябрь18

Обратите внимание, что I отображаются графически. данные. Нажмите кнопку Fin

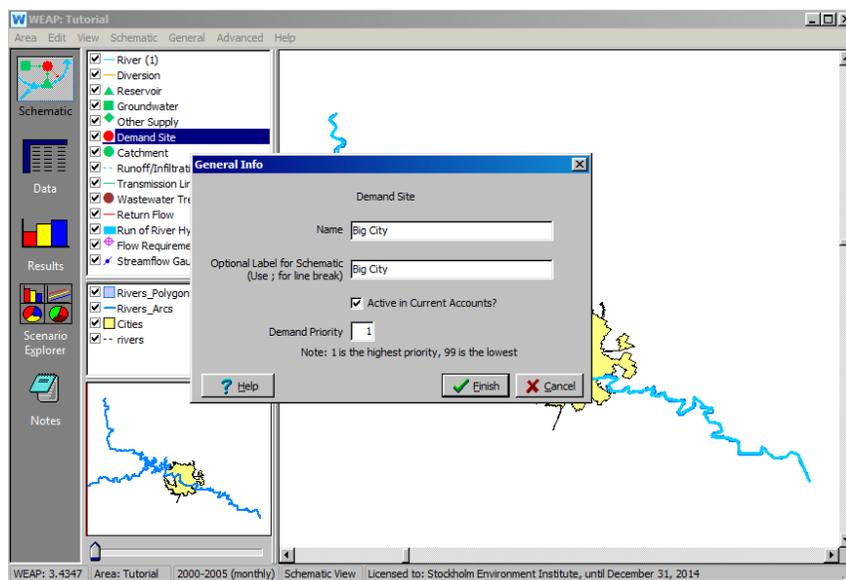


WEAP разделяет реки на участки участок; по мере добавления точек создавать новые участки.

8. Создайте сайт городского спроса и введите соответствующие данные

Создание узла спроса аналогично процессу, который вы использовали для создания реки. Вернитесь в вид "Схема" и потяните символ узла требований на схему из окна "Элемент", отпустив щелчок, когда вы расположите узел на левом берегу реки (лицом вниз по течению) в желтой области, обозначающей протяженность города.

Введите в диалоговом окне имя этого узла спроса "Большой город" и установите приоритет спроса на 1.

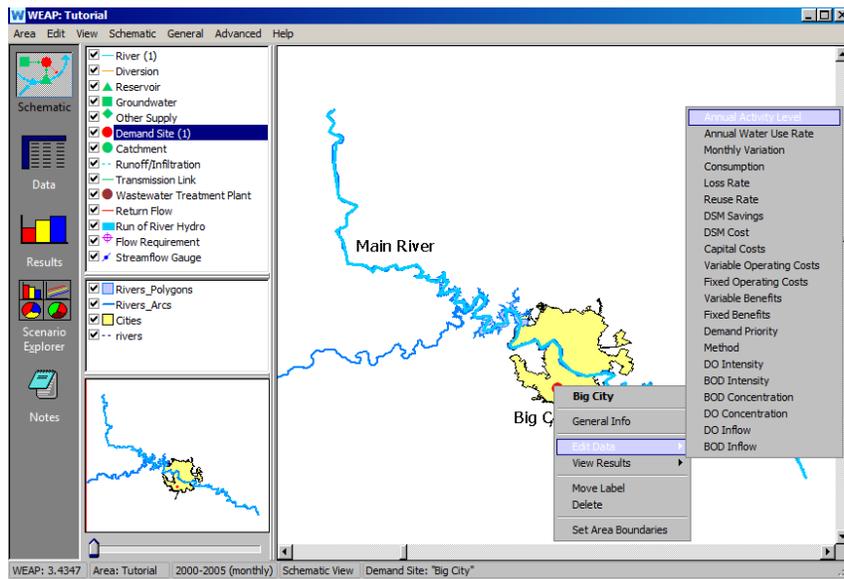


Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Щелкните правой кнопкой мыши на сайте Big City demand и выберите "Редактировать данные" и "Ежегодный уровень активности". Это альтернативный способ редактирования данных, а не нажатие на значок вида "Данные" в меню боковой панели и поиск по дереву данных.

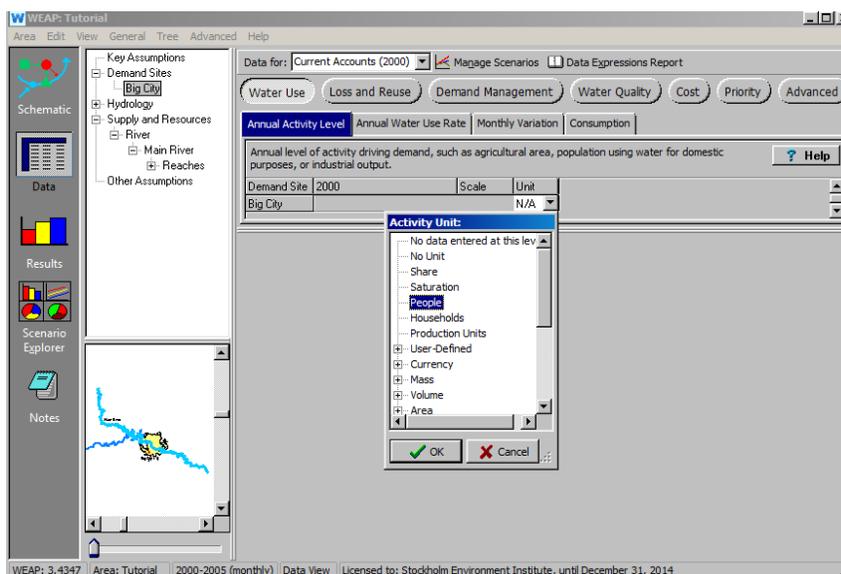


Приоритет спроса представляет собой уровень приоритета при распределении ограниченных ресурсов между несколькими объектами спроса. WEAP будет пытаться снабжать все сайты с наивысшим приоритетом спроса (1), постепенно переходя к сайтам с более низким приоритетом, пока весь спрос не будет удовлетворен или все ресурсы не будут использованы - в зависимости от того, что произойдет раньше.

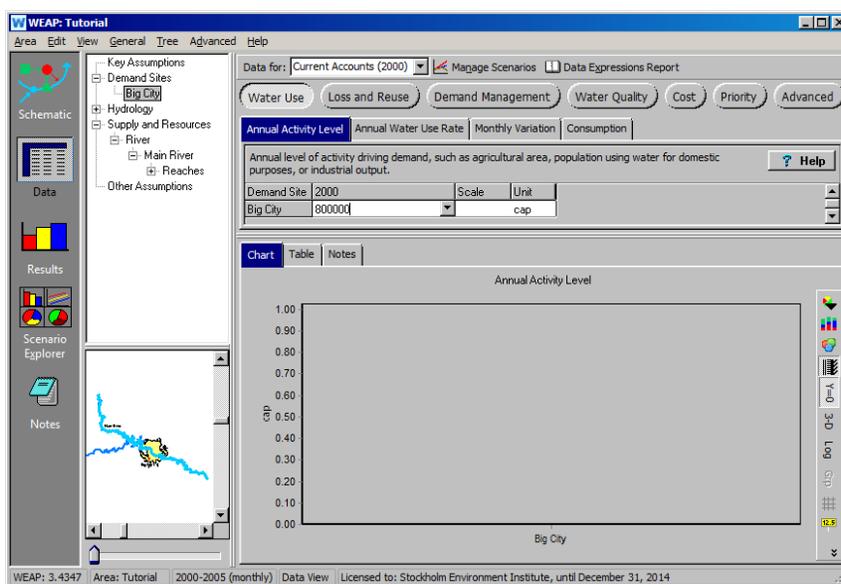


Перед вводом данных необходимо выбрать единицы измерения. На вкладке "Уровень годовой активности" нажмите "N/A" под пунктом

"Единица". Потяните вниз появившуюся стрелку, выберите "Люди" и нажмите "ОК".

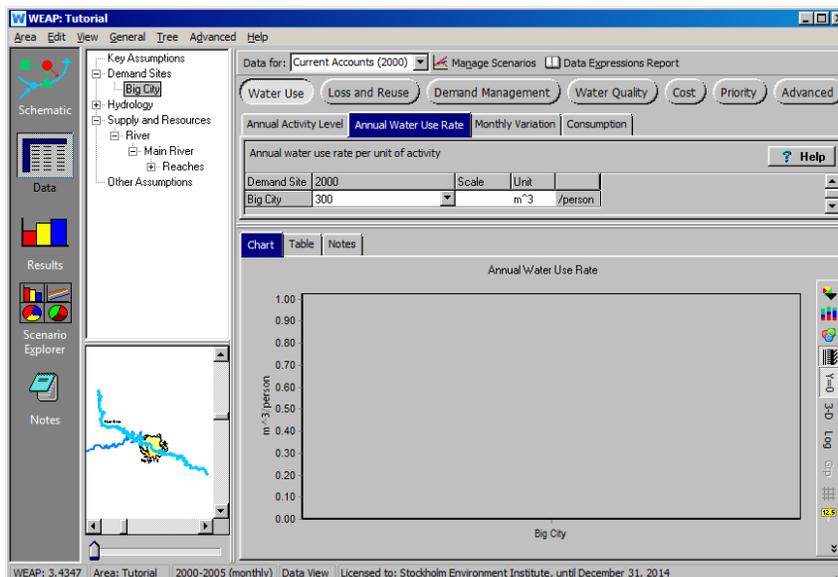


В поле под надписью "2000" введите значение годового уровня активности 800 000.



Затем перейдите на вкладку "Годовая норма водопотребления" и введите 300 в 2000 году.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Месячная вариация выражается в процентах от годового значения. Значения для всех месяцев должны составлять 100% за весь год. Если вы не укажете месячную вариацию, WEAP назначит месячную вариацию, основанную на количестве дней в каждом месяце.

Мы не будем редактировать эти значения для городского спроса, но позже изменим их для сельскохозяйственного спроса.

Наконец, перейдите на вкладку "Потребление" и введите 15. Обратите внимание, что единицы измерения предварительно установлены на "проценты".

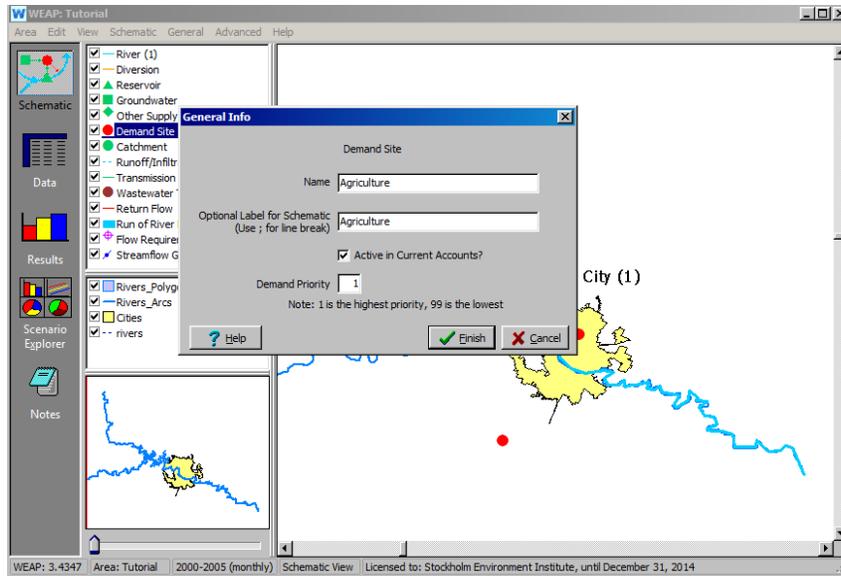
9. Создайте сайт, пользующийся спросом в сельском хозяйстве

Переместите еще один символ узла спроса в область проекта и расположите его на другом берегу реки Мэйн напротив и ниже по течению от Большого города.

Назовите этот узел спроса "Сельское хозяйство" и установите приоритет спроса на 1.

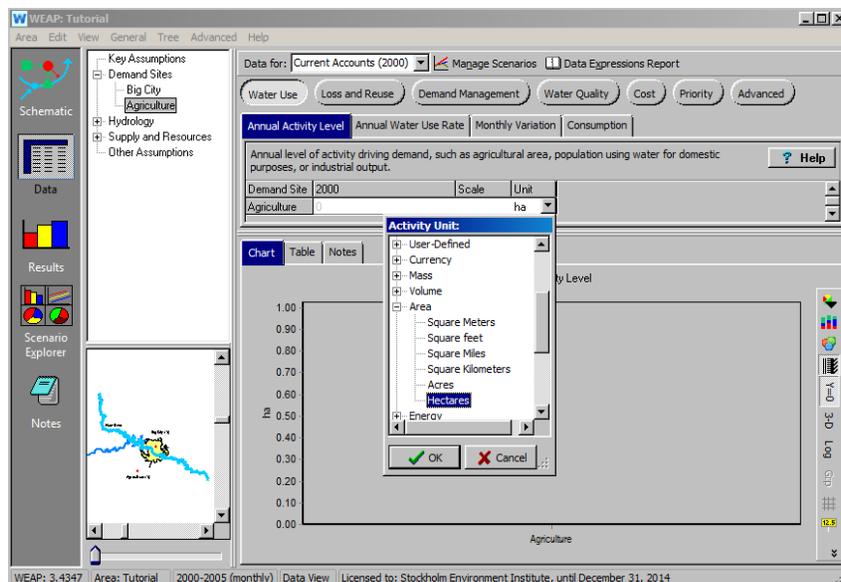


Потребление представляет собой количество воды, которое фактически расходуется (т.е. не возвращается в виде сточных вод).



Точно так же, как и в случае с Большим городом, введите годовой уровень активности и годовую норму водопотребления в представлении данных для объекта спроса "Сельское хозяйство", предварительно выбрав в качестве единиц измерения "гектары" (чтобы увидеть все варианты единиц измерения площади, вам придется нажать на знак "плюс" слева в дереве).

Годовой уровень активности 100 000 га
Годовой уровень использования воды 3 500 м / гектар³

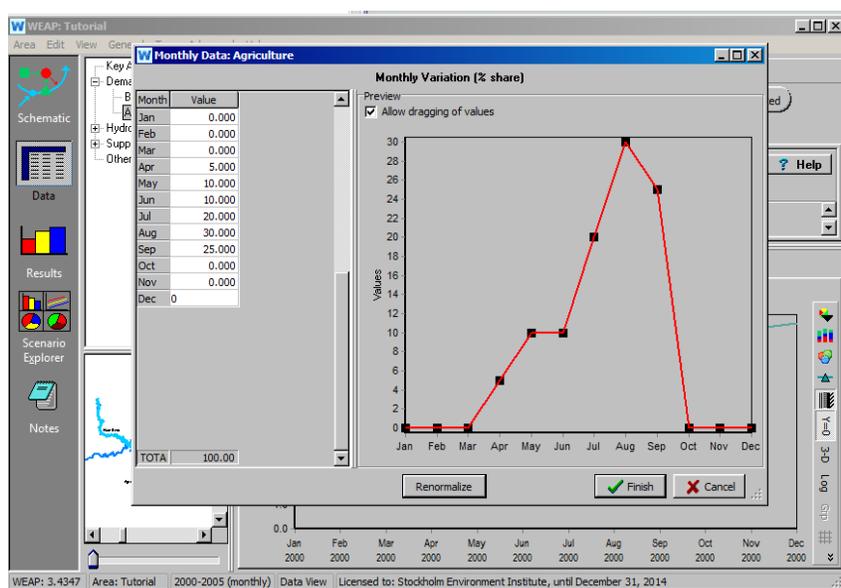


Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Выберите вкладку Monthly Variation (Месячная вариация) и мастер Monthly Time Series Wizard (Ежемесячный временной ряд), чтобы ввести приведенные ниже данные для ежемесячной вариации нормы водопотребления.

Месячные колебания:

- 5% в апреле
- 10% в мае и июне
- 20% в июле
- 30% в августе
- 25% в сентябре
- 0% до конца года



Наконец, перейдите на вкладку "Потребление" и введите 90.



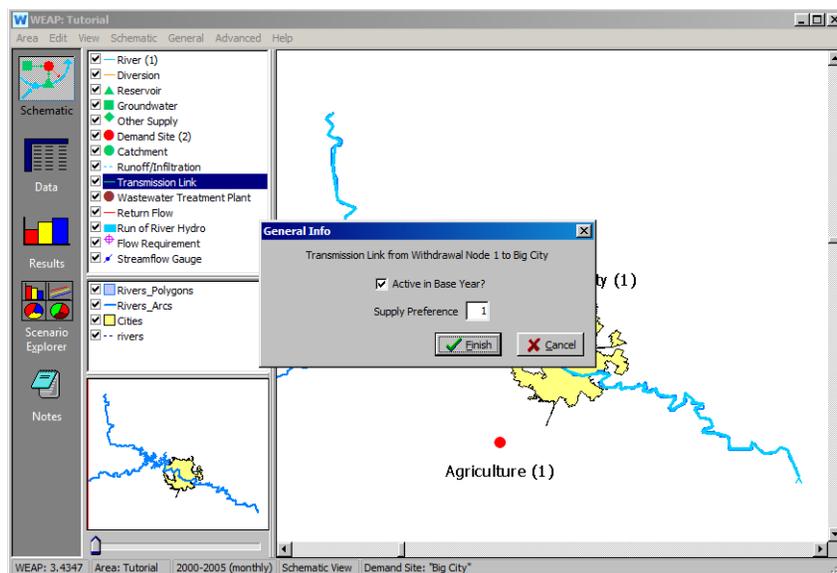
Можно было бы создать единый участок спроса, объединяющий и городской, и сельскохозяйственный спрос. Однако позже мы увидим, что это лишает нас некоторой гибкости в распределении приоритетов водоснабжения.

10. Соедините спрос с предложением

Теперь вам нужно сообщить WEAP, как будет удовлетворяться спрос; это делается путем подключения ресурса снабжения к каждому участку спроса. Вернитесь к представлению "Схема" и создайте передаточное звено от Главной реки к Большому городу и сельскому хозяйству. Для этого сначала перетащите звено передачи в нужное место на реке,

отпустите кнопку, затем потяните звено к Большому городу и дважды щелкните на этом узле спроса. Сделайте то же самое для сельского хозяйства, но запустите передаточную линию ниже по течению от той, что была создана для Большого города.

Выберите значение Supply Preference, равное 1, для каждого звена передачи.



11. Создание ссылок на обратный поток

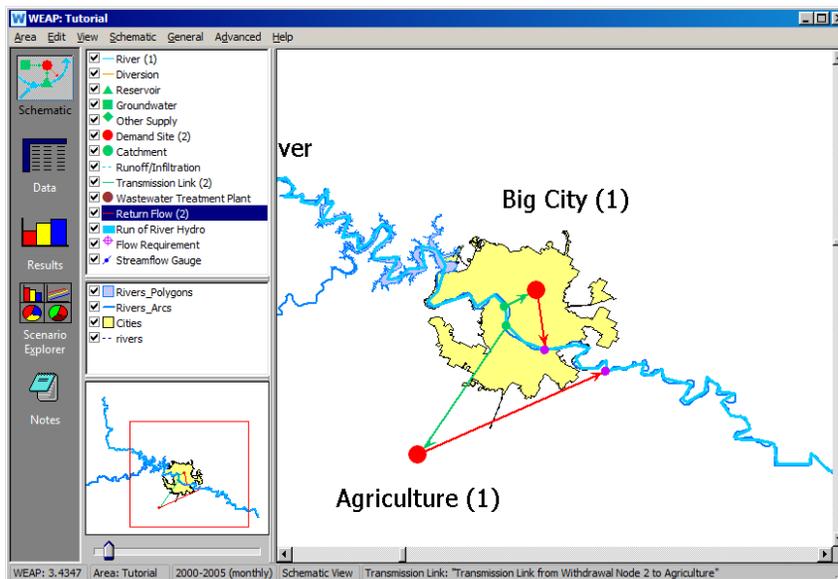


Параметр Supply Preference позволяет вам определить, какой источник должен использоваться в приоритетном порядке для подачи воды на данный участок спроса. WEAP попытается обеспечить весь спрос из источников с наивысшим уровнем предпочтения (1), используя источники более низкого уровня только в том случае, если источники высокого уровня не имеют достаточного запаса.

Теперь создайте обратный поток из Большого города в Главную реку. То же самое сделайте для Сельскохозяйственного района в Главную реку. Выполните ту же процедуру "перетаскивания и отпускания", что и для передаточных звеньев.

Обратный поток для городского участка спроса должен располагаться ниже по течению от точки отбора для сельского хозяйства. В направлении потока последовательность должна быть следующей: забор для Большого города, забор для сельского хозяйства, возврат из Большого города, возврат из сельского хозяйства.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



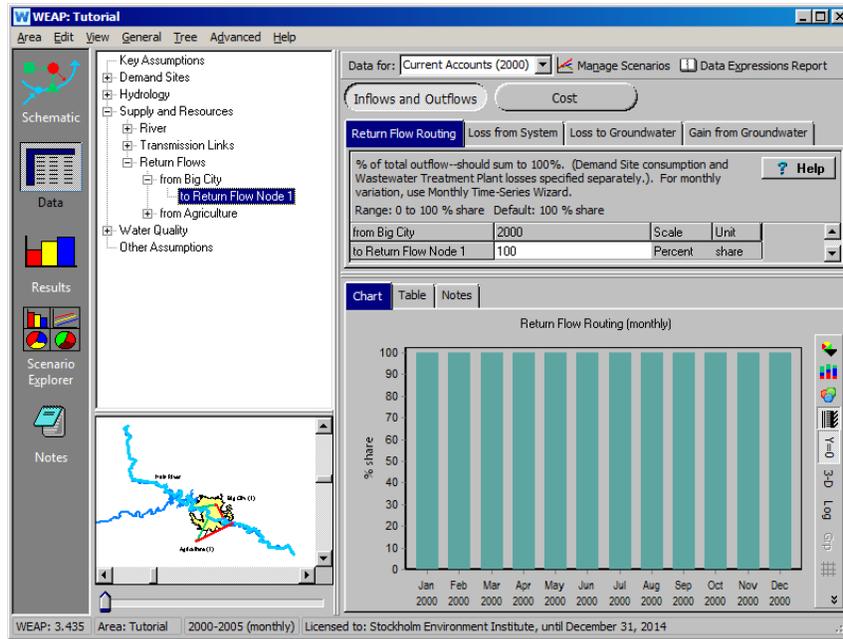
Затем задайте маршрутизацию возвратных потоков для возвратных потоков Большого города. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на каждом возвратном потоке и выберите "редактировать данные" и "Маршрутизация возвратного потока" или перейдите к просмотру данных\Поставки и ресурсы\Возвратные потоки\из Большого города.

Установите параметр "Направление обратного потока" на 100%.

Сделайте то же самое для обратного потока сельского хозяйства.

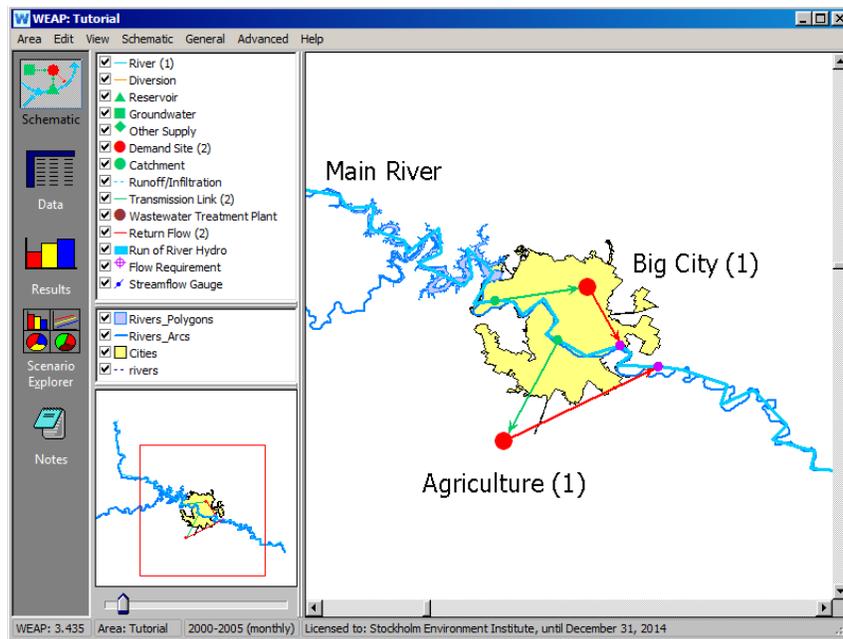


Маршрутизация обратного потока - это процент общего оттока от узла спроса, который направляется через звено обратного потока. Если для узла спроса создается только одно звено обратного потока, то коэффициент маршрутизации обратного потока для этого звена должен быть равен 100 %. Аналогично, если для узла спроса создано несколько звеньев возвратного потока, то коэффициенты маршрутизации для всех звеньев должны равняться 100 %. Потери в звеньях обратного потока указываются отдельно.



12. Проверьте свою модель

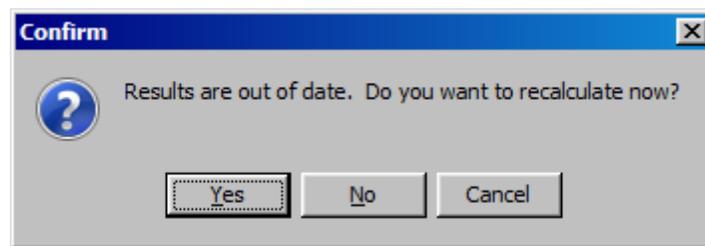
На этом этапе ваша модель должна выглядеть так, как показано на рисунке ниже.



Получение первых результатов

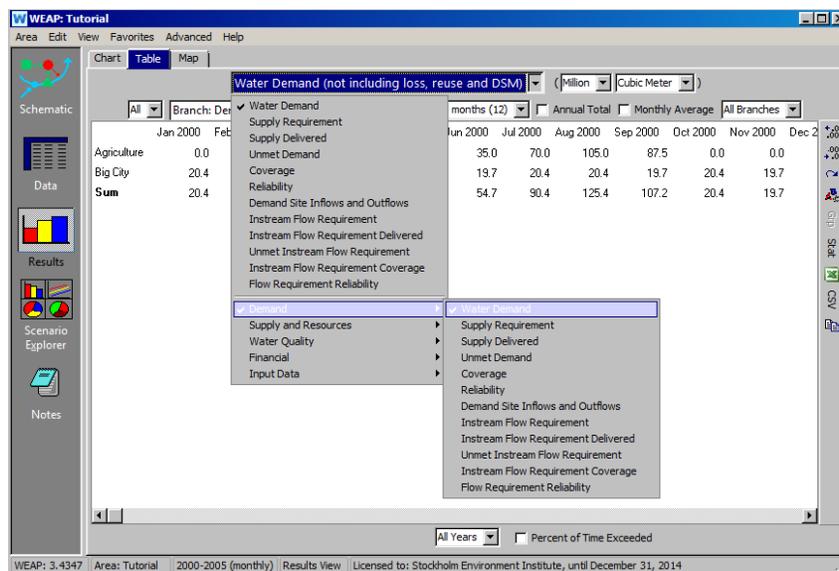
13. Запустите модель

Нажмите на вид "Результаты", чтобы начать вычисления. На вопрос, нужно ли пересчитать, нажмите "Да". В результате будет рассчитана вся модель для эталонного сценария - сценария по умолчанию, который генерируется на основе информации о текущих счетах за период времени, указанный в проекте (здесь 2000-2005 гг.). После завершения расчета появится представление "Результаты".



14. Проверьте свои результаты

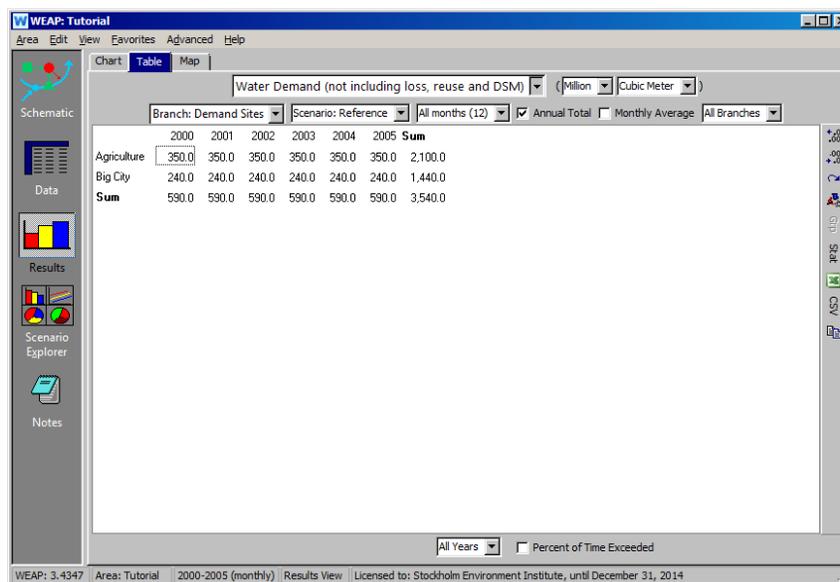
Перейдите на вкладку "Таблица" и выберите "Спрос" и "Спрос на воду" из выпадающего меню первичных переменных в верхней центральной части окна (см. ниже).



Также нажмите на поле "Годовая сумма".

Если вы ввели все данные, как указано в предыдущих шагах, вы должны получить следующие значения годового спроса для каждого года (с 2000 по 2005) эталонного сценария:

<i>Годовая потребность сельского хозяйства</i>	<i>350 М м³</i>
<i>Годовой спрос для городского населения</i>	<i>240 М м³</i>



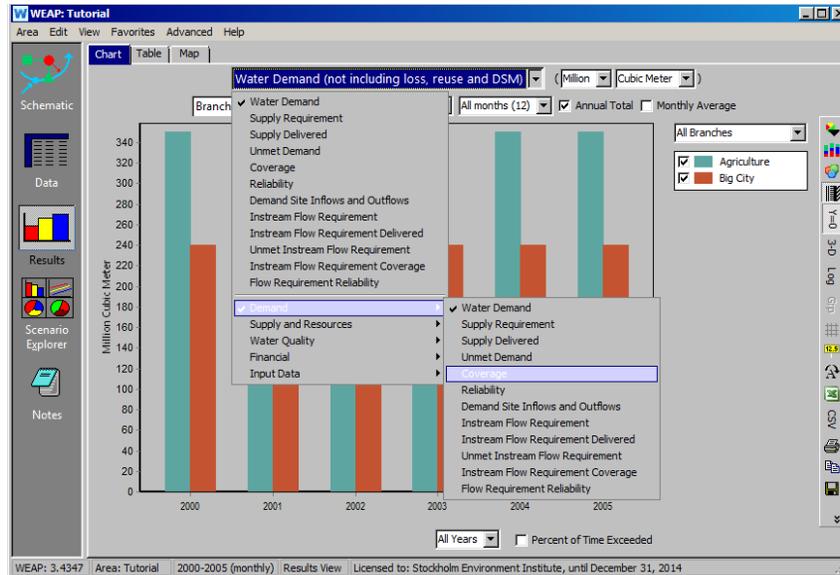
Если вы не получили этих значений, вернитесь к представлению "Данные" и проверьте вводимые данные.

Если вы получите сообщение об ошибке или предупреждение, внимательно прочитайте его, так как оно может показать, где в ваших исходных данных есть несоответствие или какой шаг вы пропустили.

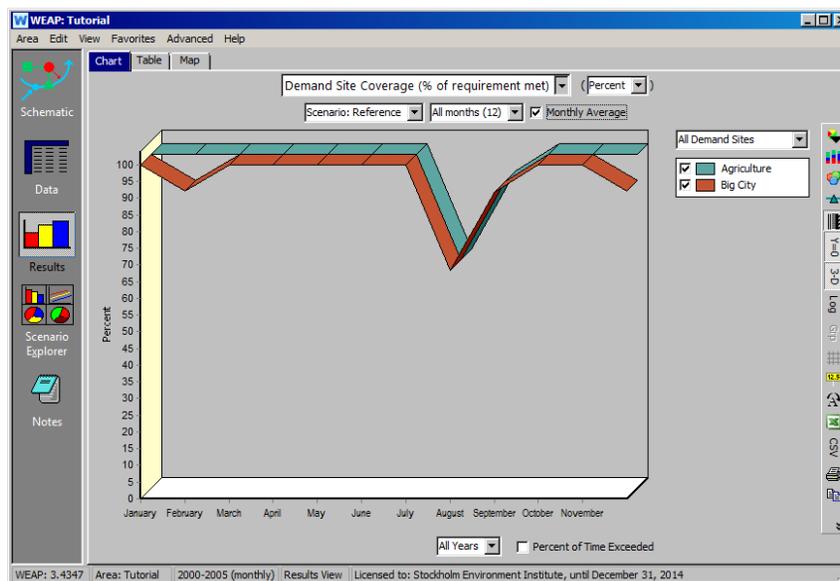
15. Посмотрите дополнительные результаты

Теперь посмотрите на ежемесячные показатели покрытия спроса в графическом виде. Перейдите на вкладку "График". Выберите "Покрытие" из выпадающего меню первичных переменных в верхней центральной части окна. Сейчас переменные "Спрос" отображаются в верхней части меню, так как "Спрос" отмечен внизу. Если бы вы находились в другом подразделе переменных, например "Снабжение и ресурсы", вам пришлось бы зайти в "Спрос", чтобы найти переменную "Покрытие".

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Отформатируйте график, выбрав опцию 3-D в правом боковом меню, и убедитесь, что в выпадающем меню над графиком выбрана опция "Все месяцы" (также не забудьте отметить опцию "Среднемесячное значение"). Обратите внимание, что опция 3-D позволяет видеть оба набора данных, даже если они накладываются друг на друга. График должен выглядеть так, как показано ниже.



В декабре и феврале, когда расход воды в реке невелик, Большому городу не хватает воды, и, следовательно, потребности остаются неудовлетворенными. Мы смоделировали, что сельскому хозяйству требуется вода только в марте-сентябре, поэтому в период нехватки воды в

декабре-феврале оно получает 100-процентное покрытие, поскольку у него нет потребности в воде. Сельское хозяйство испытывает недостаток в снабжении только в августе и сентябре, когда растениям требуется больше всего воды. Обратите внимание, что, поскольку и сельское хозяйство, и Большой город имеют предпочтение по предложению, равное 1, при нехватке воды они будут иметь одинаковый процент неудовлетворенного спроса, предполагая, что они оба требуют воду в это время.



Вы можете полностью настроить отображение графиков WEAP, а также распечатать или скопировать графики в буфер обмена с помощью панели инструментов, расположенной справа от графика.

WEAP

Система оценки и планирования воды

Основные инструменты

УРОК ПО

<i>Создание и использование ключевых предположений.....</i>	<i>46</i>
<i>Использование конструктора выражений.....</i>	<i>50</i>

June 2024

Примечание:

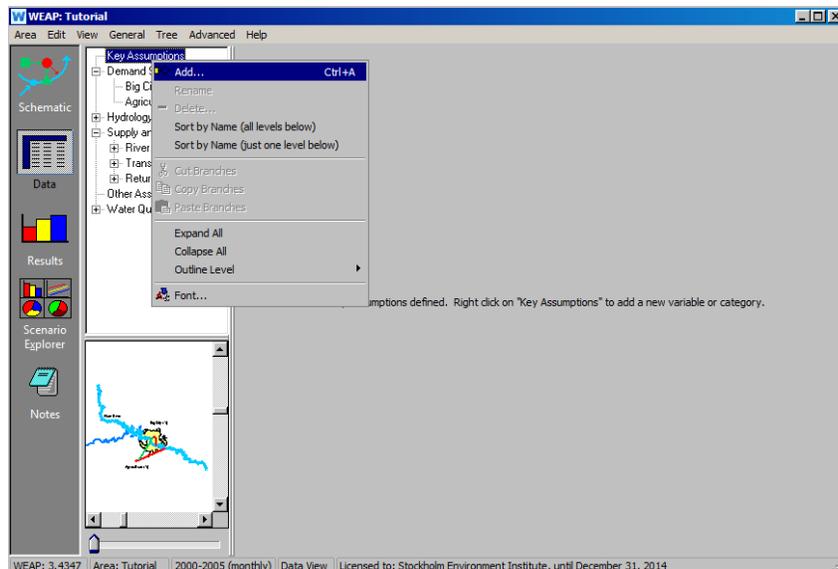
Для этого модуля вам необходимо пройти предыдущий модуль ("WEAP за один час") или иметь базовые знания о WEAP (создание области, рисование модели, ввод основных данных, получение первых результатов). Чтобы начать этот модуль, зайдите в Главное меню, выберите "Вернуться к версии" и выберите версию под названием "Начальная точка для модуля "Основные инструменты"".

Создание и использование ключевых предположений

1. Использование ключевых допущений

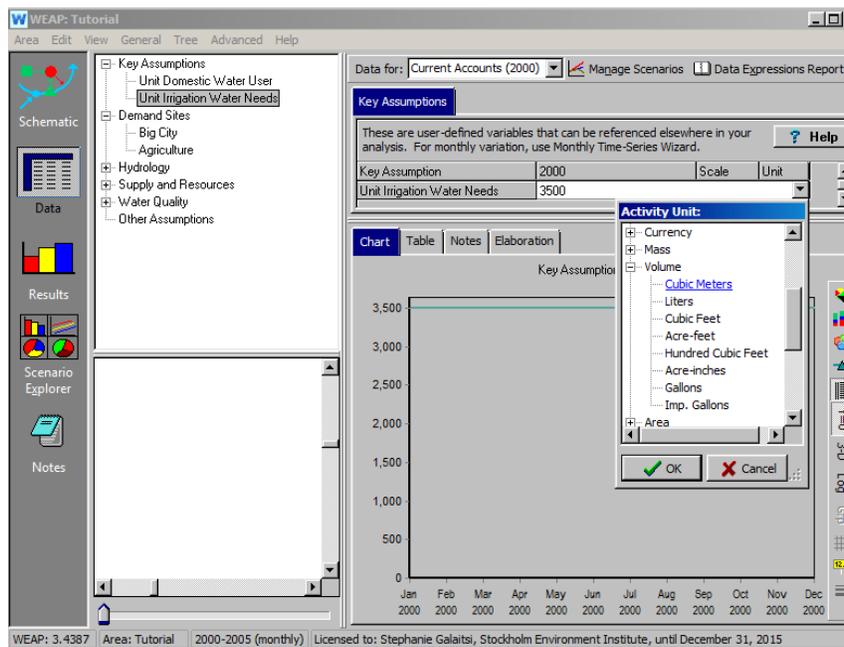
Ключевые допущения - это части данных, которые может быть полезно применить к нескольким элементам. Использование ключевых допущений особенно целесообразно при наличии в модели большого количества однотипных объектов, например участков спроса, и при проведении сценарного анализа. В этом случае можно легко установить, что все объекты спроса имеют одинаковое удельное внутреннее потребление. Затем можно создавать сценарии для изменения этого потребления без необходимости редактировать каждый объект спроса - просто изменив значение ключевого допущения.

Ключевые допущения создаются путем перехода к представлению "Данные" и щелчка правой кнопкой мыши на ветке "Ключевые допущения" в дереве данных. Выберите "Добавить" - это создаст новую переменную "Ключевое допущение" под веткой "Ключевое допущение".



После нажатия кнопки **Добавить** вы можете назвать свои ключевые предположения в дереве данных. Назовите их и введите данные следующим образом: (не забудьте выбрать соответствующие единицы измерения в выпадающем меню "Единицы". Кубические метры находятся в разделе "Объем"):

Единица бытового водопотребления 300 м^3
Единица потребности в воде для орошения $3,500 \text{ м}^3$



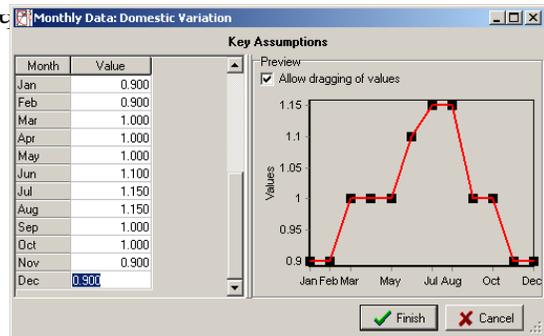
Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

При использовании ключевых допущений важно убедиться, что единицы, указанные в переменной ключевого допущения, совпадают с единицами, указанными для переменной в других местах дерева данных. В данном случае расход воды на бытовые нужды в 300 м^3 соответствует расходу в $300 \text{ м}^3 / \text{человек}$, указанному в Big City/Water Use/Annual Use Rate. Аналогично, ключевое допущение Единица потребности в воде для орошения соответствует единицам, указанным в разделе Сельское хозяйство/Водопользование/Годовая норма водопользования.

Создайте еще одно ключевое допущение, Domestic Variation, которое не имеет единицы измерения ("No Unit"), и с помощью мастера Monthly Time Series Wizard заполните его значениями:

Внутренняя вариация

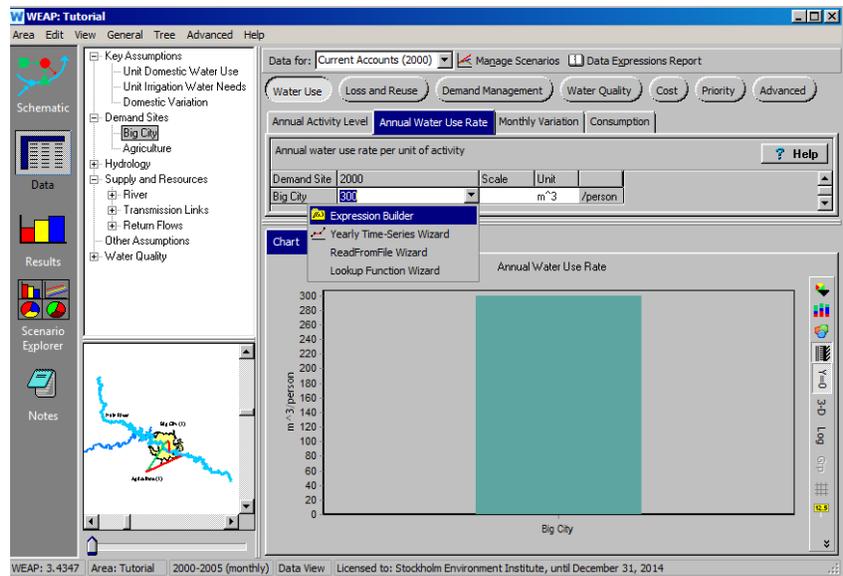
- январь-февраль и ноябрь-декабрь: 0,9
- март-май и сентябрь-октябрь: 1,0
- июнь: 1
- июль, август: 1,15



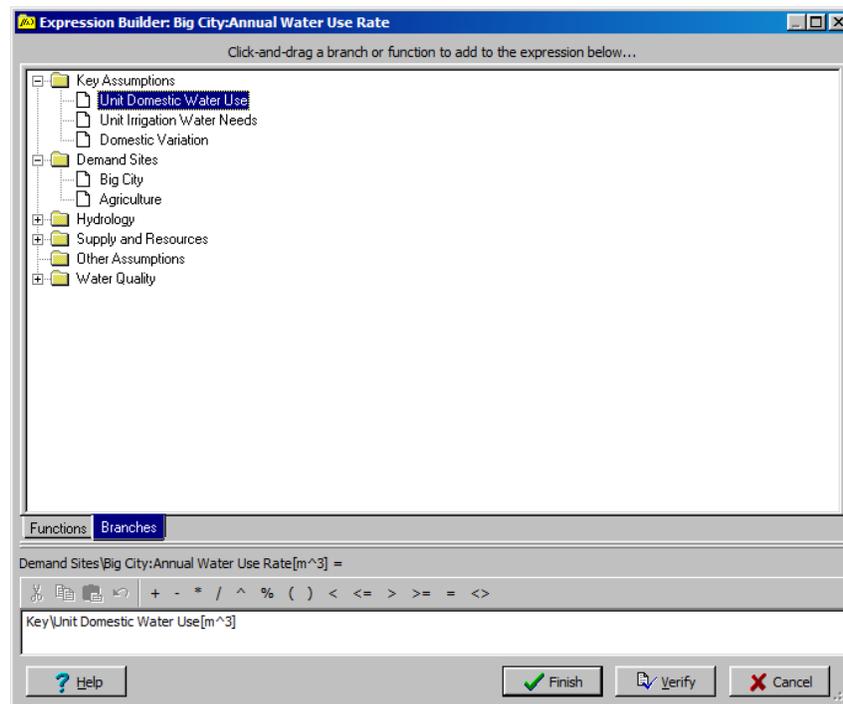
2. Создание ссылок на ключевые предположения

Создайте ссылку на Ключевое допущение для "Годового водопотребления Большого города". Для этого перейдите в окно "Годовая норма водопотребления" для Big City в представлении Data. Нажмите на выпадающее меню "Построитель выражений" в том месте, где вы ранее ввели "Годовой коэффициент водопотребления" (300 м).

3



В окне "Построитель выражений" удалите значение 300 из текстового поля в нижней части окна "Построитель выражений", перейдите на вкладку "Ветви" в левой нижней части экрана, затем нажмите на "Единицу расхода воды на бытовые нужды" в разделе "Ключевое допущение" (возможно, вам придется развернуть дерево данных, чтобы увидеть все ветви) в поле дерева данных и перетащите его вниз в текстовое поле, чтобы оно отобразилось как Key\Unit Domestic Use[m³]. Нажмите "Завершить".



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Повторите эту процедуру, чтобы заменить норму водопотребления 3500 м³ /га для участка спроса "Сельское хозяйство" на вновь созданное ключевое допущение "Потребность в воде для удельного орошения".

Если вы проверите результаты сейчас, выполнив повторный расчет, то у вас должны получиться те же годовые суммарные значения спроса, что и в модуле WEAP in One Hour:

Годовая потребность для сельского хозяйства	350	М	м ³
- Годовая потребность для городской местности	240	М	м ³

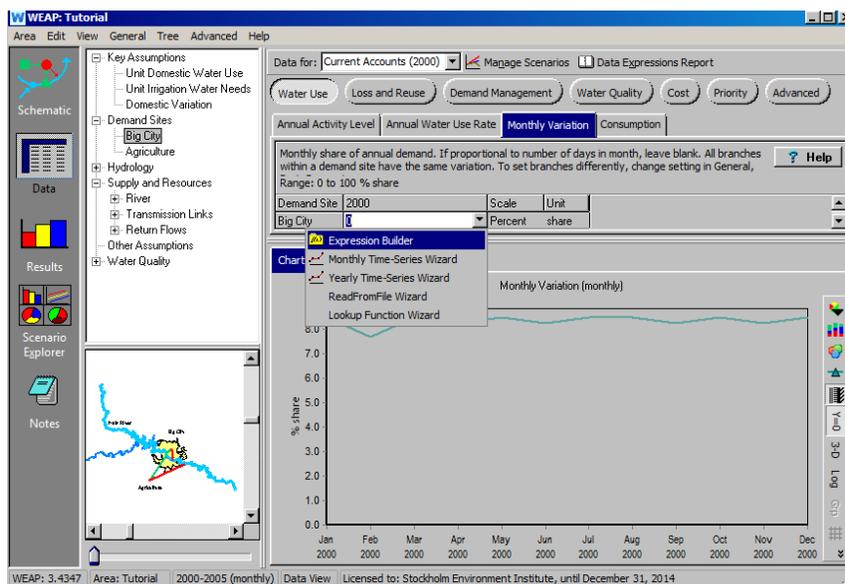


С помощью этого же процесса можно создавать ссылки на данные других объектов. Это может быть полезно в некоторых случаях. При перетаскивании объекта, на который нужно сослаться, из дерева в текстовое поле построителя выражений появляется список всех доступных переменных.

Использование конструктора выражений

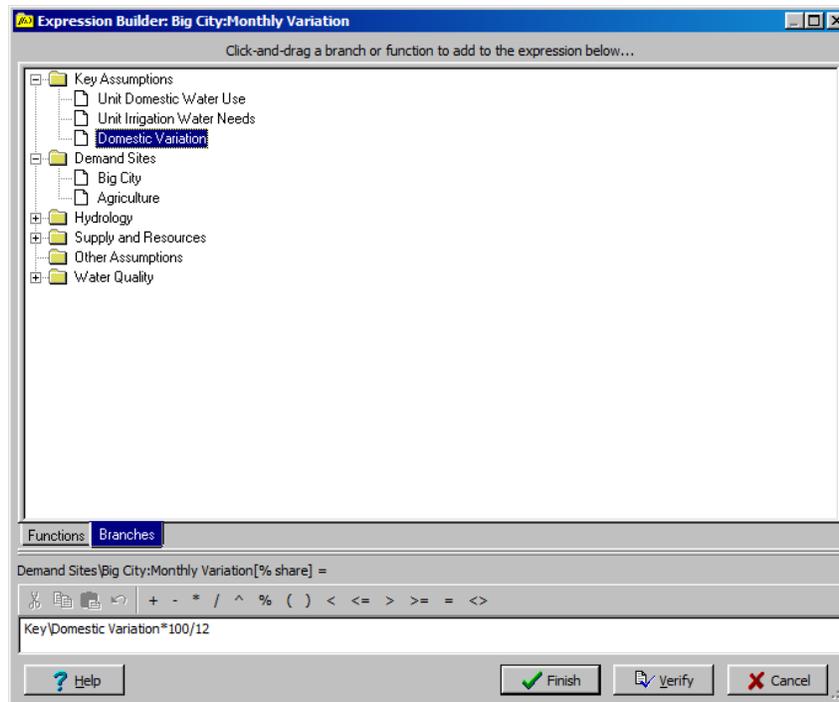
3. Создание математических выражений

Сейчас вы измените ежемесячное изменение потребности в воде для Большого города с помощью математического выражения. В представлении "Данные" щелкните на сайте спроса Большого города, затем "Водопотребление" и вкладку "Месячные колебания" и выберите "Построитель выражений" из выпадающего меню на панели ввода данных.



Создайте следующее выражение, вытянув ключевое допущение "Внутренняя вариация" и введя модифицирующие условия:

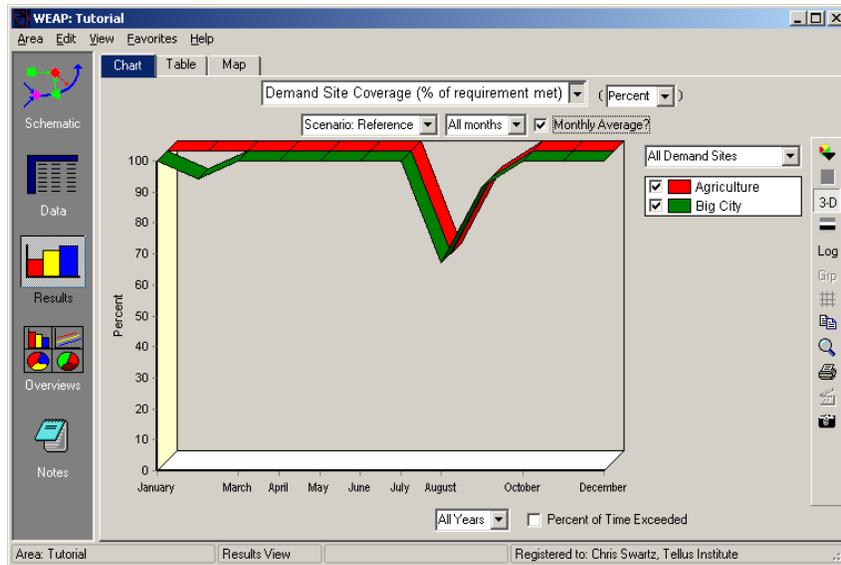
$$\text{Key} \backslash \text{Domestic Variation} * 100 / 12$$



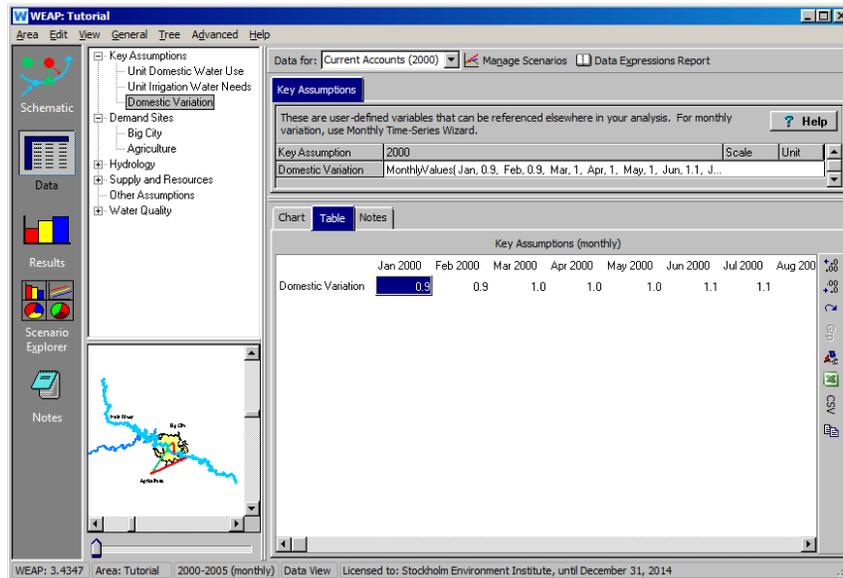
Обратите внимание, что если бы вы допустили ошибку при вводе выражения, например ввели пробел вместо знака деления, то после нажатия кнопки "Готово" появилось бы сообщение об ошибке. Тогда вам будет предоставлена возможность просмотреть и исправить выражение. После исправления ошибки вы должны нажать кнопку "Проверить", а затем "Готово".

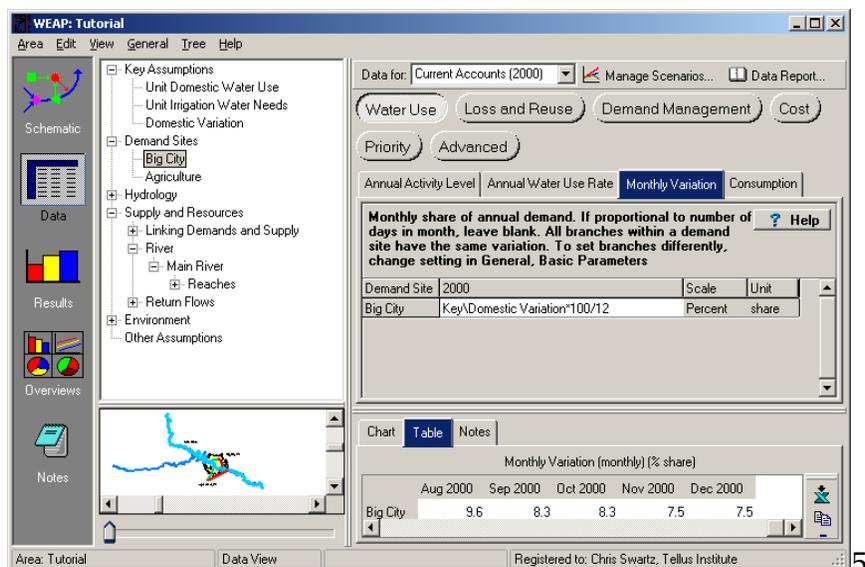
После внесения этих изменений просмотрите новые результаты для параметра "Покрытие востребованного участка". Перейдите к просмотру результатов и нажмите "Да" для пересчета. Результаты должны выглядеть так, как показано ниже:

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Обратите внимание, что для Большого города больше нет неудовлетворенного спроса в декабре, поскольку доля спроса в декабре снизилась с 8,5% (первоначально основанная на количестве дней в месяце) до 7,5% (теперь основанная на выражении, использующем ключевое допущение "Внутренняя вариация"). Вы можете просмотреть числовые значения, рассчитанные на основе выражения "Месячная вариация", выбрав вкладку "Таблица" на панели просмотра данных в нижней части окна данных. Помните, что они рассчитываются на основе исходных данных, введенных в разделе "Ключевые допущения/Внутренняя вариация", с учетом уравнения, которое мы ввели в Конструкторе выражений.

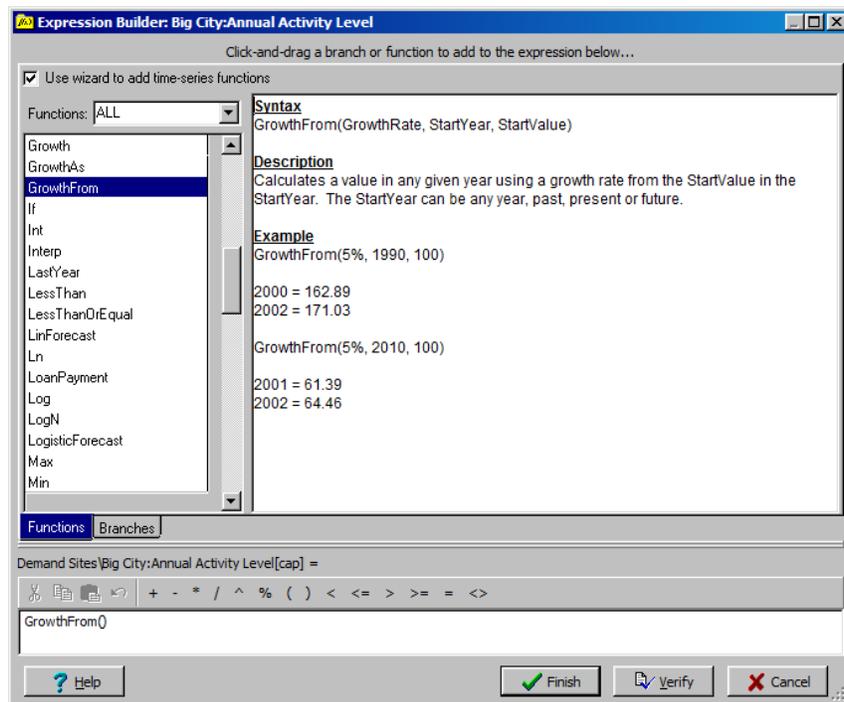
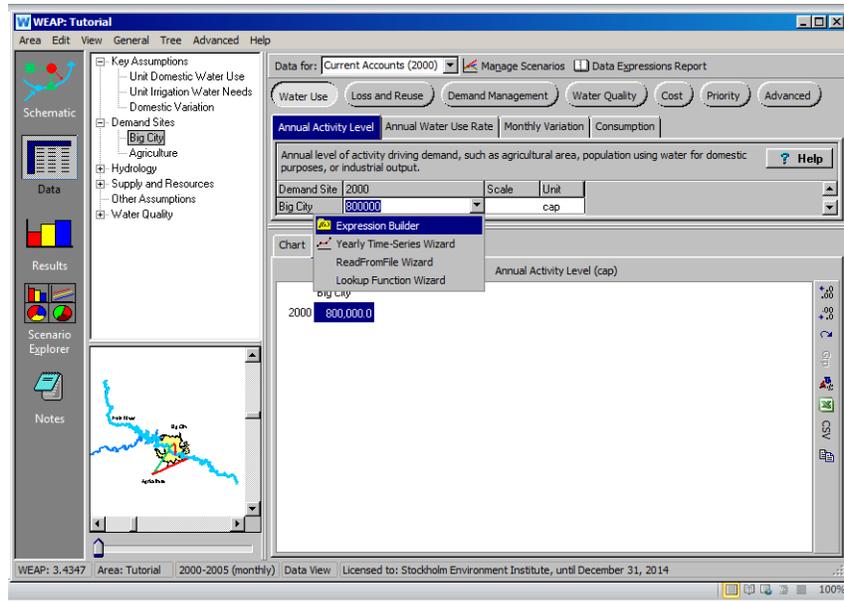




4. Использование встроенных функций

Предположим, что текущее население Большого города (2000 год) неизвестно, но мы знаем его численность во время последней переписи населения и оценку роста. Мы можем использовать встроенную функцию "GrowthFrom", чтобы вычислить текущее население Большого города. Для этого в поле ввода данных за 2000 год в окне "Ежегодный уровень активности" для Большого города выберите из выпадающего меню пункт "Построитель выражений". Удалите текущее значение 800000, перейдите на вкладку "Функция", а не на вкладку "Ветвь" и перетащите в текстовое поле выражение "GrowthFrom", выбранное из списка встроенных выражений.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Введите следующие данные в выражение "GrowthFrom", используя формат, указанный в окне описания рядом со списком выражений.

Дата последней переписи населения 1990 г.

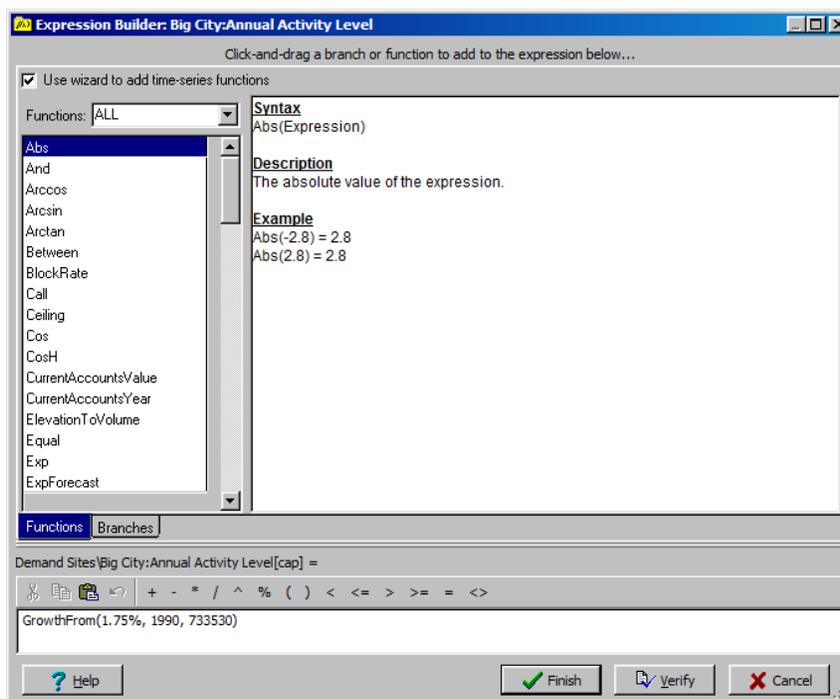
Численность населения на момент последней переписи 733 530 человек

Предполагаемый темп роста 1.75%

Это приводит к следующему формату выражения:

GrowthFrom(1.75%, 1990, 733530)

Не забудьте включить в выражение знак процента.



Конструктор выражений - это всего лишь простой способ ввода выражений и функций. Опытные пользователи могут обойти его стороной и вводить функции, ссылки и математические выражения непосредственно в главном окне Expression.

WEAP

Система оценки и планирования воды

Сценарии

УРОК ПО

<i>Подготовка почвы для сценариев</i>	<i>58</i>
<i>Создание эталонного сценария.....</i>	<i>59</i>
<i>Создание и запуск сценариев</i>	<i>64</i>
<i>Использование метода водного года</i>	<i>68</i>

June 2024

Примечание:

Для этого модуля вам потребуется пройти предыдущие модули ("WEAP за час" и "Основные инструменты") или иметь достаточные знания о WEAP (структура данных, ключевые предположения, построитель выражений). Чтобы начать этот модуль, зайдите в Главное меню, выберите "Вернуться к версии" и выберите версию под названием "Начальная точка для модуля 'Scenarios'".

Подготовка почвы для сценариев

1. Понимание структуры сценариев в WEAP

В WEAP типичная работа по моделированию сценариев состоит из трех этапов. Во-первых, выбирается год "Текущий счет", который будет служить базовым годом модели; текущий счет - это то, что вы добавляли в данные в предыдущих модулях. На основе текущих счетов создается "эталонный" сценарий для моделирования вероятной эволюции системы без вмешательства. Наконец, можно создать сценарии "что-если", чтобы изменить "эталонный сценарий" и оценить последствия изменений в политике и/или технологиях.

Более подробное описание подхода WEAP можно найти в разделе "Сценарии" (подзаголовок "Данные" в разделе "Содержание справки").

2. Изменить временной горизонт для области

В окне Data или Schematic в меню General\Years and Time Steps измените "временной горизонт" области.

*Текущие счета Год2000 (без изменений)
Последний год сценариев2015*

3. Создайте дополнительное ключевое допущение

Создайте следующее ключевое предположение:

Темпы роста населения2 .2

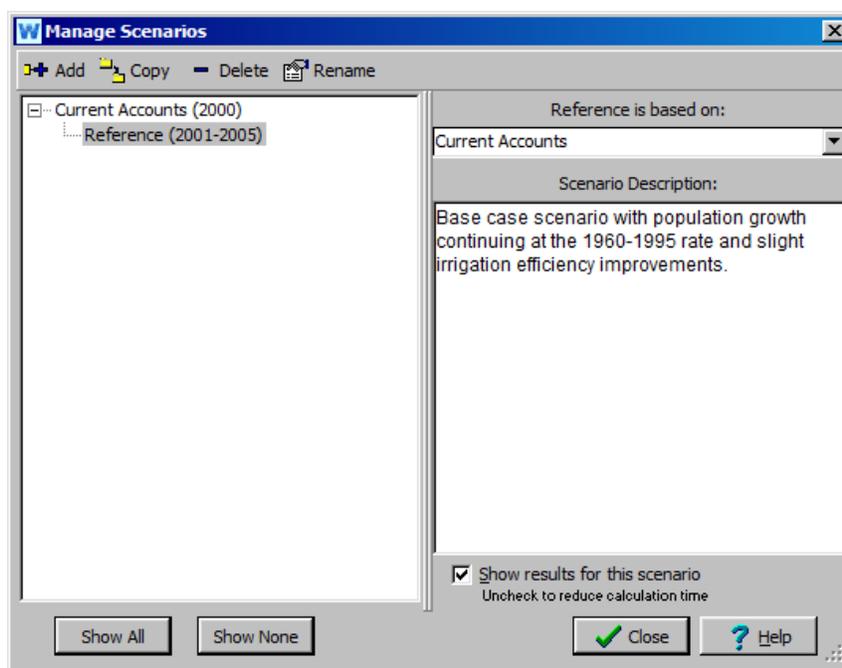
Для этого ключевого допущения нет единиц измерения, но не забудьте изменить поле "Масштаб" на процент.

Создание эталонного сценария

4. Опишите эталонный сценарий

Сценарий "Эталон" существует всегда. Измените его описание в меню Area\Manage Scenarios, чтобы отразить его фактическую роль. Обратите внимание, что для доступа к опции "Manage Scenarios" в меню Area необходимо находиться в представлении Data View или Schematic view.

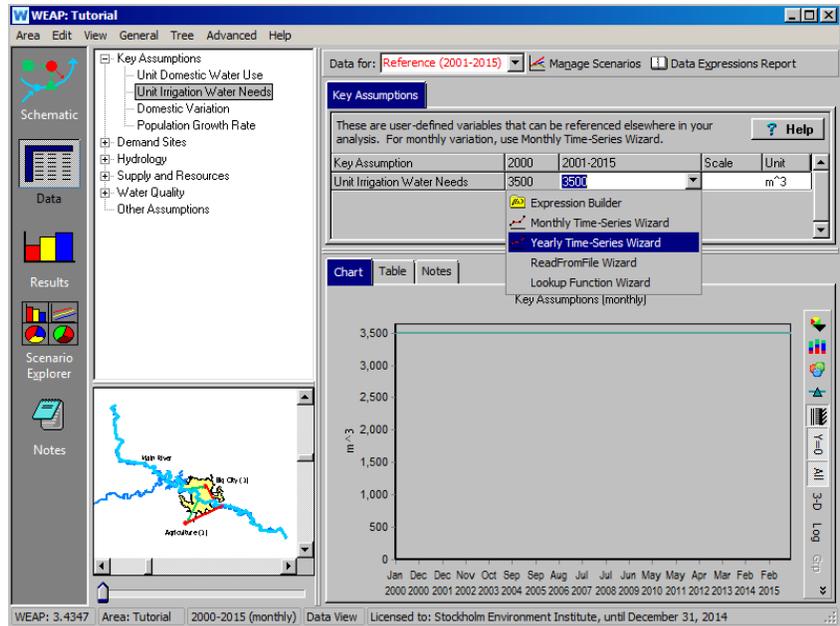
Например, "Базовый сценарий с сохранением темпов роста населения на уровне 1960-1995 гг. и незначительным улучшением технологии орошения".



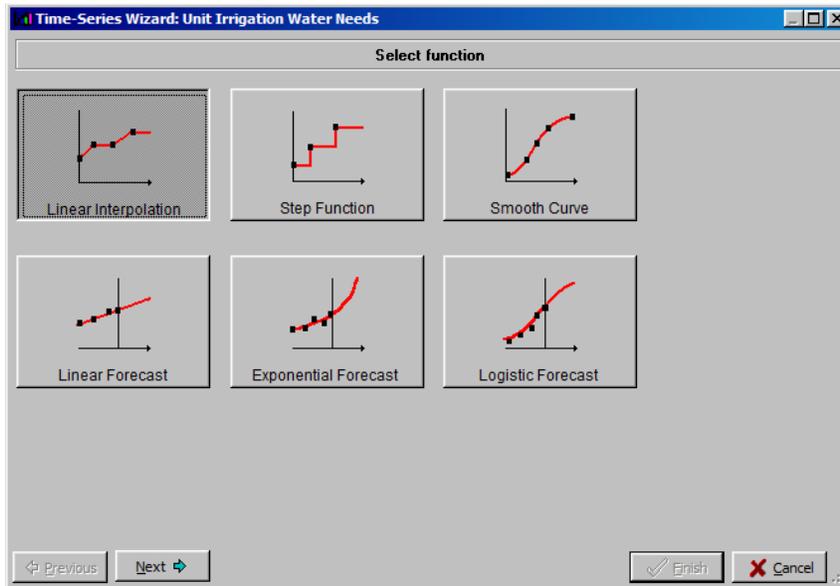
5. Изменение удельного расхода воды на орошение

В окне "Просмотр данных" измените ключевое допущение "Удельные потребности в воде для орошения", чтобы отразить новую годовую модель для периода (2001-2015) после года текущего счета. Чтобы внести изменения, вам нужно выбрать сценарий "Reference" из выпадающего меню в верхней части экрана. Используйте "Мастер годовых временных рядов" для построения временного ряда.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Сначала выберите функцию "Линейная интерполяция", щелкнув на ней, а затем нажмите "Далее".



В следующем окне нажмите "Enter Data" (Ввод данных), нажмите "Next" (Далее), затем нажмите "Add" (Добавить), чтобы добавить следующие данные к временному ряду:

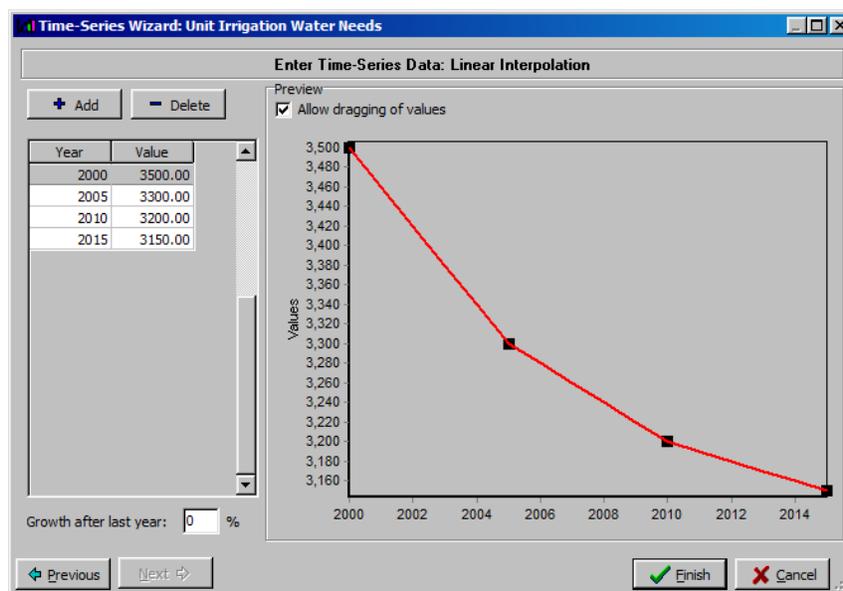
Введите данные временных рядов: *Линейная интерполяция*

Данные:

2000 3500
2005 3300
2010 3200
2015 3150

Рост после прошлого года: 0%

Обратите внимание, что первая точка данных за 2000 год уже должна быть указана в окне ввода данных, поскольку она была введена при создании ключевого допущения "Потребности в воде на единицу орошения" в текущих счетах (см. упражнение 1 в разделе "Создание и использование ключевых допущений", модуль "Основные инструменты").



Как вы можете убедиться, запустив мастер создания годовых временных рядов, WEAP предлагает широкий спектр методов построения временных рядов, включая импорт из файлов Excel, создание пошаговых функций, использование уравнений прогнозирования и т. д.



Мастер создания годовых временных рядов помогает создавать выражения. Вы также можете просто ввести или отредактировать выражение (в данном случае "Interp(2000,3300, 2005,3300, 2010,3200, 2015,3150)" без запуска мастера, напрямую или через Конструктор выражений.

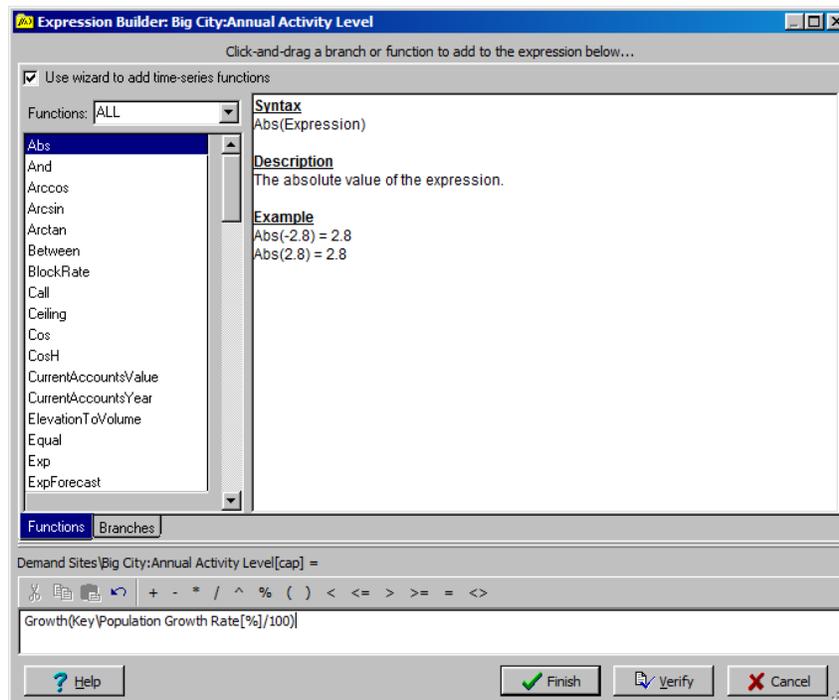
Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

6. Установите рост численности населения

Измените численность населения Большого города так, чтобы она росла темпами, определяемыми ключевым допущением "Темпы роста населения", определенным на предыдущем шаге. Здесь снова нужно выбрать сценарий "Эталон" в выпадающем меню в верхней части представления данных.

Убедитесь, что выбран сайт спроса Большого города и его вкладка "Годовой уровень активности". Удалите текущее выражение и выберите функцию "Рост" в Конструкторе выражений в выпадающем меню под полем 2001-2015 (обратите внимание, что текущее выражение в этом поле такое же, как и для текущего учетного года). Затем перейдите на вкладку "Отрасль" над текстовым полем. Либо дважды щелкните на ключевом допущении "Темпы роста населения" в дереве данных, либо перетащите его вниз в окно выражений. Ваша конечная функция должна иметь вид "Рост(Key\Population Growth Rate/100)".

Обратите внимание, что необходимо разделить "Темп роста населения" на 100, чтобы WEAP признала значение 2,2 в Ключевом допущении как 0,022 в расчете.





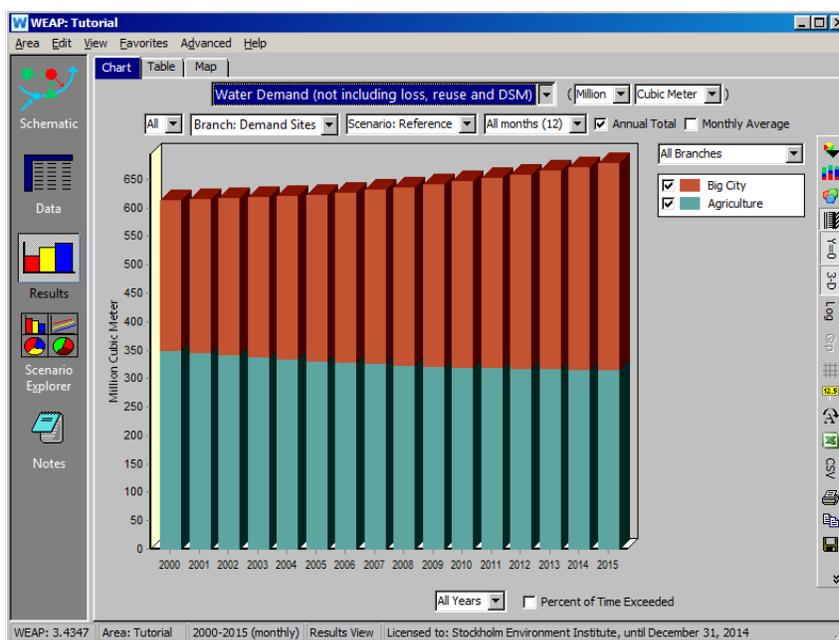
Тот же эффект можно было бы смоделировать и без создания Ключевого допущения. Однако мы увидим, что это обеспечивает большую гибкость при добавлении других сценариев.

Любая величина, для которой не определен временной ряд для сценария "Эталон", предполагается неизменной. В нашем случае, например, спрос на сельхозпродукцию будет оставаться постоянным до 2015 года, если мы не изменим и эту переменную.

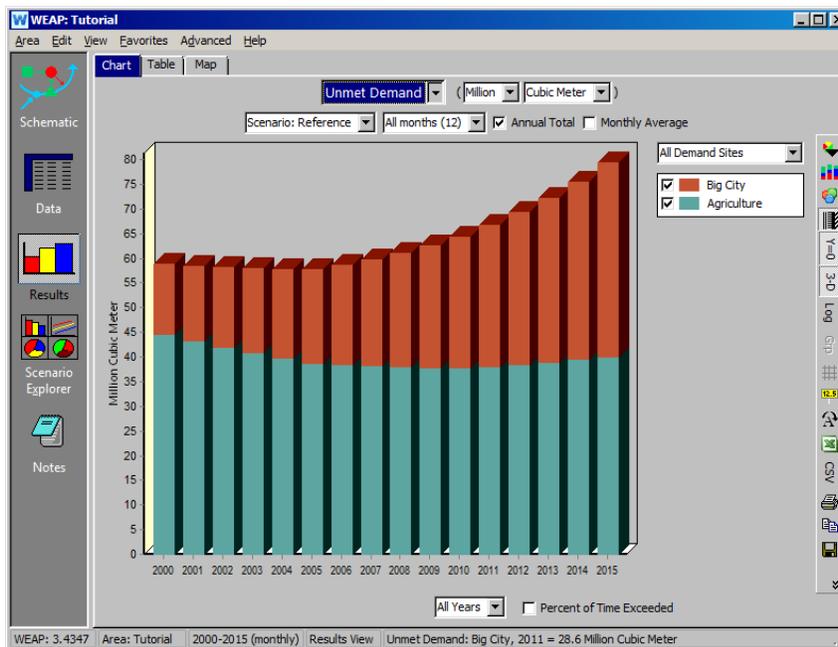
7. Выполните эталонный сценарий

Запустите эталонный сценарий, нажав кнопку "Результаты". Посмотрите на трехмерный график "Неудовлетворенного спроса" (выберите "Годовой итог") для обоих мест спроса. Он должен быть похож на рисунок ниже. Подумайте о следующих моментах.

*Как изменяется спрос по сравнению с неудовлетворенным спросом?
Почему общий неудовлетворенный спрос сначала уменьшается, а затем увеличивается?*



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

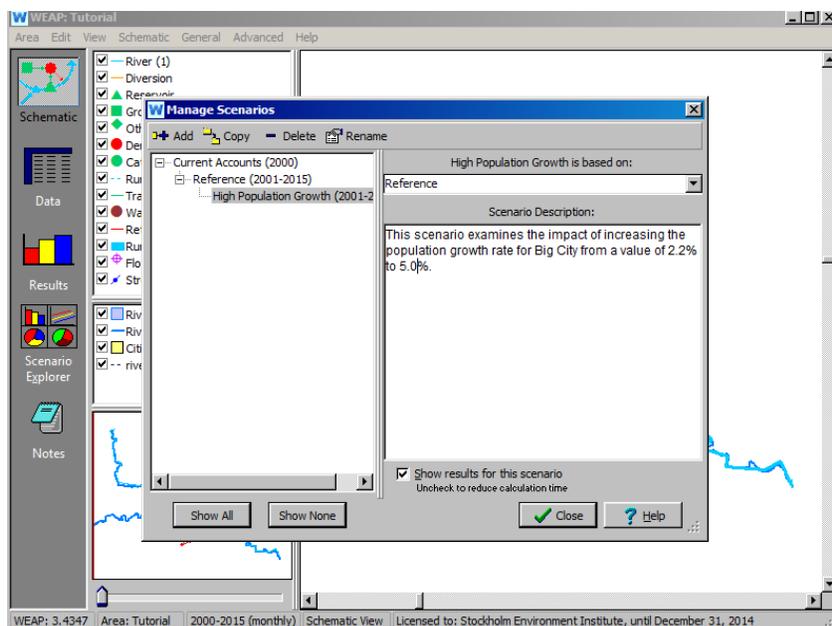


Создание и запуск сценариев

8. Создание нового сценария для моделирования высокого роста населения

Создайте новый сценарий для оценки влияния темпов роста населения Большого города выше 2,2% в период 2001-2015 гг.

Для этого вам придется вернуться в режим просмотра данных или схемы. Выберите меню "Область", "Управление сценарием", щелкните правой кнопкой мыши сценарий "Эталон" и выберите "Добавить". Назовите этот сценарий "Высокий рост населения" и добавьте описание: "В этом сценарии рассматривается влияние увеличения темпов роста населения Большого города со значения 2,2 % до 5,0 %".

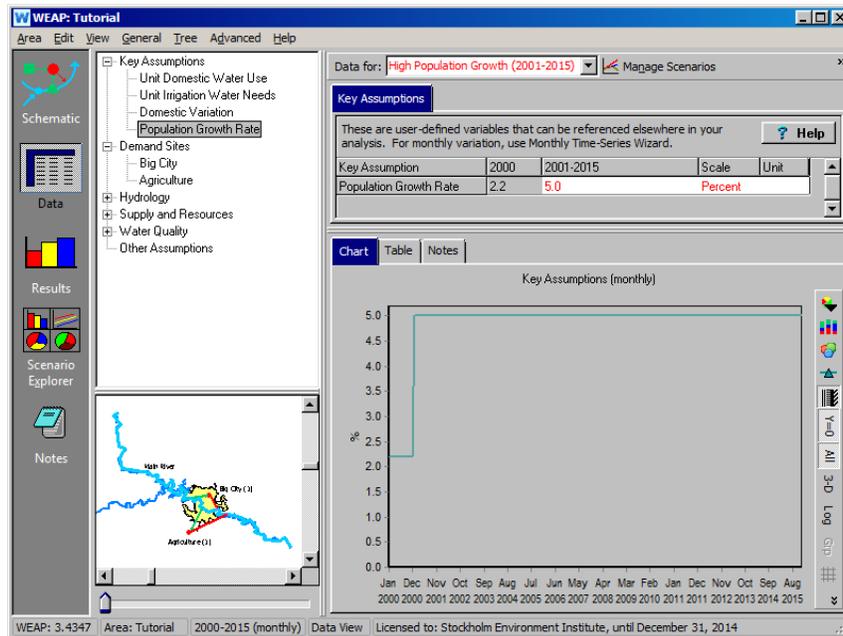


9. Введите данные для этого сценария

Выбрав новый сценарий в выпадающем меню в верхней части экрана, внесите следующие изменения в представление "Данные":

Выберите ключевое допущение "Темпы роста населения" и измените значение в поле 2001-2015 на 5,0. Обратите внимание, что после изменения цвет поля данных меняется на красный - это происходит с любыми значениями, которые изменяются с отклонением от значения "Эталонного" сценария.

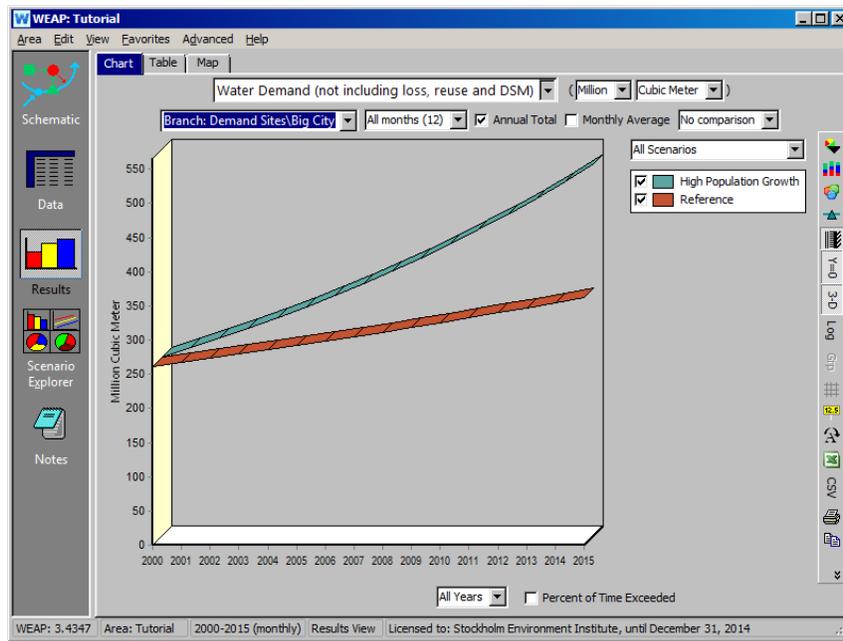
Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



10. Сравните результаты: Эталонный и более высокий сценарии роста населения

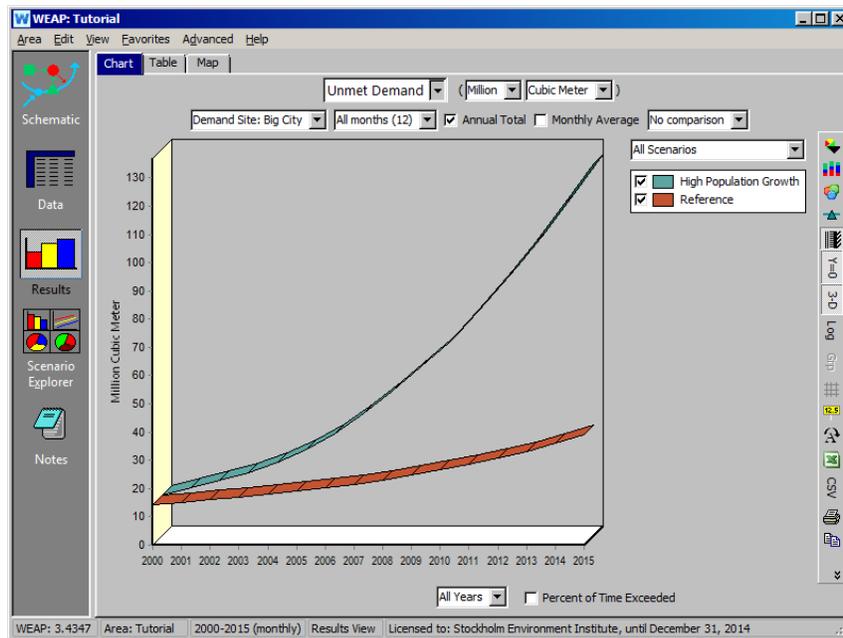
Сравните графически результаты для двух сценариев, которые мы разработали до сих пор (эталонный и с более высоким ростом населения).

Например, выберите "Спрос на воду" из выпадающего меню первичной переменной. Щелкните в выпадающем меню справа от области графика (над легендой графика) и выберите "Все сценарии". Выберите, чтобы показать только спрос Большого города, выбрав его из выпадающего списка в верхнем левом выпадающем меню окна "Результаты". Ваш график должен быть похож на приведенный ниже.



Обратите внимание на более высокую потребность в воде для Большого города в сценарии "Более высокий рост населения", как и ожидалось.

Затем сравните "Неудовлетворенный спрос" для двух сценариев. Используйте выпадающее меню первичной переменной, чтобы выбрать "Неудовлетворенный спрос".



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

И снова обратите внимание на более высокий уровень неудовлетворенного спроса в сценарии с более высоким ростом населения.



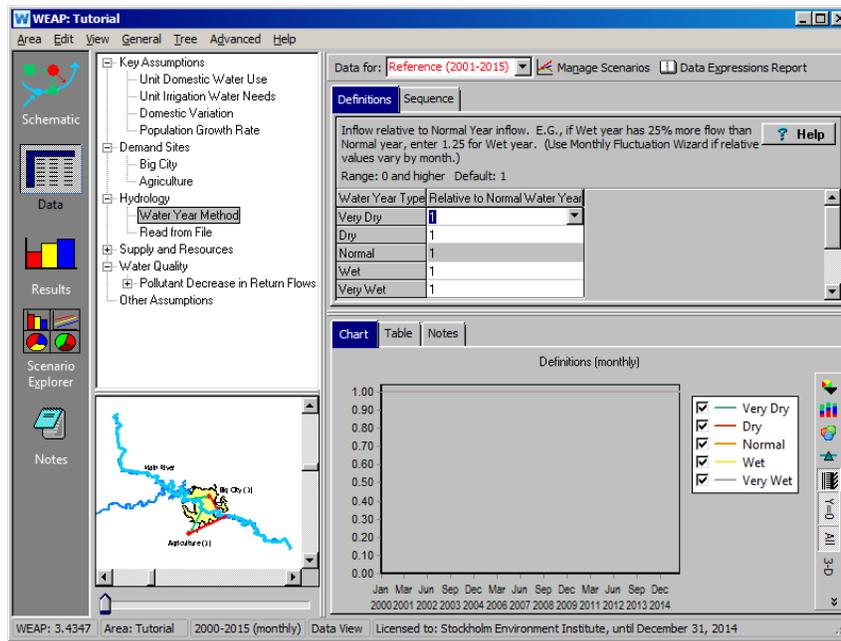
При создании большого количества сценариев в одной и той же области расчет может затянуться. В этом случае вы можете исключить некоторые сценарии из расчета, сняв флажок "Показывать результаты для этого сценария" в менеджере сценариев для этих сценариев.

Использование метода водного года

11. Создание определений водного года

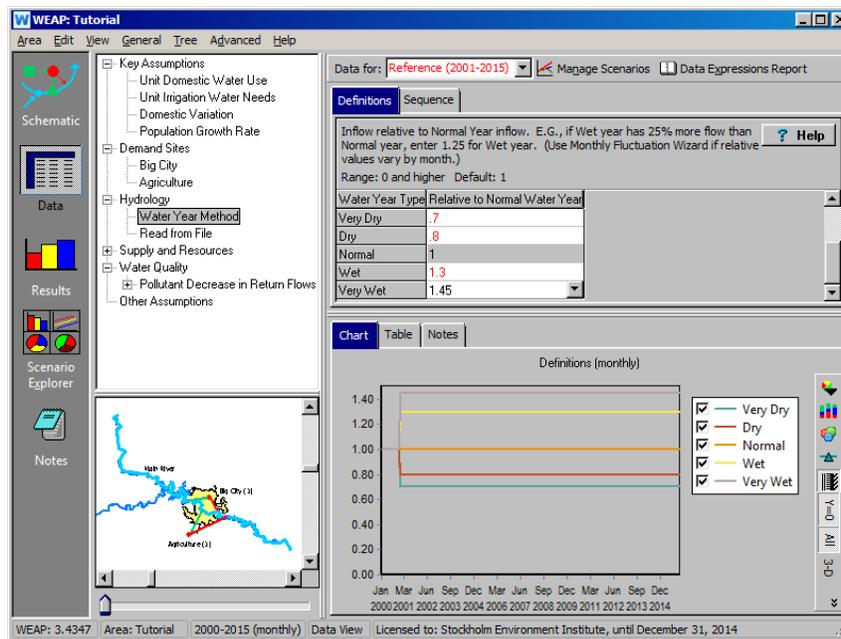
В предыдущем упражнении *изменялся только спрос, но не предложение*. На этом этапе мы хотим посмотреть, как естественные колебания климатических данных (сток ручья, количество осадков и т. д.) могут быть учтены в WEAP с помощью анализа сценариев. В качестве примера мы будем использовать "Метод водного года". Метод водного года - это простой способ представления вариаций климатических данных, таких как речной поток, количество осадков и пополнение подземных вод. Сначала метод предполагает определение того, как различные климатические режимы (например, очень сухой, сухой, очень влажный) соотносятся с нормальным годом, которому присваивается значение 1. Сухие годы имеют значение меньше 1, очень влажные - больше 1.

Выбрав сценарий "Эталон", перейдите к просмотру данных и щелкните на ветке "Метод водного года" в разделе "Гидрология" в дереве данных.



Выберите вкладку "Определения" и при необходимости разверните окно, чтобы увидеть все пять определений. Введите следующие данные:

- Очень сухой 0,7
- Сухой 0,8
- Нормальный 1,0
- Влажный 1,3
- Очень влажный 1,45



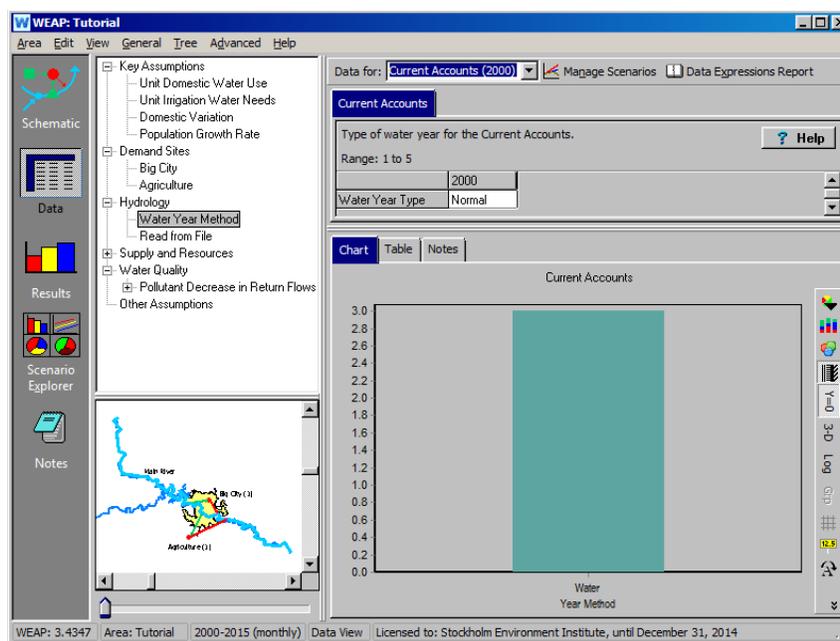


Месячные колебания можно ввести с помощью Мастера месячных колебаний водного года в выпадающем меню.

12. Создание последовательности водных лет

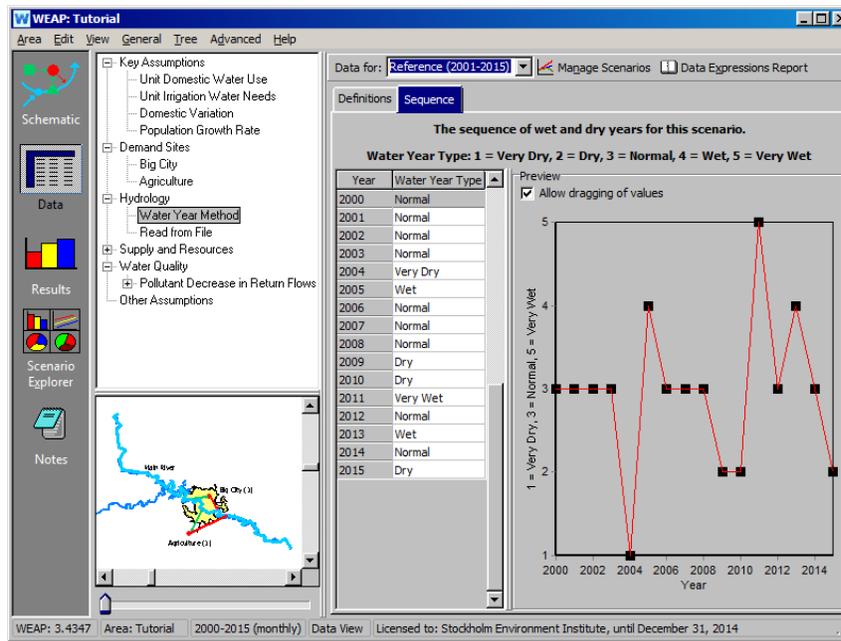
Следующим шагом в использовании "метода водных лет" является создание последовательности климатических изменений для сценарного периода. Каждому году периода присваивается одна из климатических категорий (например, влажный). Выберите вкладку "Последовательность" в ветке "Метод водного года".

Установите текущий счет как обычный



Затем выберите сценарий "Эталон" и введите следующую последовательность.

2001-2003 *нормальный*
 2004 *очень сухой*
 2005 *влажный* 2006-2008 *нормальный* 2009-2010 *сухой*
 2011 *очень влажный*
 2012 *нормальный*
 2013 *влажный*
 2014 *нормальный*
 2015 *сухой*



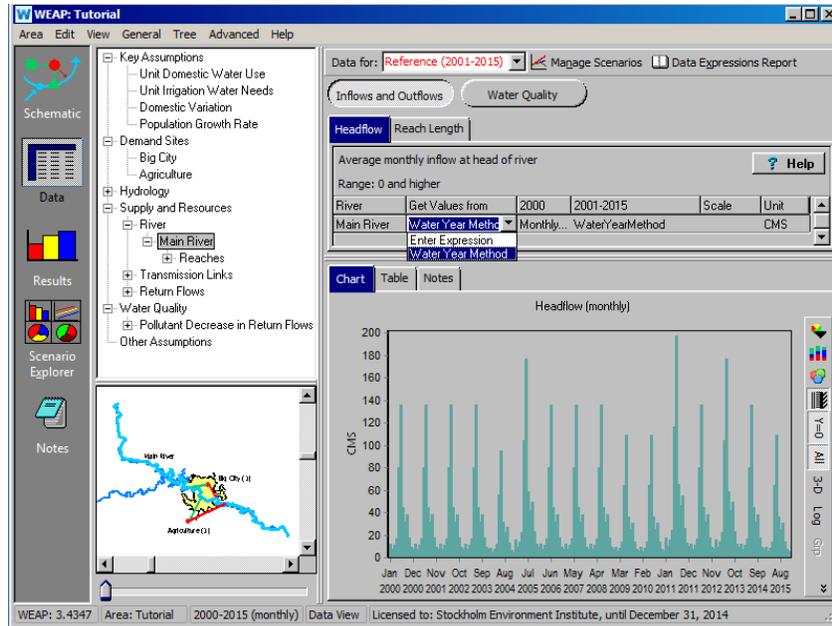
Для того чтобы притоки в модель (в нашем случае - сток главной реки) изменялись во времени, WEAP предлагает две стратегии. Если имеются подробные прогнозы, их можно прочитать с помощью функции ReadFromFile (подробнее см. в учебном модуле "Формат и данные"). Другой метод, который представлен здесь, - это "Метод водного года". В соответствии с этим методом каждый год в модели может быть определен как нормальный, влажный, очень влажный, сухой или очень сухой. В различных сценариях можно изменять выбранную последовательность сухих и влажных лет, чтобы оценить влияние природных колебаний на управление водными ресурсами.

13. Настройте модель на использование метода водного года

В дереве данных измените "Напорный расход" для Главной реки в сценарии "Эталон", чтобы использовать "Метод водного года". Обратите внимание, что ранее для периода 2001-2015 гг. ежемесячные значения напора были такими же, как и для 2000 г., года текущего счета.

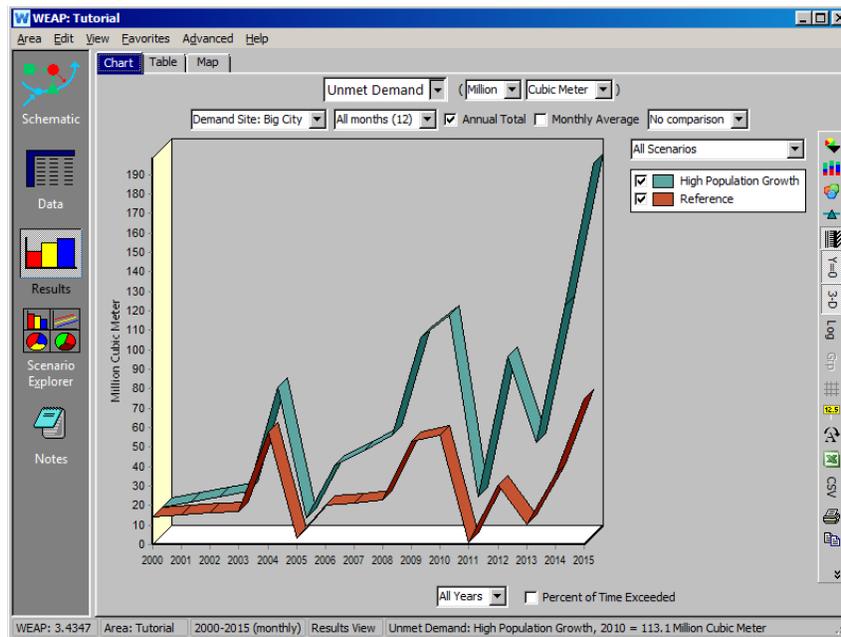
Используйте выпадающее меню в поле "Получить значения из", чтобы выбрать этот метод. Возможно, вам придется прокрутить это окно влево, чтобы появилось поле "Получить значения из".

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



14. Повторный запуск модели

Запустите модель снова и сравните "Неудовлетворенный спрос" для сценариев "Эталон" и "Более высокий рост населения", как и раньше (разумеется, "Спрос на воду" не изменится после изменения предложения в модели с помощью метода водных лет).



Обратите внимание, что "Неудовлетворенный спрос" Большого города для обоих сценариев гораздо более неустойчив при использовании метода водного года, чем при предположении о постоянном напоре воды в Главной реке, как это наблюдалось в предыдущем упражнении. В данном случае неудовлетворенный спрос меняется по мере изменения будущего климата. В годы с влажностью, превышающей норму (2000 год, год текущего счета), неудовлетворенный спрос фактически ниже, чем в 2000 году для обоих сценариев, даже с учетом увеличения спроса на воду в результате роста населения (2,2% для эталонного сценария и 5,0% для сценария с более высоким ростом населения). Увеличение количества осадков и напора воды в реке смягчает этот рост спроса в более влажные годы.

Обратная ситуация возникает в засушливые и очень засушливые годы, когда рост населения усугубляется снижением количества осадков и стока воды в реке в эти годы. Это приводит к еще большему росту неудовлетворенного спроса, чем при моделировании в предположении постоянного климата (как это было сделано в предыдущем упражнении).

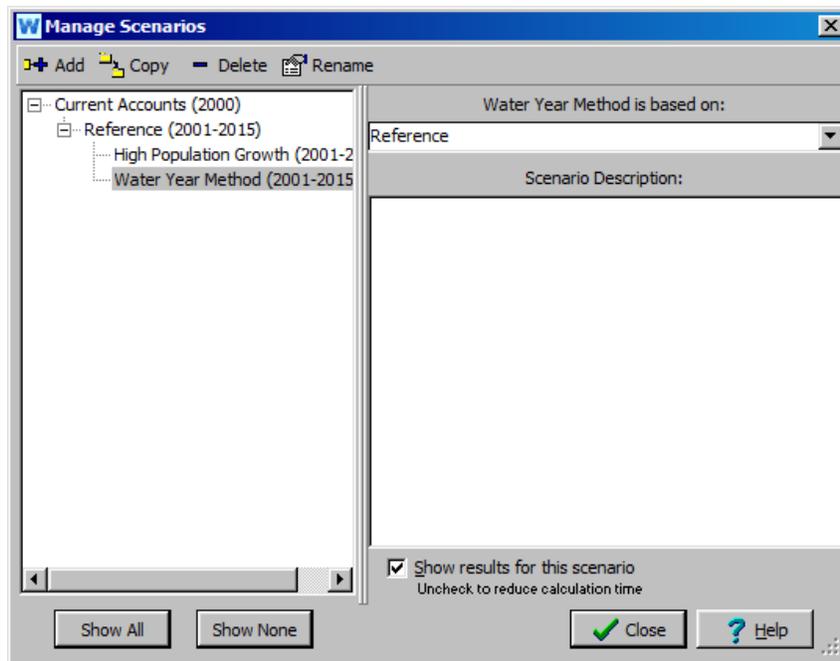
Поскольку неудовлетворенный спрос - это разница между большим спросом и большим предложением, даже довольно небольшое изменение в предложении при почти постоянном спросе может очень сильно повлиять на неудовлетворенный спрос.



В этой модели не учитываются никакие виды межгодовых запасов (водохранилища, грунтовые воды). Таким образом, нехватка воды в засушливый год никак не может быть снижена за счет использования излишков предыдущих, более влажных лет. Для получения более подробной информации о том, как моделировать хранение, обратитесь к учебному модулю WEAP "Уточнение предложения".

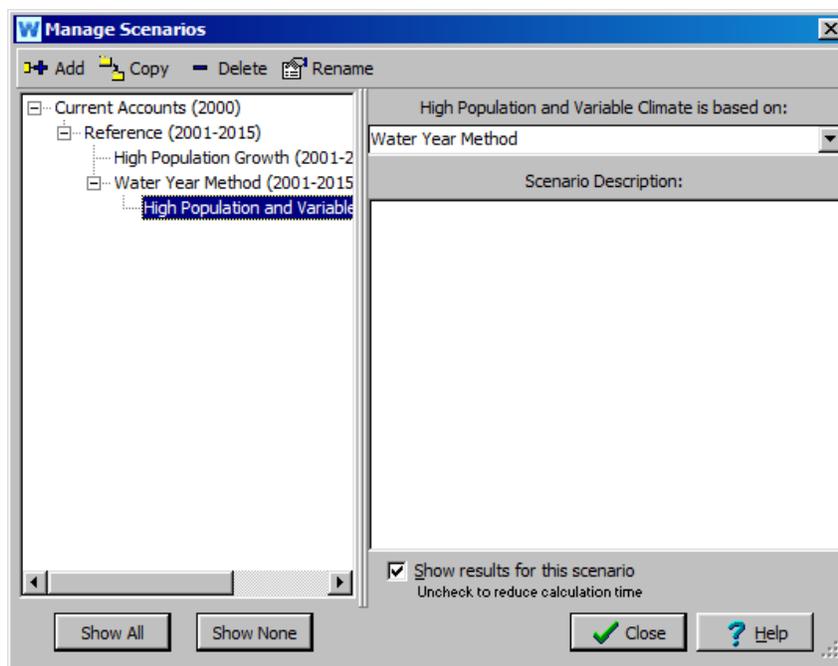
Если бы вы хотели сравнить *на одном и том же графике* в WEAP результаты, полученные по методу водного года, с результатами, полученными в предположении постоянного климата, вы могли бы создать новый сценарий, использующий метод водного года, а не изменять данные в "Эталонном" сценарии, чтобы приспособить их к методу водного года. Этот новый сценарий будет унаследован от "Эталонного" сценария, и дерево сценариев в "Менеджере сценариев" будет выглядеть следующим образом:

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Обратите внимание, что в данном случае и в сценарии "Эталон" (постоянный климат), и в сценарии "Метод водных лет" (переменный климат) для Большого города будет использоваться коэффициент роста населения, равный 2,2%, поскольку сценарий "Метод водных лет" унаследован от сценария "Эталон".

Если бы вы захотели сравнить на одном и том же графике WEAP постоянный климат и переменный климат с использованием 5-процентного темпа роста населения, вы могли бы создать еще один новый сценарий, унаследованный от сценария "Метод водных лет", и изменить ключевое допущение "Темп роста населения" в этом сценарии на 5%. Структура дерева будет выглядеть следующим образом:



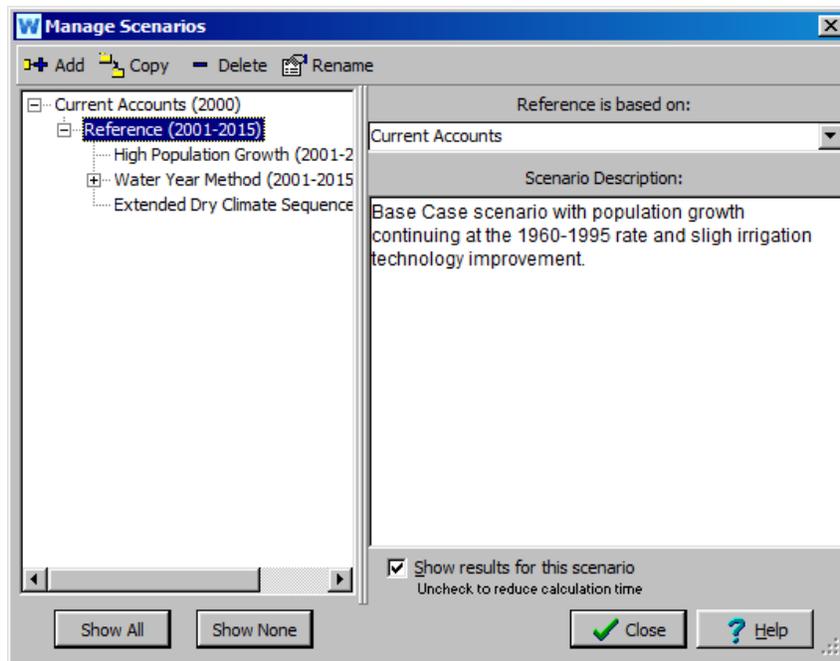
WEAP допускает неограниченную гибкость в расположении сценариев. Обратите внимание, что вы можете выводить результаты в Excel, что также облегчает сравнение результатов между сценариями. Более подробно эта функция будет рассмотрена в модуле "Данные, результаты и форматирование".

15. Сценарий изменения Наследование

Следующий пример демонстрирует полезность изменения наследования сценариев в WEAP.

Создайте новый сценарий, унаследованный от сценария "Reference", и назовите его "Extended Dry Climate Sequence". Структура дерева сценария должна выглядеть следующим образом:

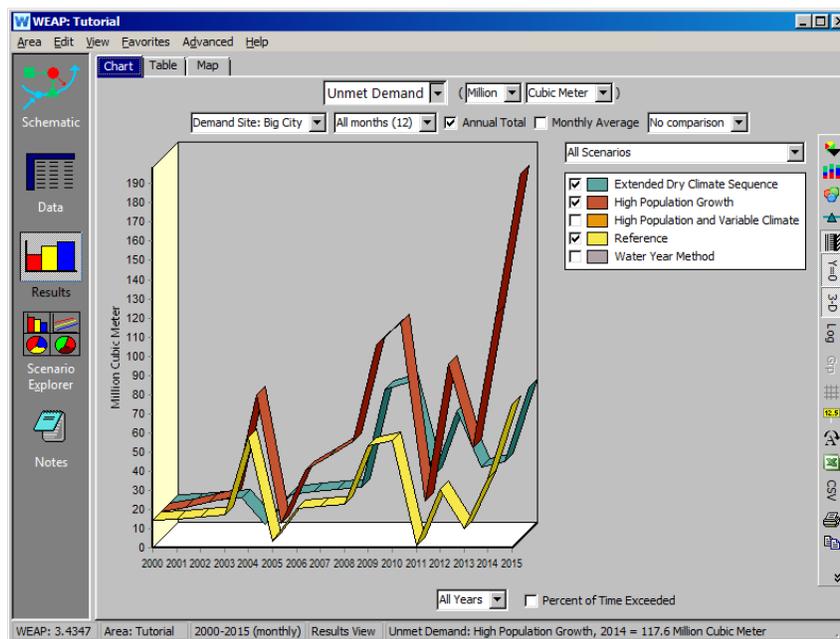
Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Перейдите к представлению "Данные" и выберите этот новый сценарий для редактирования. Нажмите на ветку "Метод водного года" в дереве данных (под Гидрологией), чтобы отредактировать климатическую последовательность следующим образом:

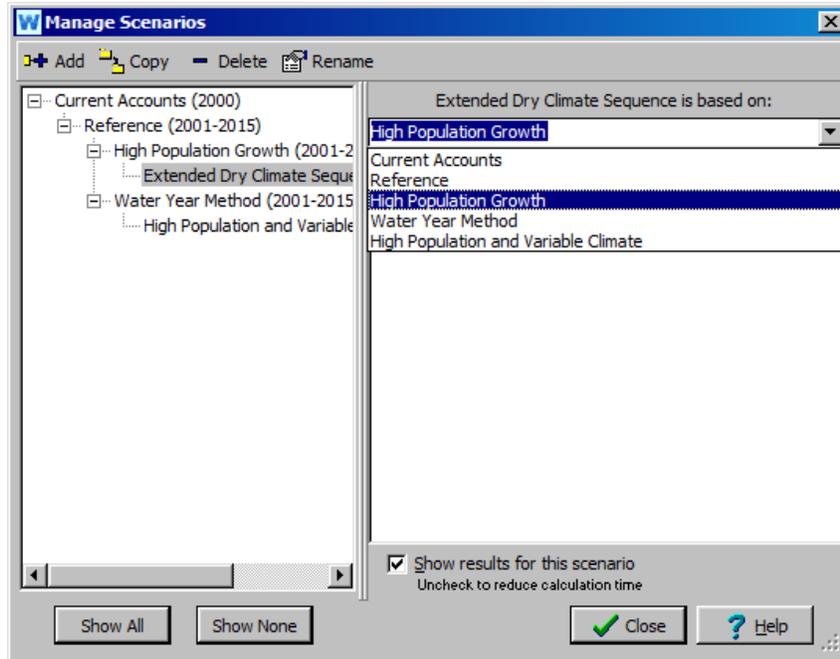
2001-2003 нормальный
 2004 влажный
 2005-2008 нормальный
 2009-2010 очень сухой
 2011 нормальный
 2012 сухой
 2013 нормальный
 2014 нормальный
 2015 сухой

Результаты (приведенные ниже) показывают, что "Неудовлетворенный спрос" большого города для сценария "Расширенная последовательность засушливого климата" (новая климатическая последовательность и темпы роста населения 2,2 %) находится в некотором промежутке между сценариями "Эталон" (исходная климатическая последовательность и темпы роста населения 2,2 %) и "Более высокие темпы роста населения" (исходная климатическая последовательность, но темпы роста населения 5 %).



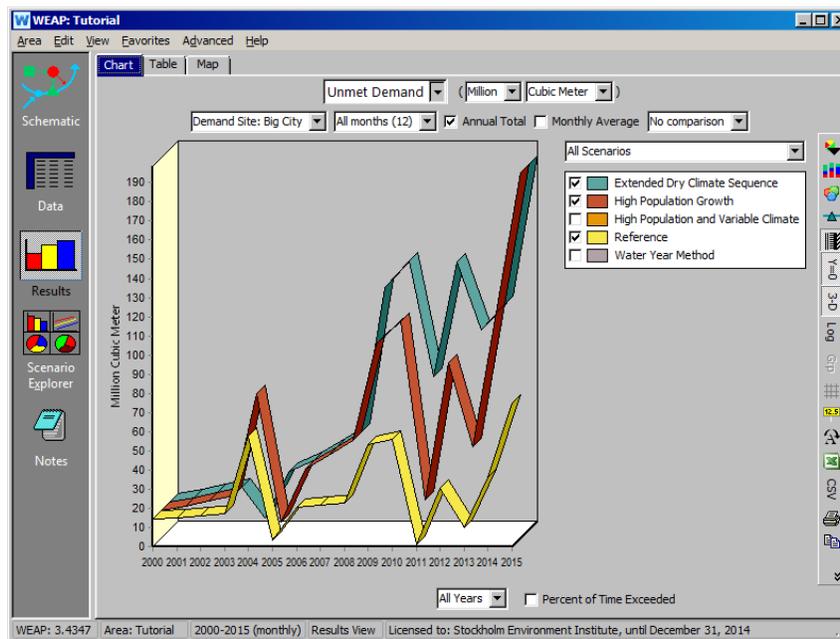
Теперь мы изменим Наследование сценария "Расширенная последовательность засушливого климата", поместив его под сценарий "Более высокий темп роста населения", чтобы он унаследовал 5-процентный темп роста населения этого сценария. В Менеджере сценариев выберите сценарий "Расширенная последовательность засушливого климата", щелкните по раскрывающемуся списку справа (под текстом "Расширенная последовательность засушливого климата основана на:") и выберите "Более высокий темп роста населения" в качестве нового родительского сценария.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Теперь пересчитайте результаты и снова посмотрите на "Неудовлетворенный спрос" для Большого города.

Какие изменения вы заметили в неудовлетворенном спросе для сценария "Продолжительная череда засушливых климатических условий"?





В связи с более высокими темпами роста населения и более сухим климатом неудовлетворенный спрос существенно возрастает.

WEAP

Система оценки и планирования воды

Уточнение анализа спроса

УРОК ПО

<i>Дезагрегирование спроса</i>	<i>82</i>
<i>Моделирование управления спросом, потерь и повторного использования.....</i>	<i>88</i>
<i>Определение приоритетов распределения спроса.....</i>	<i>98</i>

June 2024

Примечание:

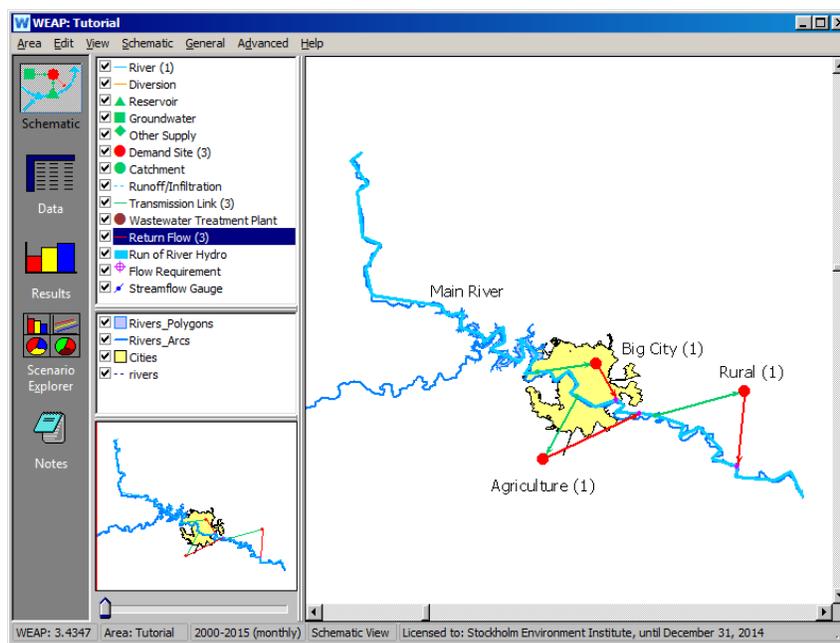
Для этого модуля вам необходимо пройти предыдущие модули ("WEAP за час", "Основные инструменты" и "Сценарии") или иметь достаточные знания о WEAP (структура данных, ключевые предположения, построитель выражений, создание сценариев). Чтобы начать этот модуль, зайдите в Главное меню, выберите "Вернуться к версии" и выберите версию под названием "Начальная точка для всех модулей после модуля "Сценарии"".

Дезагрегирование спроса

1. Создайте новый сайт по требованию

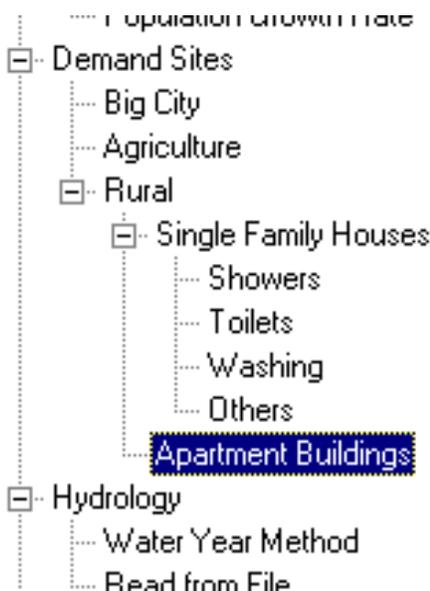
На Текущих счетах создайте новый узел спроса ниже по течению от Большого города, чтобы смоделировать спрос в сельской местности. Назовите этот узел "Сельский" и присвойте ему *Приоритет спроса = 1*. Обеспечьте передаточное звено от главной реки, расположенное ниже по течению от возвратных потоков Большого города и сельского хозяйства. *Приоритет снабжения должен быть установлен на 1*. Также обеспечьте возвратный поток для Rural, расположенный дальше по течению.

Теперь ваша область должна выглядеть следующим образом:

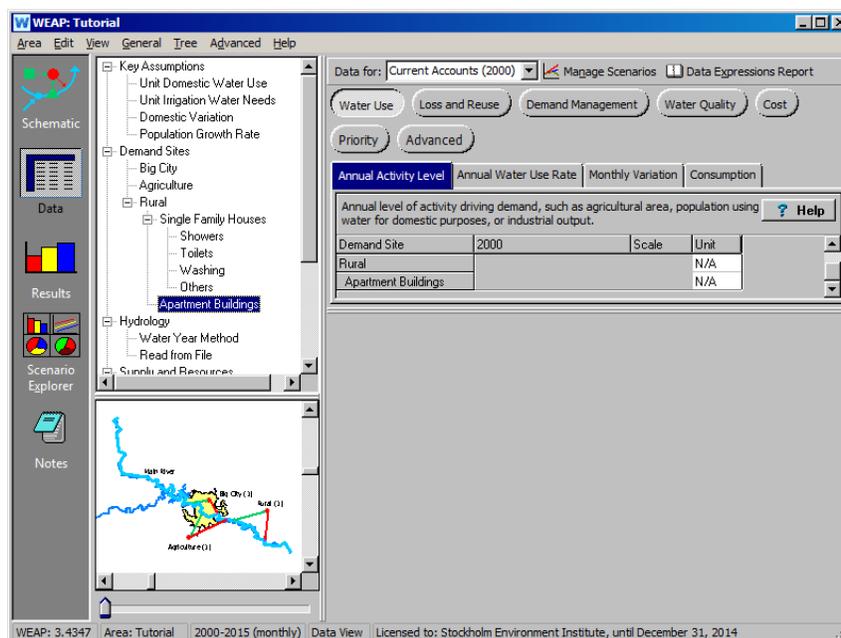


2. Создайте структуру данных для узла спроса "Сельская местность"

Чтобы создать структуру данных, щелкните правой кнопкой мыши на сайте спроса "Сельская" в дереве представления данных и выберите "Добавить", чтобы реализовать следующую структуру (пока не вводите никаких данных):



Обратите внимание, что "Душевые", "Туалеты", "Стиральные машины" и "Прочие" добавлены в качестве подотраслей ниже "Дома для одной семьи".



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

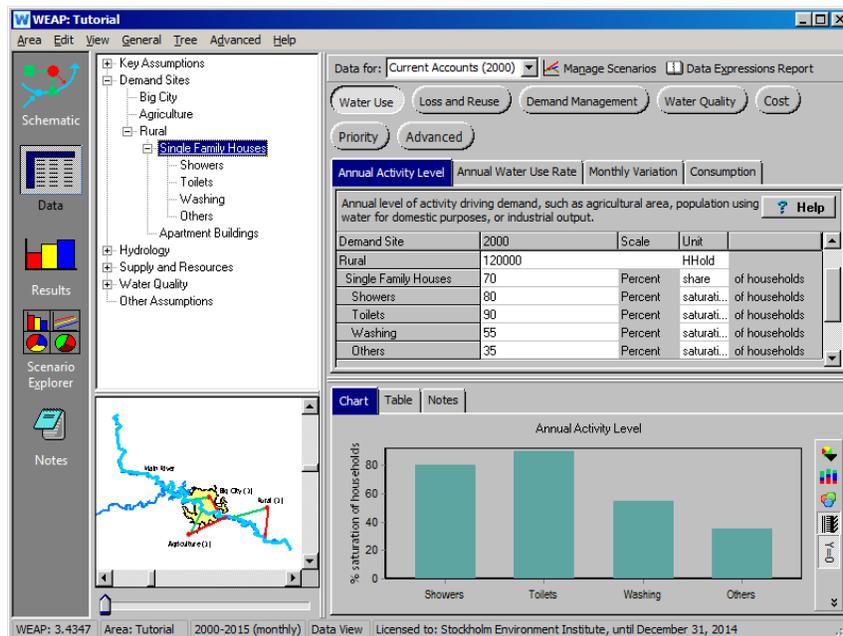
3. Введите данные о годовом уровне активности

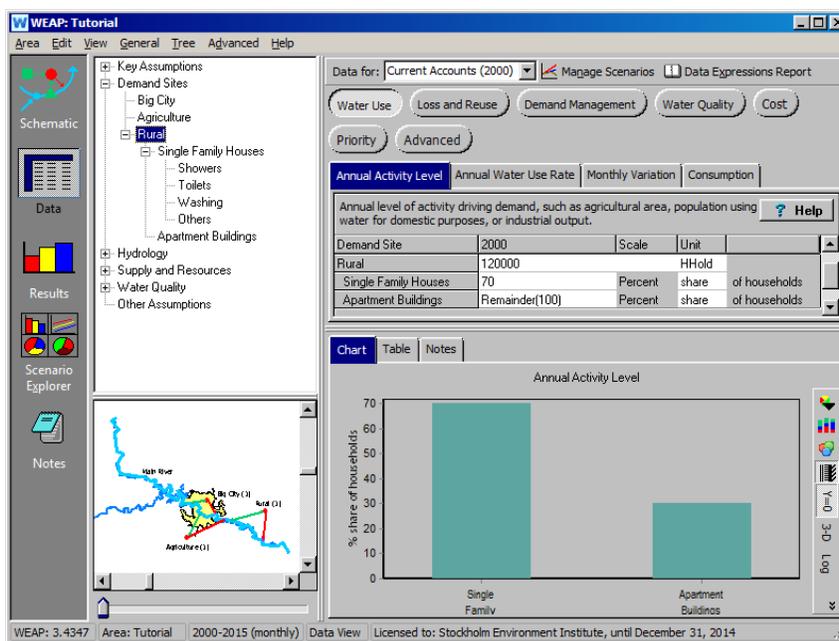
Введите следующие данные на вкладке Rural Demand Site, Annual Activity Level (необходимо щелкнуть на Single Family House в дереве данных):

<i>Сельская местность</i>		<i>120 000 домовладений</i>
<i>Односемейные дома</i>	<i>70% Доля</i>	
<i>Душевые</i>	<i>80% Насыщение</i>	
<i>Туалеты</i>	<i>90% насыщенность</i>	
<i>Стиральные</i>	<i>55% Насыщенность</i>	
<i>Другие</i>	<i>35% Насыщенность</i>	
<i>Многоквартирные дома</i>		<i>Доля остатка (используйте ExpressionBuilder)</i>



Доля и насыщенность: несмотря на то, что в WEAP оба типа процентов математически считаются одинаково, концептуально они отличаются. На определенном уровне дерева доли всегда должны равняться 100 %. Они также позволяют использовать функцию "остаток". Насыщенность указывает на уровень проникновения для конкретного устройства и не зависит от уровня проникновения для других устройств (т. е. уровни насыщенности для всех подветвей в пределах данной ветви не обязательно должны равняться 100).





4. Введите данные о годовой норме водопотребления

Введите следующие данные на вкладке "Годовая норма водопотребления" сайта спроса "Сельская местность".

Сельская местность

Дома для одной семьи

Душевые 80 м / домохозяйство³

Туалеты 120 м / household³

Стиральные 60 м / household³

Прочие 40 м / дом³

Многоквартирные дома 220 м³

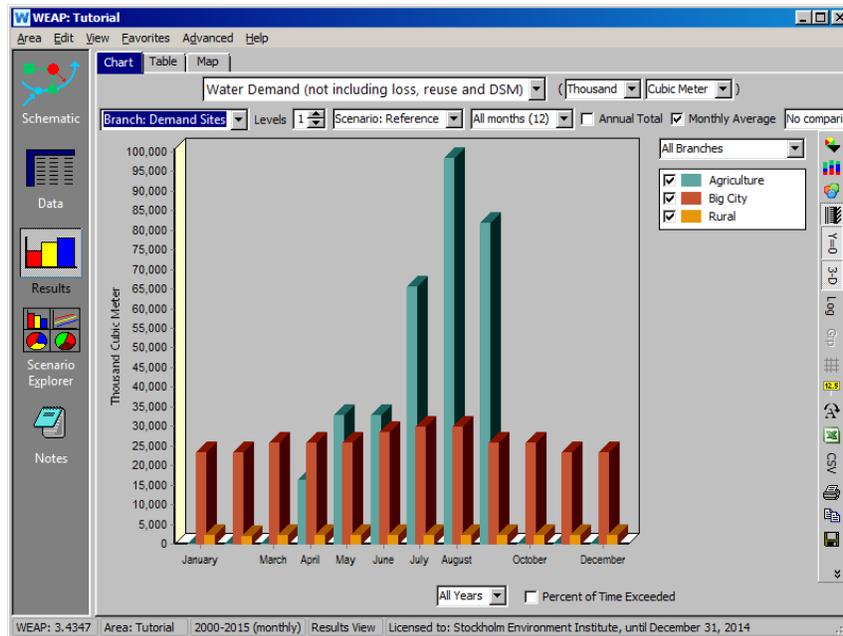
/ дом Потребление (во вкладке потребления) 80%

Обратите внимание, что значение "Потребление" вводится для всего узла "Сельский спрос", а не для подотраслей.

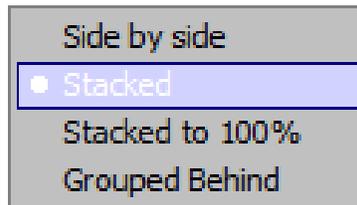
5. Проверьте результаты

Пересчитайте результаты. В представлении "Результаты" выберите "Потребность в воде" в качестве первичной переменной из выпадающего меню. Выберите "Все ветви" из выпадающего меню прямо над легендой графика. Выберите 3-D и гистограмму в качестве формата, используя выпадающее меню для значка "Тип диаграммы" на вертикальной панели инструментов построения графиков.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

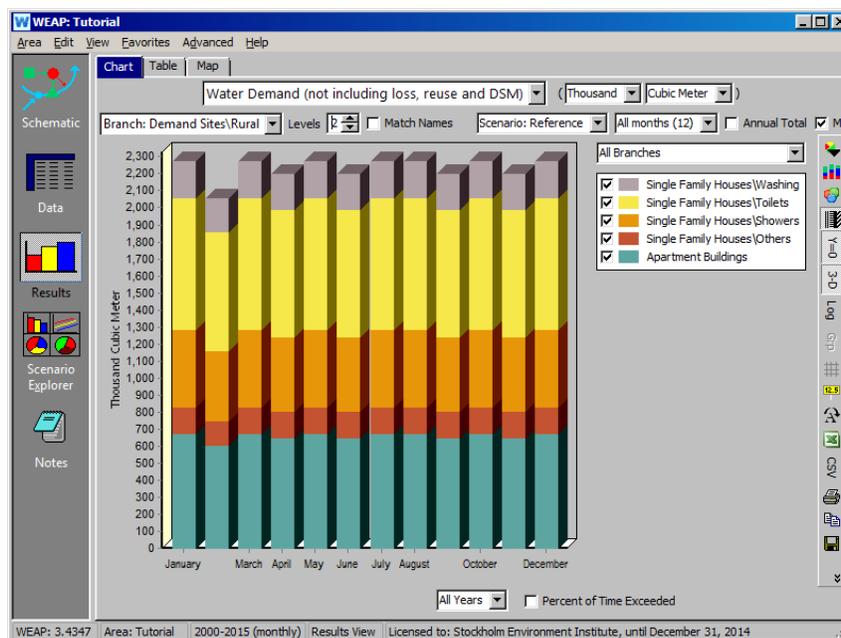
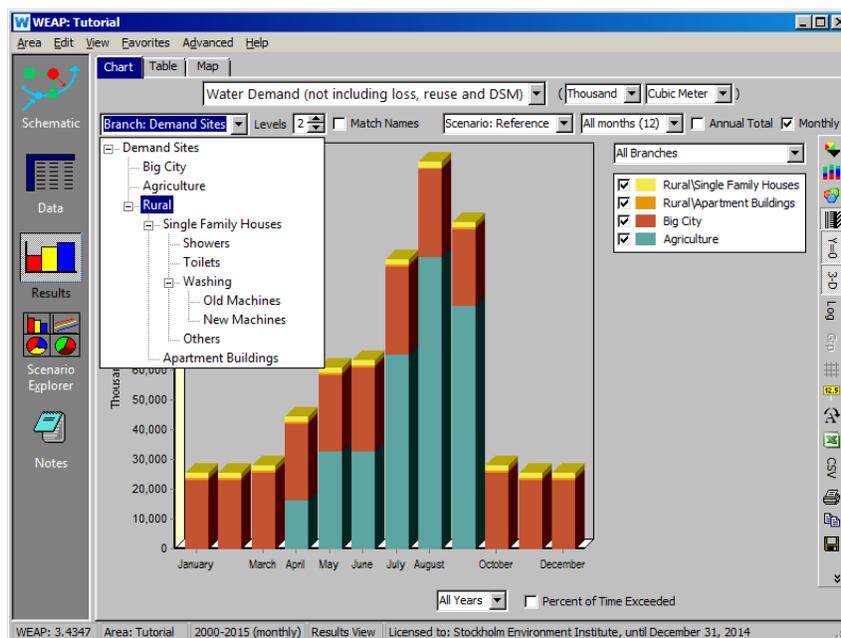


Чтобы увидеть результаты, сложенные в стопку, нажмите на значок бара в крайнем правом меню и выберите опцию "сложить в стопку".



Чтобы просмотреть результаты спроса на воду для всех подотраслей сельской местности (например, "Дома на одну семью \ души"; "Многоквартирные дома"), выберите 2 в поле "Уровни" (прямо над центром графика).

Измените ветвь спроса на сельский спрос.

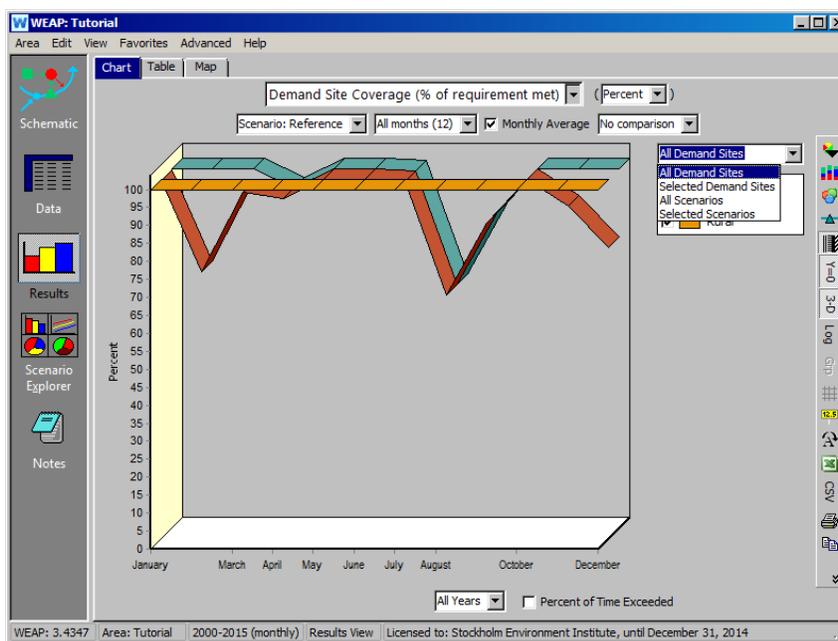


Понимаете ли вы, почему спрос в сельской местности меняется в течение года, хотя мы не вводили никаких изменений?



Разница в сельском спросе объясняется тем, что WEAP предполагает постоянный ежедневный спрос в день (пользователь не указал месячный спрос), поэтому месяцы, в которых меньше дней (например, февраль), имеют меньший спрос, чем месяцы, в которых больше дней (например, январь).

Теперь создайте трехмерный график "Охват мест спроса" и выберите все места спроса для представления (выпадающее меню для этого находится справа от графика; см. ниже).



Понимаете ли вы, почему покрытие всегда составляет 100% для сельской местности, но не для большого города и сельского хозяйства, хотя все они имеют одинаковый уровень приоритета спроса?



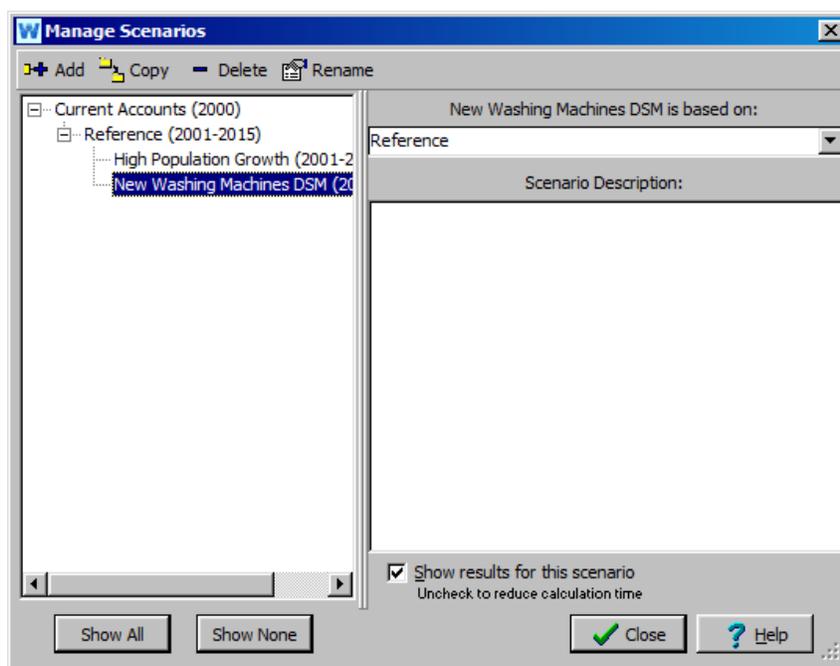
Точка забора воды в сельской местности находится ниже по течению от точки возврата воды для Большого города, что означает наличие дополнительного объема воды в реке; этот возвратный поток может легко покрыть довольно небольшую потребность сельской местности.

Моделирование управления спросом, потерь и повторного использования

6. Внедрение системы управления спросом - дезагрегированный подход

Теперь мы создадим новый сценарий, в котором будет рассматриваться стратегия управления спросом. Назовем этот сценарий "Новые

стиральные машины DSM"; он будет унаследован от сценария "Эталон", поэтому в нем будет тот же климат и темпы роста населения Большого города, что и в сценарии "Эталон". Мы удалили сценарии, которые мы не используем, нажав кнопку "Удалить". Дерево сценариев в окне "Управление сценариями" должно выглядеть следующим образом:

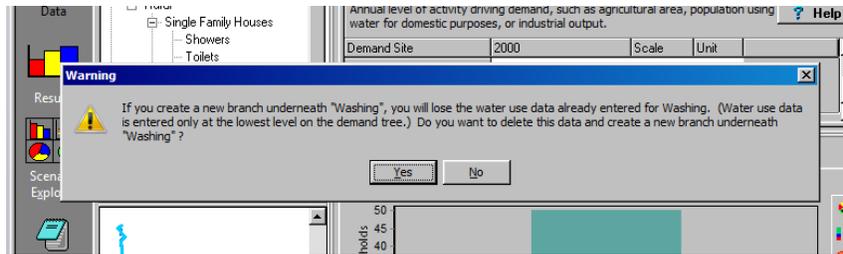


Мы предположим, что новый тип стиральных машин позволяет сократить потребление воды при стирке на 1/3 (33,3%). В этом новом сценарии будет оценено влияние этой меры управления спросом, если 50 % домохозяйств удастся убедить приобрести водосберегающую машину.

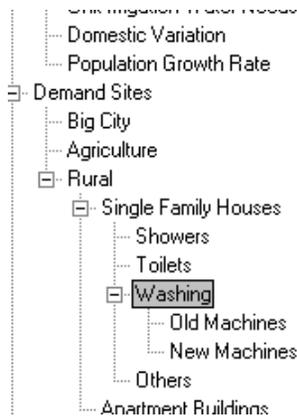
Сначала вернитесь в раздел "Текущие счета" в представлении "Данные", где создайте две новые ветви (Старые машины и Новые машины) в структуре данных "Сельские". По сути, вы дезагрегируете переменную "Мойка", чтобы теперь включить в нее две новые подкатегории. *Обратите внимание, что вы должны вернуться к Текущим счетам, потому что все новые структуры данных должны быть введены в Текущие счета, даже если переменная не будет активирована (т. е. получит ненулевой уровень активности) в сценарии Текущих счетов и "Справочника".*

Когда вы перейдете к добавлению первой подветви в разделе Washing, вы получите следующее сообщение:

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



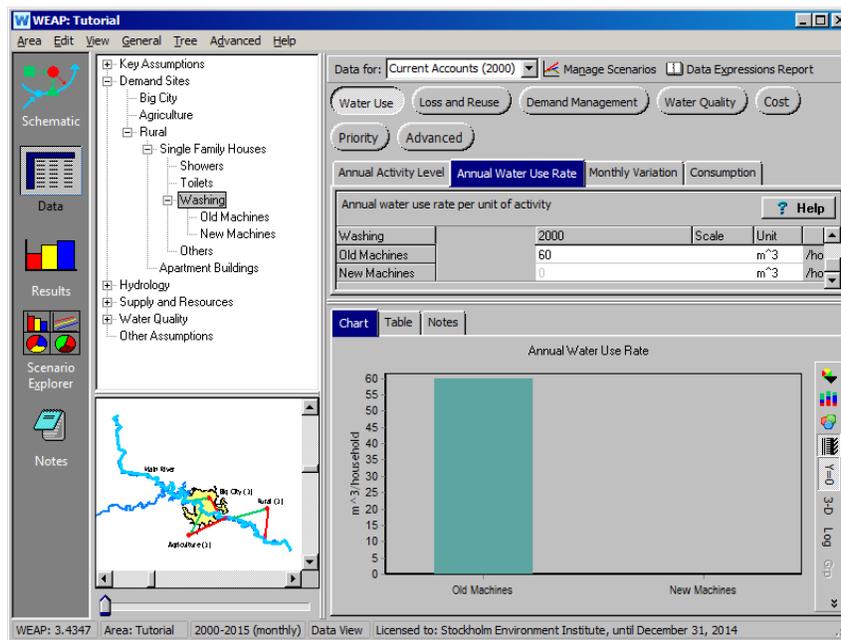
Нажмите "Да" и добавьте следующую структуру:



Измените единицы измерения для "Старых машин" и "Новых машин" на "Акции". В разделе "Годовое водопотребление" снова введите коэффициент водопотребления для старых машин (60 м³ / домохозяйство), как это было сделано для исходной переменной более высокого уровня "Стирка".

Activity	Scale	Unit
Washing	2000	m ³ /household
Old Machines	60	m ³ /household
New Machines		m ³ /household

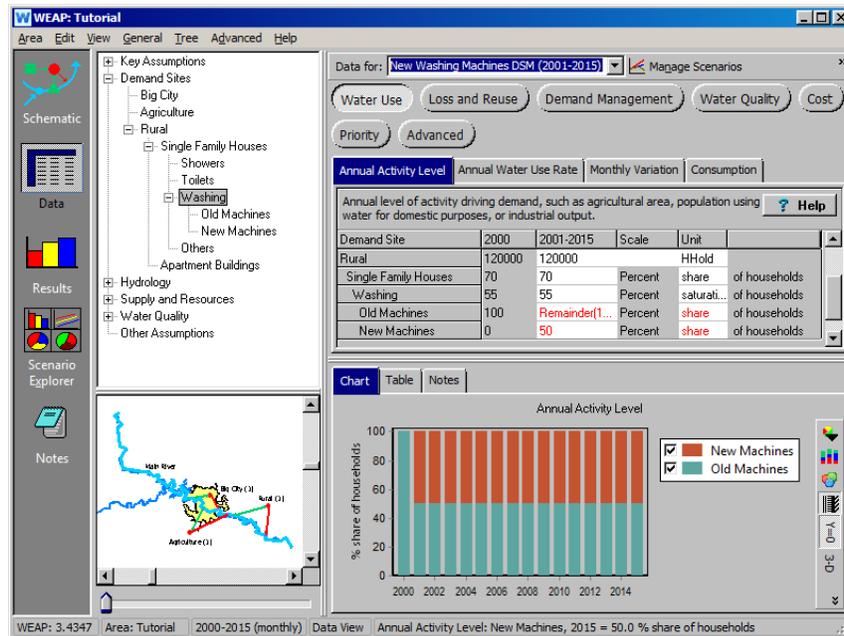
Введите значение 100% для "Годового уровня активности старых машин". Оставьте пустым значение годового уровня активности для "Новых машин" - это то же самое, что ввести ноль. Помните, что вы вводите эти данные в текущие счета, поэтому вы хотите, чтобы в сценарии "Эталон" активными были только "Старые машины". Это воссоздает тот же эффект, что и наличие агрегированной переменной "Мойка" в исходных сценариях "Текущие счета" и "Эталон". Переменная "Новые машины" будет активирована в сценарии "Новые стиральные машины DSM" (см. ниже).



Теперь переключитесь на сценарий "Новые стиральные машины DSM".

Введите 50 для новых машин (50 % всех стиральных машин будут новыми) и Remainder(100) для старых машин, используя для этого Конструктор выражений.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

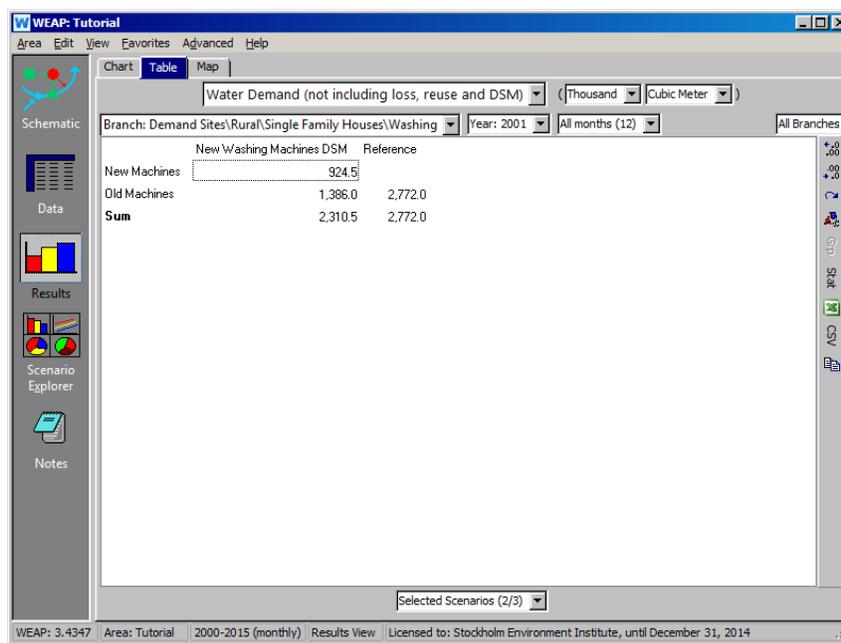


Вам придется снова ввести первоначальную норму потребления воды для старых машин ($60 \text{ м}^3 / \text{домохозяйство}$), а также новую норму потребления воды для новых машин:

Старые машины $60 \text{ м}^3 / \text{дом}^3$
 Новые машины $60 * 0,667 \text{ м}^3 / \text{домохозяйство}^3$

Просматривайте данные в формате "Бар", выбирая их из верхней иконки с правой стороны.

Теперь сравните численные результаты спроса на воду для отделения "Стиральные машины" в сельском районе для сценариев "Эталон" и "Новые стиральные машины DSM". В представлении "Результаты" перейдите на вкладку "Таблица" и выберите переменную "Спрос на воду". Также выберите "Annual Total", а не "Monthly Average" и выберите 2001 год (при сравнении сценариев в представлении "Таблица" можно просматривать числовые результаты только за один отдельный год, но это не представляет сложности для данного примера, так как мы не пытаемся моделировать рост со временем для переменной Washing). Выбираем объекты спроса \Rural\Washing\Single Family Houses\Washing из левого верхнего выпадающего меню и "All Branches" из правого верхнего выпадающего меню. Выберите "Reference" и "New Washing Machines DSM" из выпадающего меню в нижней части окна. Таблица должна выглядеть следующим образом:



Обратите внимание, что использование новых машин в 2001 году (и во все последующие годы в период действия сценария "Новые стиральные машины DSM") приводит к снижению потребности в воде примерно на 460 000 м³ по сравнению с использованием только старых машин (эталонный сценарий).



Управление спросом (DSM) относится к мерам, которые могут быть приняты на стороне потребителя, чтобы изменить количество или время потребления воды (по сравнению с коммунальной компанией, или стороной поставки, на которой установлен счетчик).

Другой способ моделирования дезагрегированной РС - сокращение удельного потребления для затронутой категории (в данном случае стиральной машины). Не существует правильного или неправильного способа моделирования РС, хотя некоторые способы могут показать больше информации, чем другие в рамках WEAP.

7. Внедрение системы управления спросом - агрегированный подход

Если дезагрегированные данные недоступны, можно рассчитать эквивалентное значение DSM. В данном примере, если предположить, что мы не дезагрегировали спрос на воду в сельской местности, мы могли бы получить тот же результат, используя опцию "Управление спросом" для этого участка спроса в представлении данных. В этом случае сокращение составит:

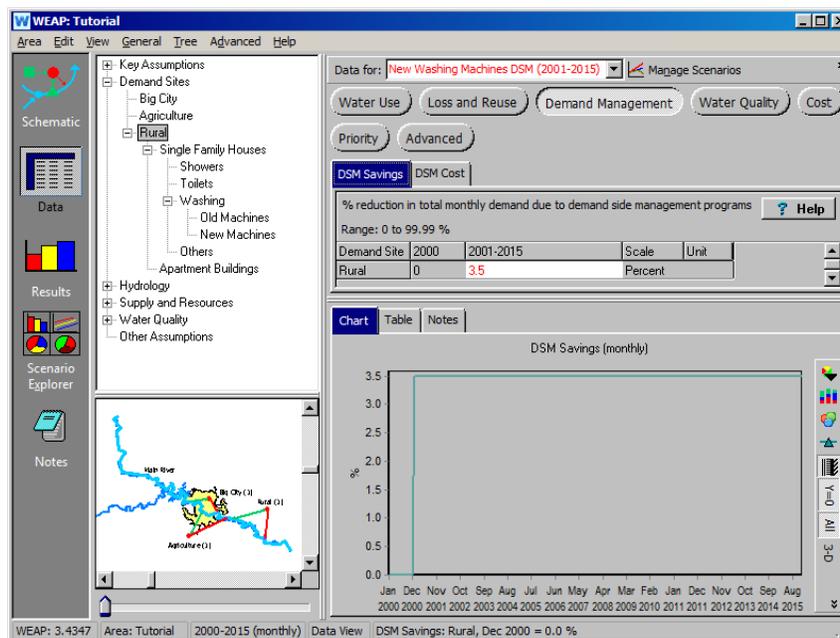
Первоначальный вклад мойки в водопотребление в сельской местности
 2,772 / 26,316 10.5%

Доля новых машин
 50%

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Сокращение новых машин 66.6%
Умножение всех этих процентов вместе = 3 ,5%

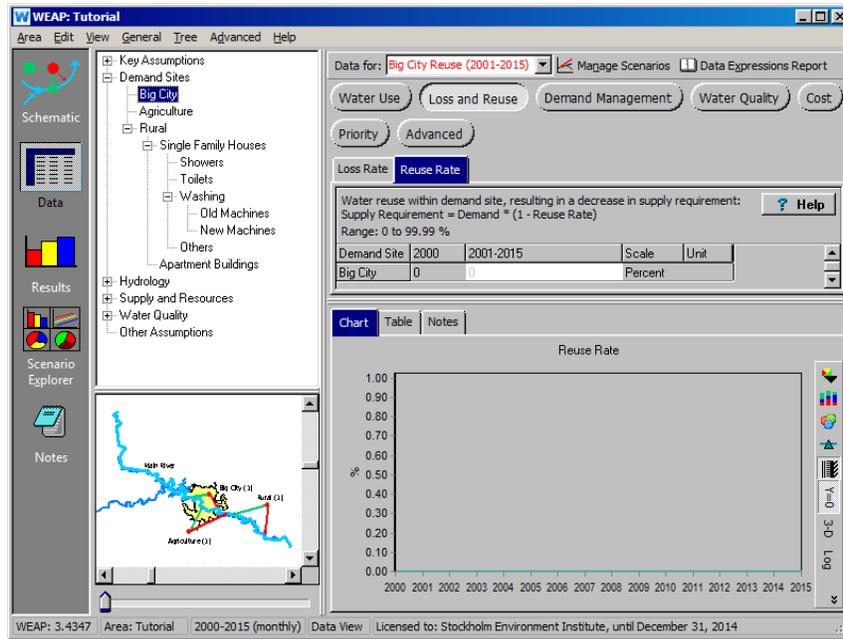
Это значение может быть введено на вкладке "Управление спросом/Сбережение спроса" для сельской ветви сценария управления спросом.



Мероприятия по управлению спросом (DSM) не учитываются в представлении спроса. Чтобы увидеть эффект от DSM-мероприятия, посмотрите на изменение потребности в снабжении, а не спроса на воду.

8. Повторное использование модели

Еще одна стратегия водосбережения, которую можно изучить с помощью сценариев, - это повторное использование воды. Создайте новый сценарий, унаследованный от сценария "Эталон", и назовите его "Повторное использование воды в Большом городе". Убедитесь, что вы находитесь в этом новом сценарии, и щелкните на ветке "Большой город". Нажмите на кнопку "Потери и повторное использование" и перейдите на вкладку "Коэффициент повторного использования".

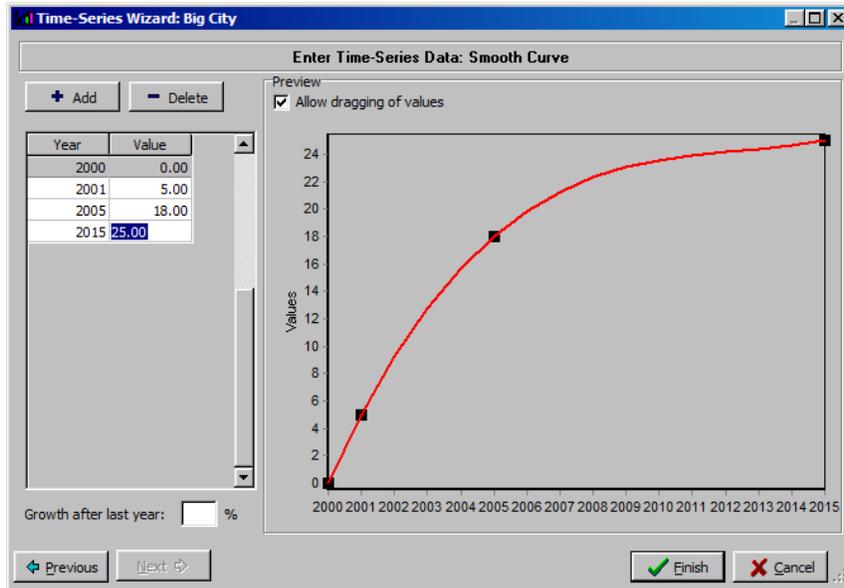


Введите следующее выражение в поле 2001-2015 с помощью Конструктора выражений:

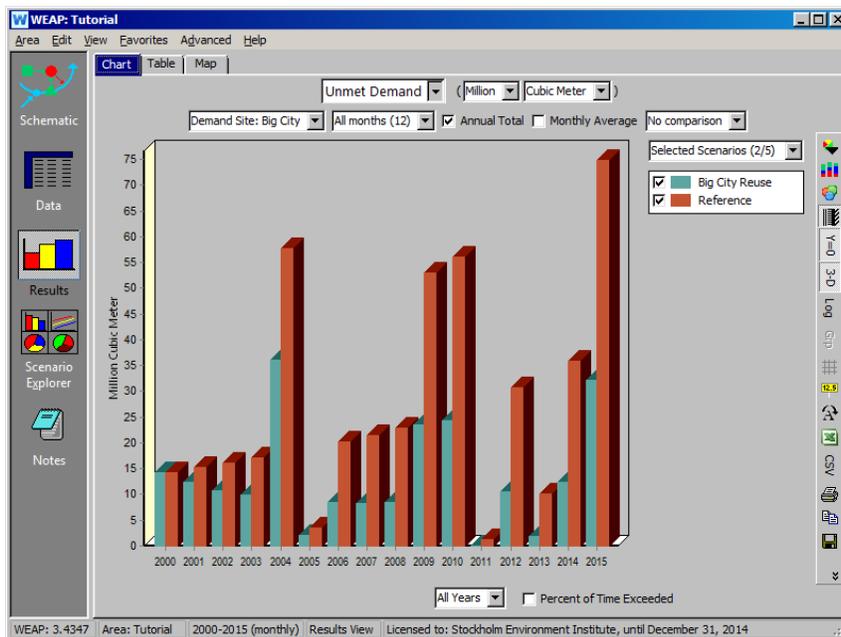
Smooth(2001,5, 2005,18, 2015,25)

Сначала введите функцию "Сгладить" в текстовое поле строителя выражений и выберите "Сгладить кривую" из предложенных вариантов. Нажмите "Далее" и введите значения данных. У вас должен получиться график, подобный приведенному ниже. Обратите внимание, что повторное использование на текущих счетах (2000) остается нулевым. Нажмите "Готово".

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

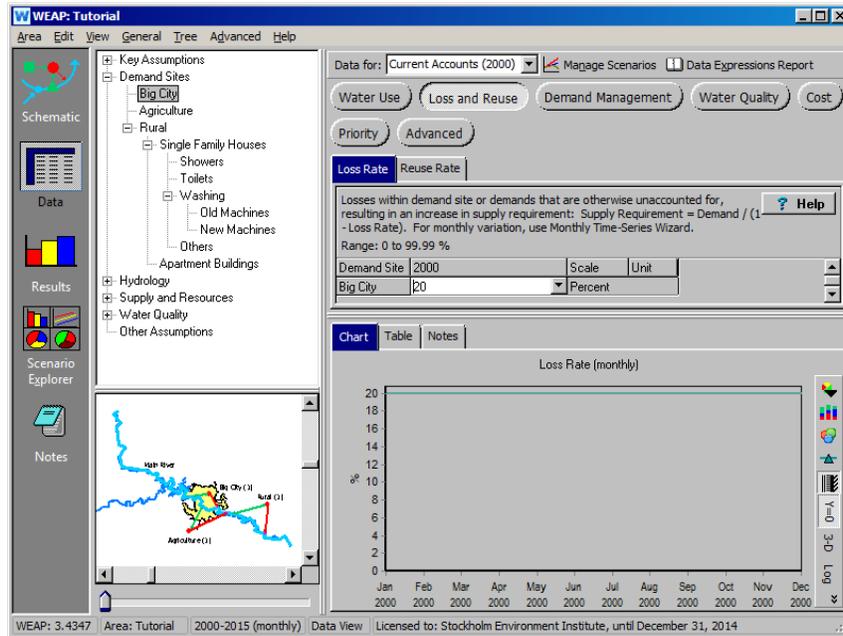


В окне "Результаты" сравните неудовлетворенный спрос для Большого города до (Reference) и после (Big City Reuse) внедрения этой стратегии экономии. Вы должны получить график ниже, который показывает значительное сокращение неудовлетворенного спроса в Большом городе при использовании стратегии повторного использования воды.



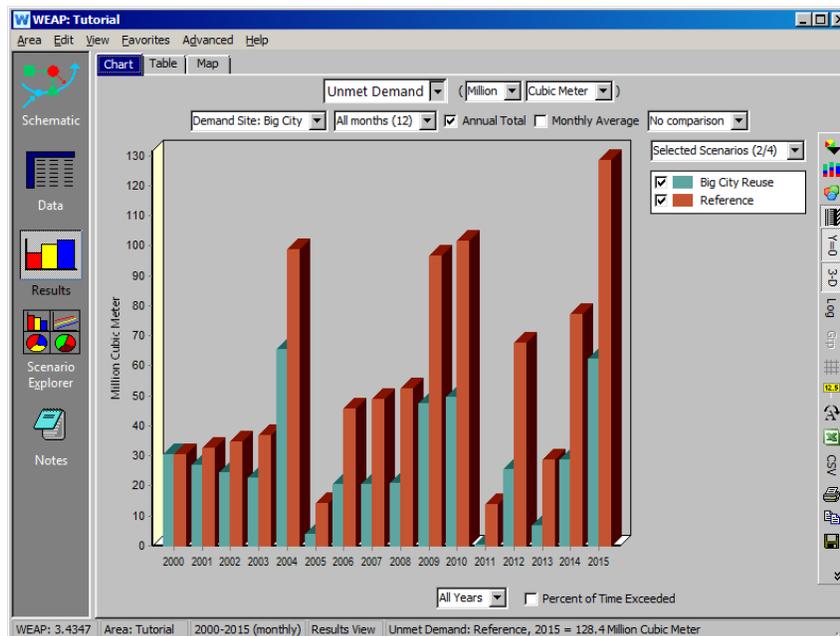
9. Модельные потери

Переделайте модель, чтобы учесть 20-процентный уровень потерь в сети Большого города. Внесите это изменение для текущих счетов, чтобы оно было перенесено в сценарий "Эталон" и, благодаря функции наследования, во все сценарии.



Что произойдет с неудовлетворенным спросом для Большого города, как в сценарии "Эталон", так и в сценарии "Повторное использование Большого города" по сравнению с предыдущим упражнением без потерь?

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



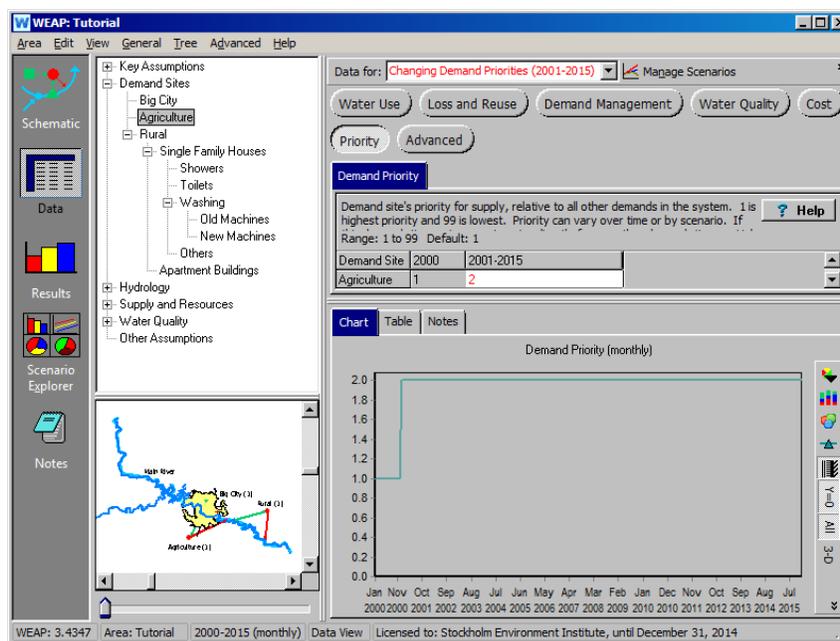
Потери могут происходить в линии передачи, на самом объекте спроса или в обратном потоке. Потери в передающем звене повлияют на поставку на участок спроса. Потери на участке спроса повлияют на требуемую потребность в снабжении этого участка спроса. Потери в обратном потоке влияют только на возвращаемый поток.

Установление приоритетов распределения спроса

10. Редактировать приоритет сайта по требованию

Создайте новый сценарий, унаследованный от "Эталонного", и назовите его "Изменение приоритетов спроса". Измените приоритет спроса на сельскохозяйственный участок в представлении данных, щелкнув на ветке "Сельское хозяйство" и нажав на кнопку "Приоритет", или щелкнув на узле в представлении схемы и выбрав "Общая информация".

Измените приоритет спроса с 1 на 2.



Приоритет потребности может быть любым целым числом от 1 до 99 (по умолчанию используется 1) и позволяет пользователю определить порядок, в котором удовлетворяются потребности в воде участков потребности. WEAP попытается удовлетворить потребность в воде участка с приоритетом спроса 1 перед участком с приоритетом спроса 2 или выше. Если два участка спроса имеют одинаковый приоритет, WEAP будет пытаться удовлетворить их потребности в воде в равной степени. Абсолютные значения не имеют значения для уровней приоритета; важен только относительный порядок. Например, если есть два участка спроса, тот же результат будет иметь место, если приоритеты спроса установлены на 1 и 2 или 1 и 99.



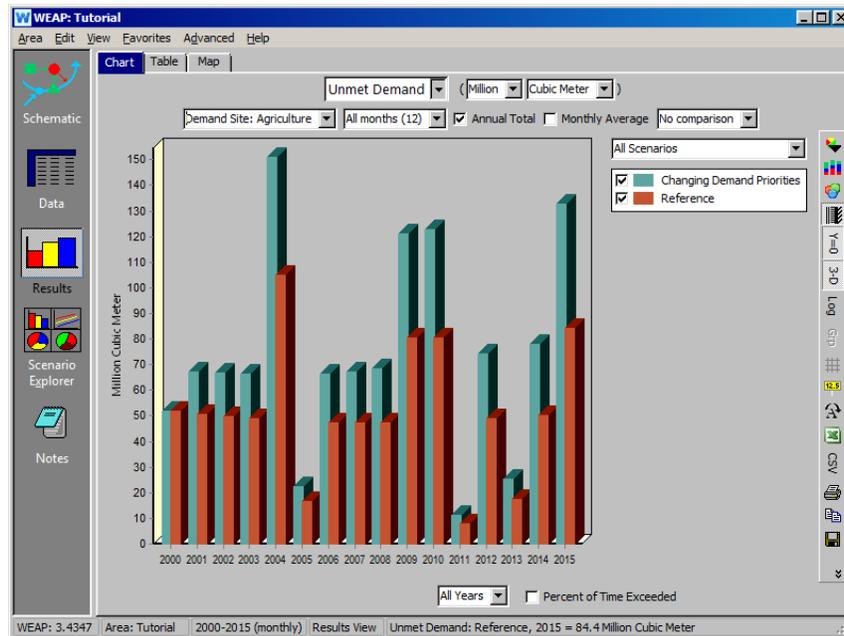
Приоритеты спроса позволяют пользователю представить в WEAP распределение воды так, как оно происходит в его системе. Например, фермер, находящийся ниже по течению, может иметь исторические права на речную воду, несмотря на то, что другой объект спроса, расположенный выше по течению, может забирать столько речной воды, сколько пожелает, оставляя фермеру мало воды в отсутствие таких прав. Настройка "Приоритет спроса" позволяет пользователю установить приоритет фермера в получении воды выше, чем у участка спроса, расположенного выше по течению. Приоритет спроса также может меняться со временем или в зависимости от сценария - более сложный вопрос, который будет рассмотрен далее в учебнике.

Вы также можете изменить приоритет спроса на экране Data View\ "Приоритет"\ вкладка "Приоритет спроса".

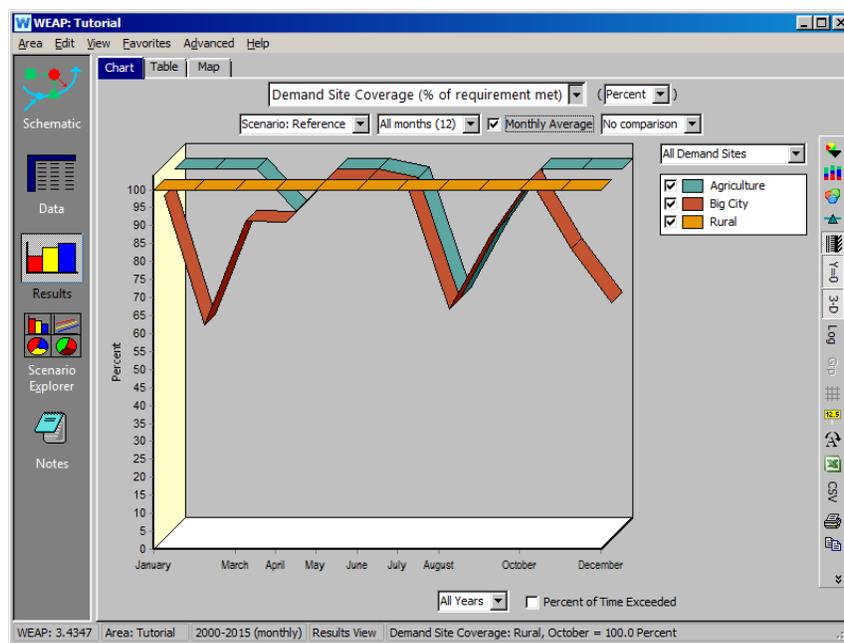
11. Сравнить результаты

Отобразите в графическом виде неудовлетворенный спрос на сельскохозяйственную продукцию для сценариев "Эталон" и "Изменение приоритетов спроса". График должен выглядеть так, как показано ниже":

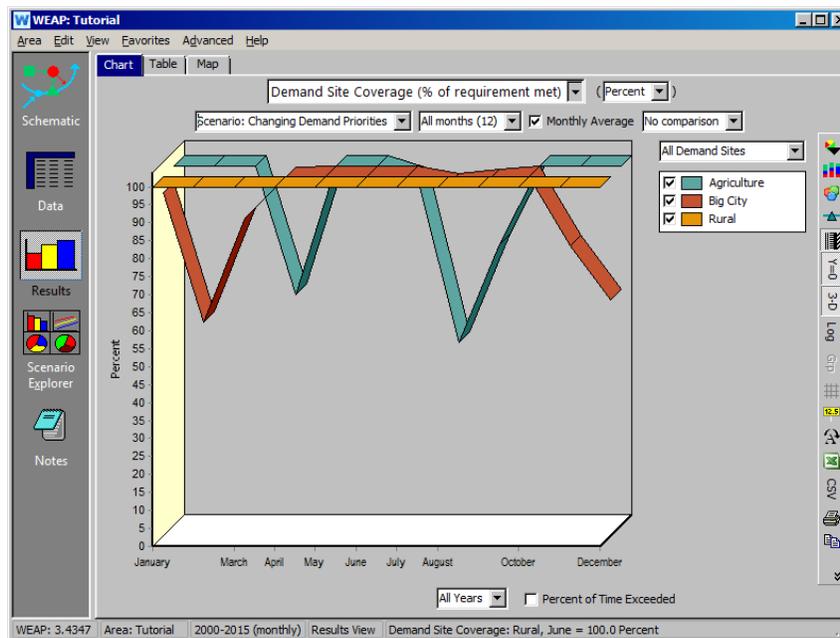
Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Обратите внимание, что неудовлетворенный спрос для сельского хозяйства увеличивается, когда его приоритет спроса повышается до 2. Это происходит потому, что Большой город теперь предпочитает, чтобы его спрос удовлетворялся в первую очередь. Доказательство этого можно увидеть, построив график среднемесячного покрытия спроса для Большого города и сельского хозяйства за все годы реализации эталонного сценария.



Теперь сравните эти результаты с тем же графиком, созданным для сценария "Изменение приоритетов спроса".



Обратите внимание, что в "эталонном" сценарии в апреле и августе и Большой город, и сельское хозяйство не получают полного покрытия своих потребностей, поскольку они оба в равной степени конкурируют за сток Главной реки. Однако, когда Большому городу отдается предпочтение в удовлетворении спроса (сценарий "Изменение приоритетов спроса"), его покрытие улучшается по сравнению с сельским хозяйством. Временами покрытие составляет 100% для сельского хозяйства, но не для Большого города. Это связано с отсутствием спроса в сельском хозяйстве (в основном это наблюдается в зимние месяцы). Обратите внимание, что покрытие спроса для сельского участка всегда составляет 100 %, поскольку возвратные потоки для Большого города и сельского хозяйства удовлетворяют спрос на воду, создаваемый сельским участком.

WEAP

Система оценки и планирования воды

Уточнение предложения

УРОК ПО

<i>Изменение приоритетов поставок.....</i>	<i>104</i>
<i>Моделирование снабжения водохранилищ.....</i>	<i>107</i>
<i>Добавление требований к потоку.....</i>	<i>115</i>
<i>Моделирование ресурсов подземных вод.....</i>	<i>119</i>

June 2024

Примечание:

Для этого модуля вам необходимо пройти предыдущие модули ("WEAP за час", "Основные инструменты" и "Сценарии") или иметь достаточные знания о WEAP (структура данных, ключевые предположения, построитель выражений, создание сценариев). Чтобы начать этот модуль, зайдите в Главное меню, выберите "Вернуться к версии" и выберите версию под названием "Начальная точка для всех модулей после модуля "Сценарии"".

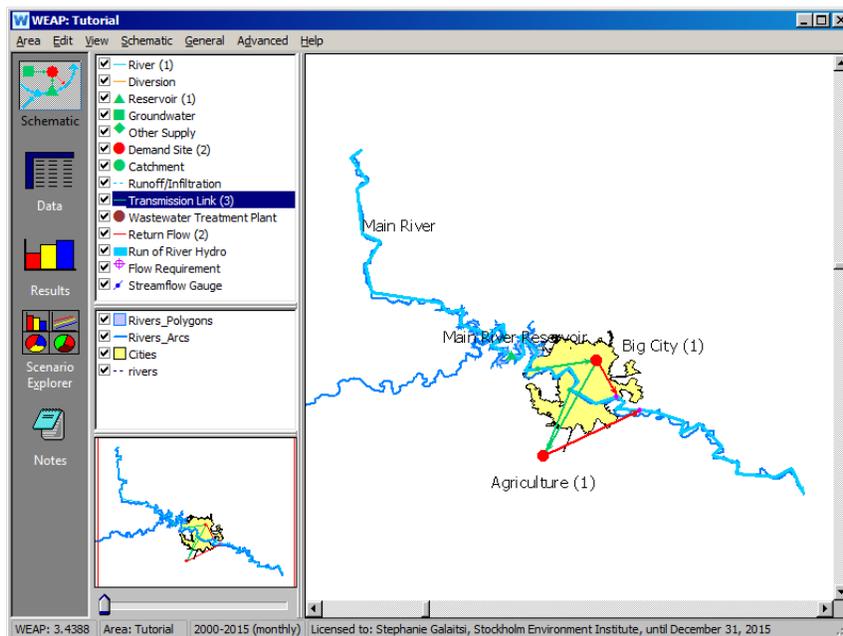
Изменение приоритетов поставок

1. Создание нового передаточного звена для повторного использования ВОДЫ

Создайте новое передающее звено, начинающееся на участке спроса "Большой город" и заканчивающееся на участке спроса "Сельское хозяйство". Это концептуальная модель повторного использования городских сточных вод для нужд сельского хозяйства. Установите для этой линии передачи значение 2.

Предпочтения в поставках

2

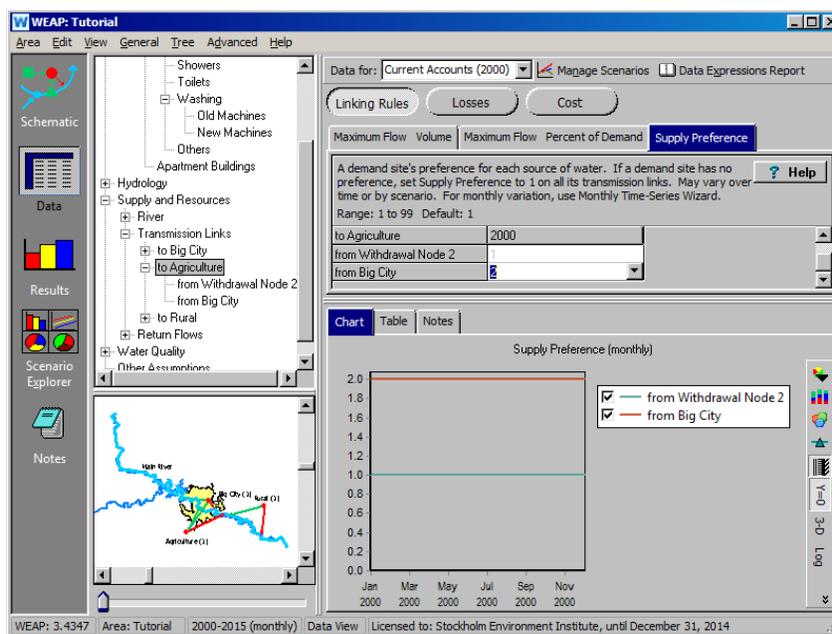




Если бы качество воды вызывало опасения, можно было бы добавить очистные сооружения, чтобы очищать воду из Большого города до того, как ее получит Сельское хозяйство. Наличие очистных сооружений в схеме позволило бы смоделировать изменения качества воды до и после очистки.

2. Результаты при изменении предпочтений поставок

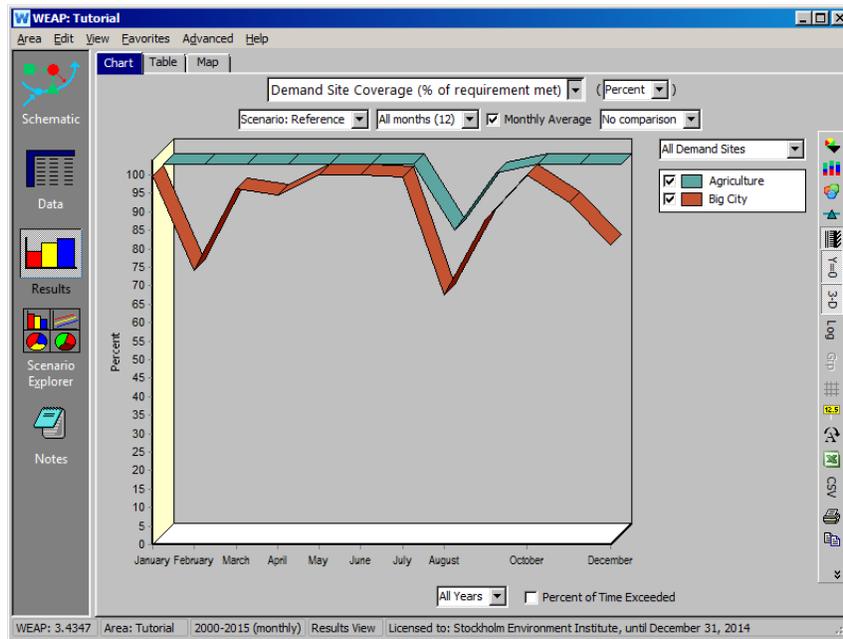
Попробуйте изменить предпочтения поставок для двух звеньев, которые теперь поставляют сельское хозяйство, и посмотрите на соответствующие результаты по охвату участков спроса. Чтобы изменить предпочтения в поставках, щелкните правой кнопкой мыши на передаточном звене в представлении схемы или перейдите в представление данных и щелкните на соответствующем передаточном звене под разделом Supply and Resources\Linking Demands and Supply\Agriculture.



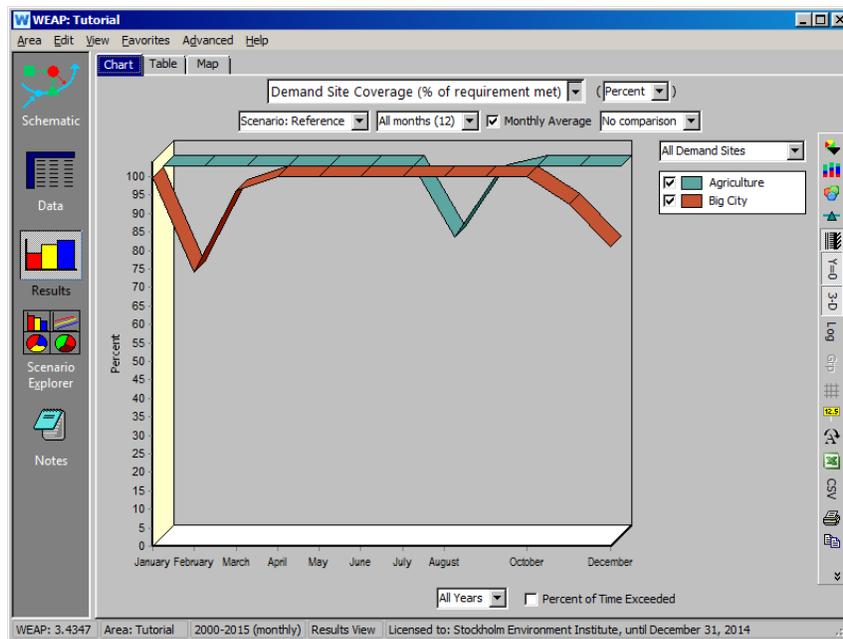
Попробуйте следующие комбинации:

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

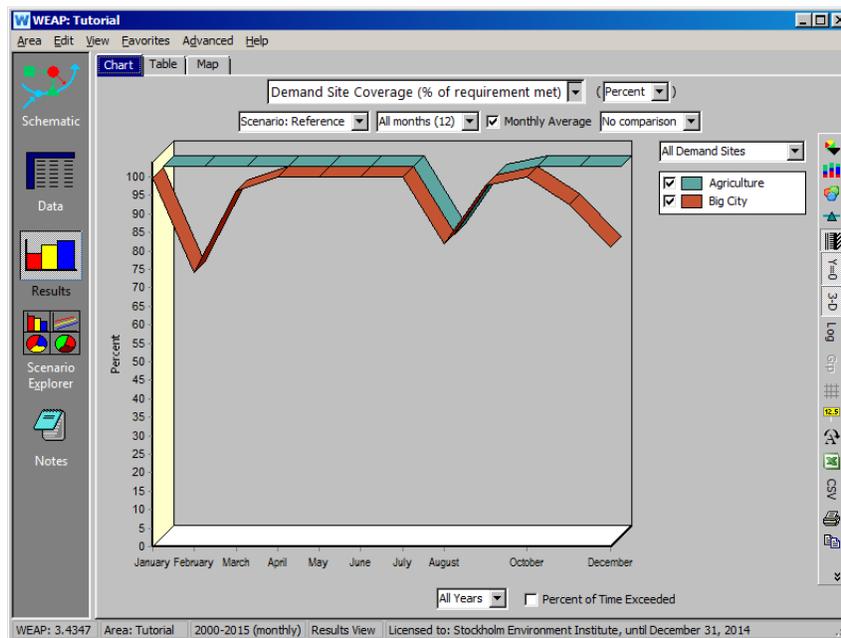
Предпочтения в снабжении = 1 от главной реки, 2 от большого города



Предпочтения в снабжении = 2 из Главной реки, 1 из Большого города



Предпочтения в поставках = 1 с главной реки и 1 из большого города



Понимаете ли вы, почему при изменении предпочтений в предложении возникают различия в покрытии спроса?



Вы можете изменить отображение приоритетов на схеме с помощью меню "Schematic\Change the Priority View". Опция "View Allocation Order" отображает фактический порядок приоритетов, в котором WEAP рассчитывает предложение. Это зависит от предпочтения предложения по ссылке, а также от приоритета спроса на участке спроса.

Обратите внимание, что вы можете изучить влияние изменения предпочтений поставщиков, как и приоритетов спроса, путем создания альтернативных сценариев.

3. Возврат к исходной модели

Это можно сделать с помощью опции "Вернуться к версии" в меню Area. Выберите "Начальная точка для всех модулей после модуля "Сценарии"", как вы делали в начале этого упражнения.

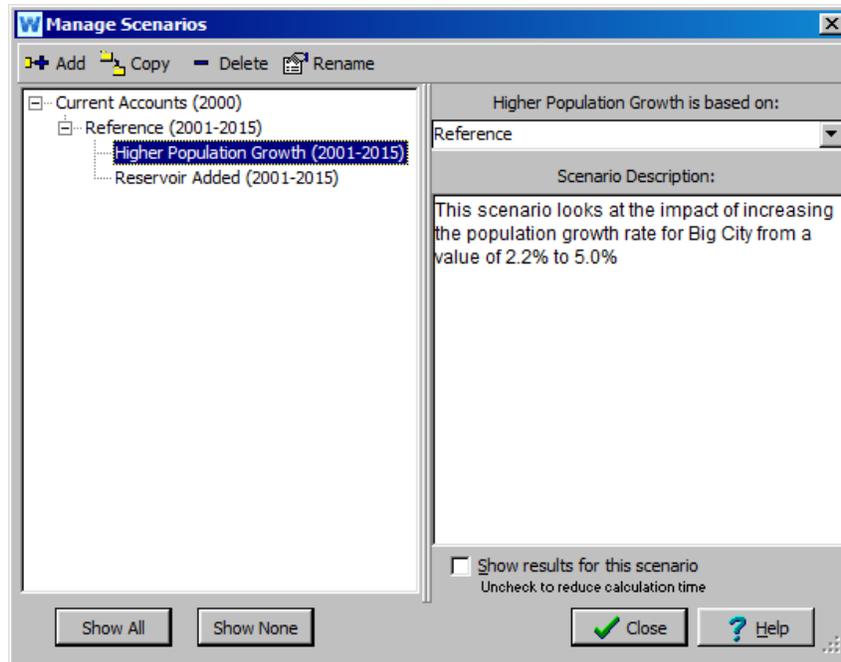
Моделирование водохранилища

4. Создайте водохранилище и введите соответствующие данные

Сначала создайте новый сценарий, унаследованный от "Reference", и назовите его "Reservoir Added".

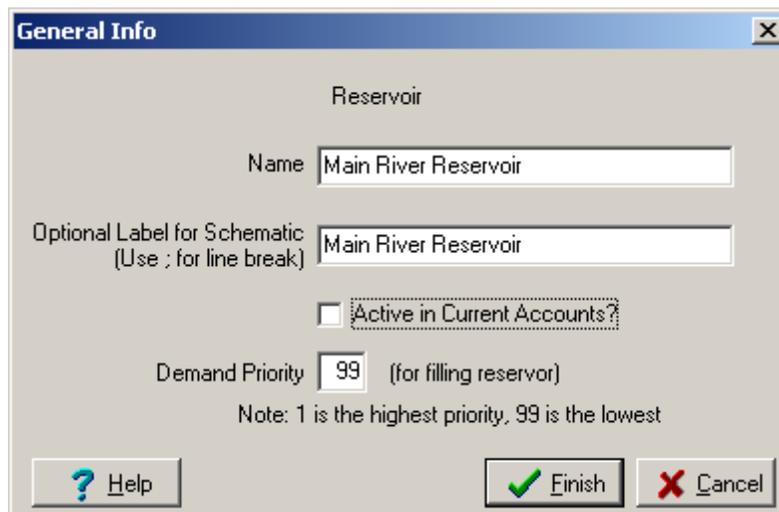
Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

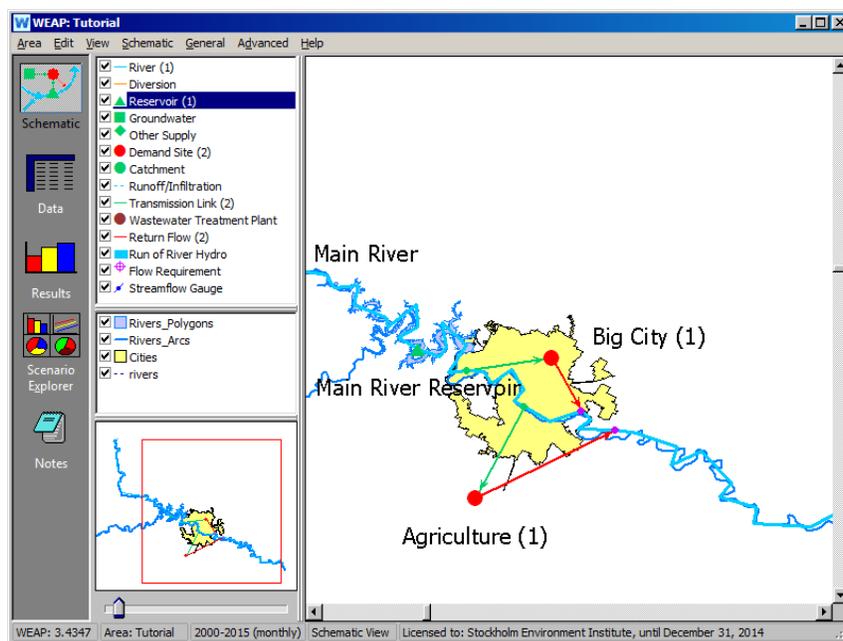
Находясь в разделе "Управление сценариями", выделите сценарий "Высокий рост населения" и снимите флажок "показывать результаты для этого сценария". Это позволит WEAP быстрее выполнять расчеты.



Затем добавьте объект "Водохранилище" на реке Мэйн вверх по течению от Биг-Сити и назовите его "Водохранилище Мэйн-Ривер". Снимите флажок, в котором спрашивается, активен ли этот объект на текущих счетах.

Оставьте приоритет спроса на 99 (по умолчанию).

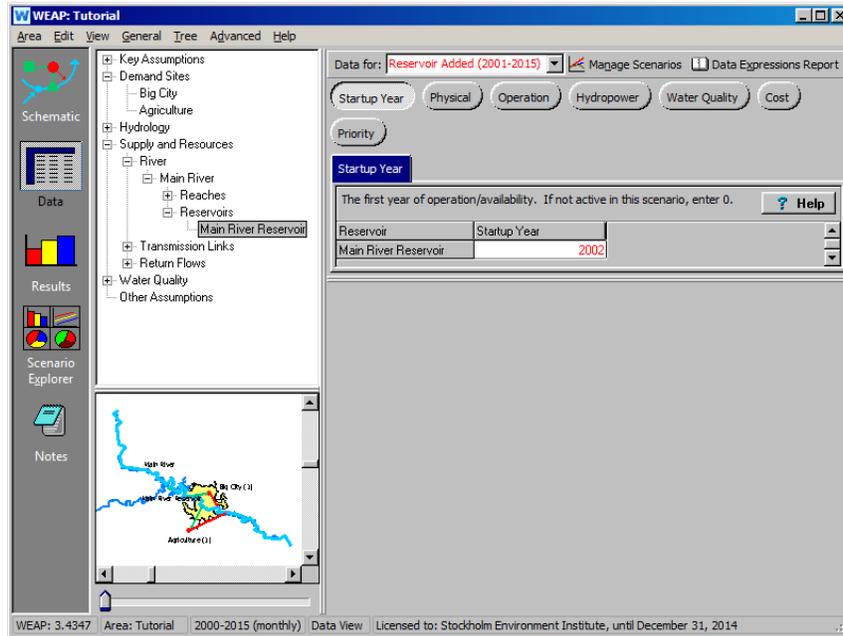




Щелкните правой кнопкой мыши на водохранилище Мэйн-Ривер и выберите "Редактировать данные". Выберите переменную "Объем хранилища", чтобы перейти в режим просмотра данных (убедитесь, что выбран сценарий "Добавление водохранилища"). Как только вы окажетесь в представлении данных, вам придется сначала нажать на кнопку "Startup Year" (Год запуска), прежде чем вы сможете изменить другие параметры. Примечание: возможно, вам придется нажать на дерево данных, прежде чем год будет сохранен.

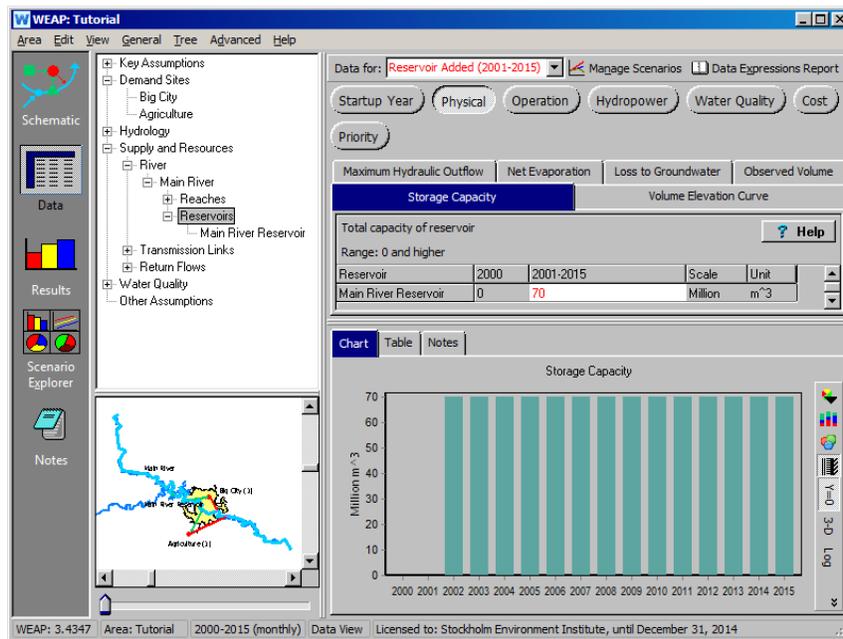
Выбрать 2002 год в качестве года запуска водохранилища Мэйн Ривер

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Затем нажмите на кнопку "Физические" и измените следующие параметры:

Объем памяти 70 Mm^3
 Обратите внимание, что для шкалы установлено значение "Миллион".



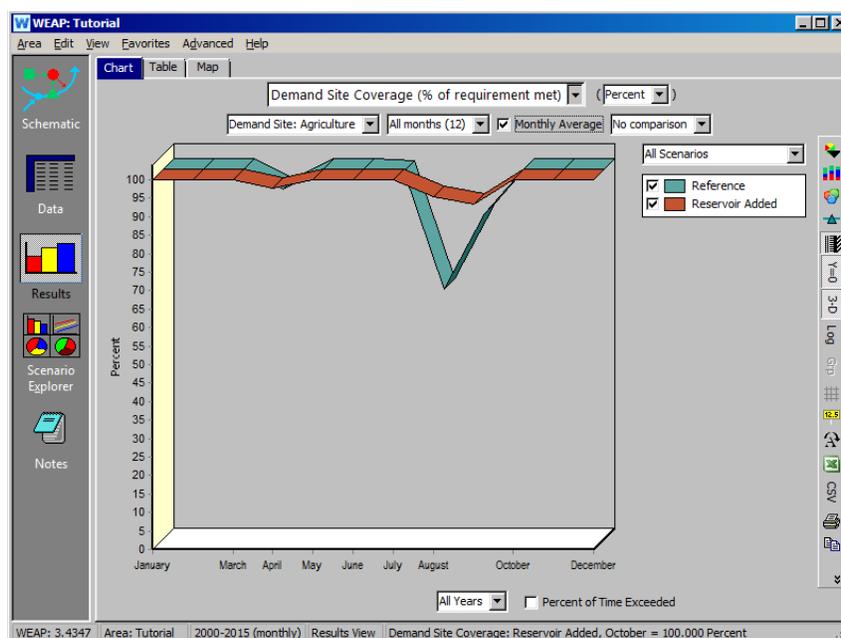


Более подробная информация о работе водохранилищ и производстве гидроэлектроэнергии представлена в модуле "Водохранилища и производство электроэнергии" учебника WEAP.

5. Запустите модель и оцените результаты

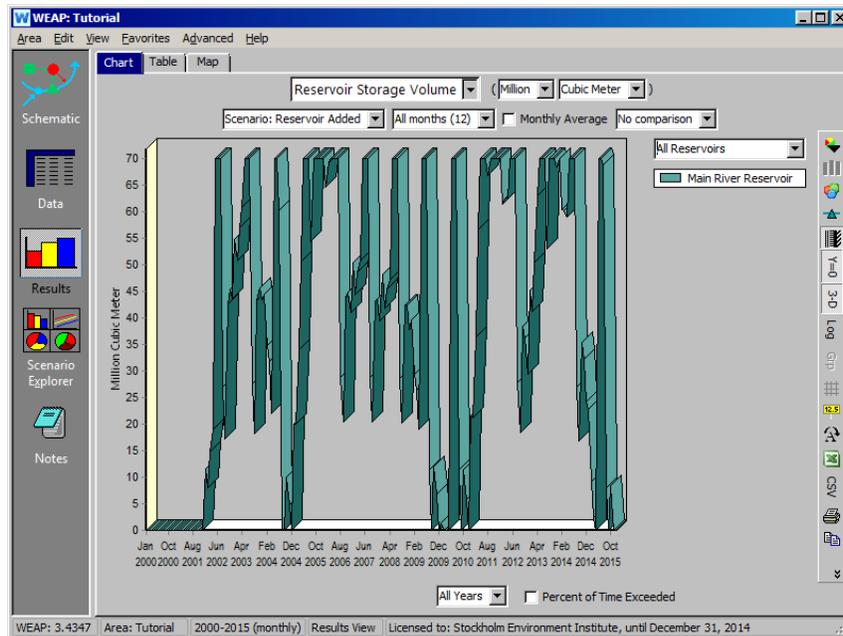
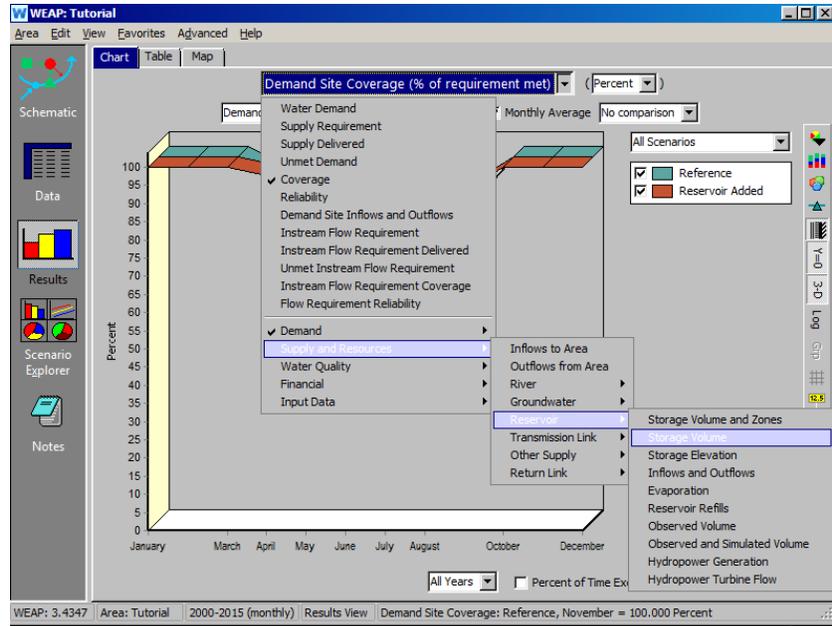
Сравните покрытие востребованных участков для сельского хозяйства в сценариях "Эталон" и "Добавление водохранилища".

Охват спроса: почему при наличии водохранилища на Мэйн-Ривер охват сельского хозяйства выше?

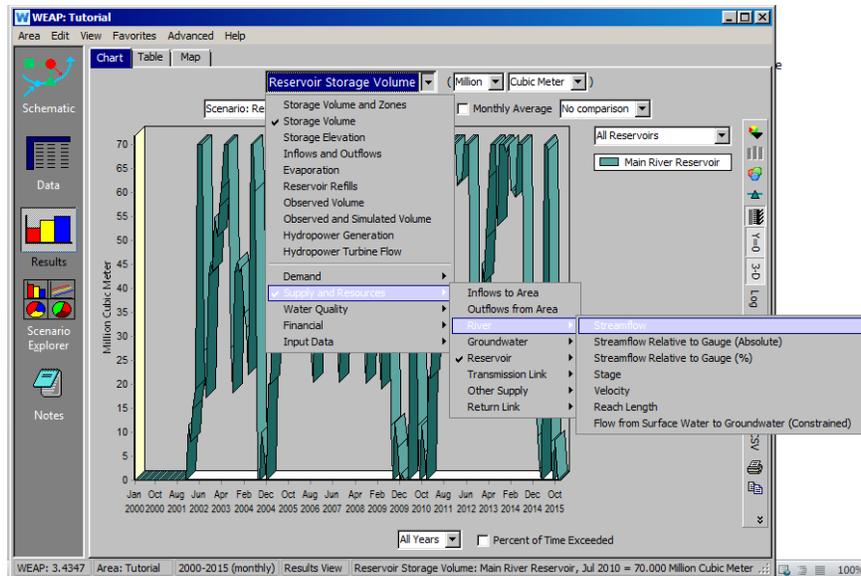


Объем водохранилища: является ли решение о строительстве водохранилища устойчивым? С помощью выпадающего меню первичной переменной выберите "Объем хранилища водохранилища" (в разделе "Поставки и ресурсы\Резервуар") и выберите "Все годы" из выпадающего меню в нижней части графика.

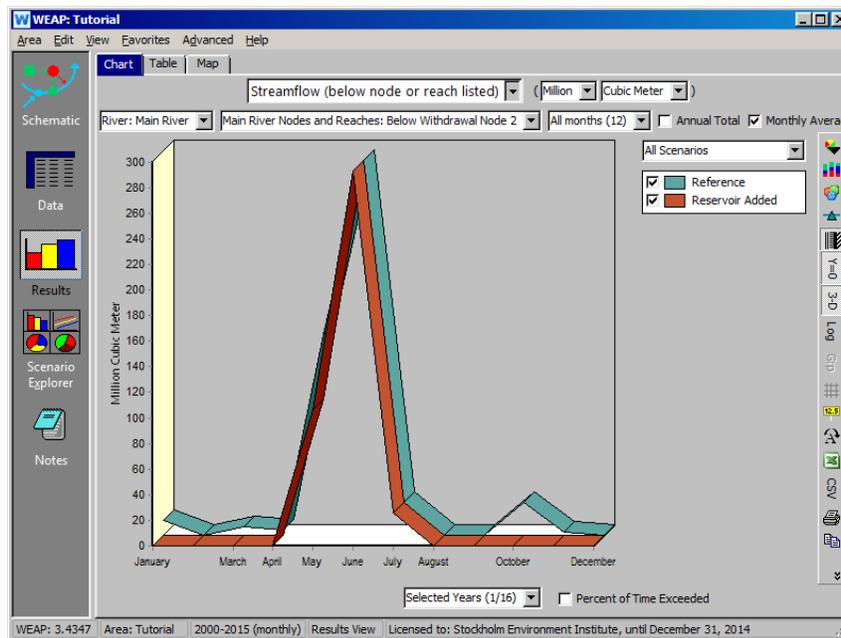
Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Поток в реке: как наличие водохранилища на Главной реке изменит поток ниже по течению по сравнению с эталонным сценарием? Выберите Streamflow (в разделе Supply and Resources\River) из выпадающего меню первичных переменных и нажмите на "Monthly Average".

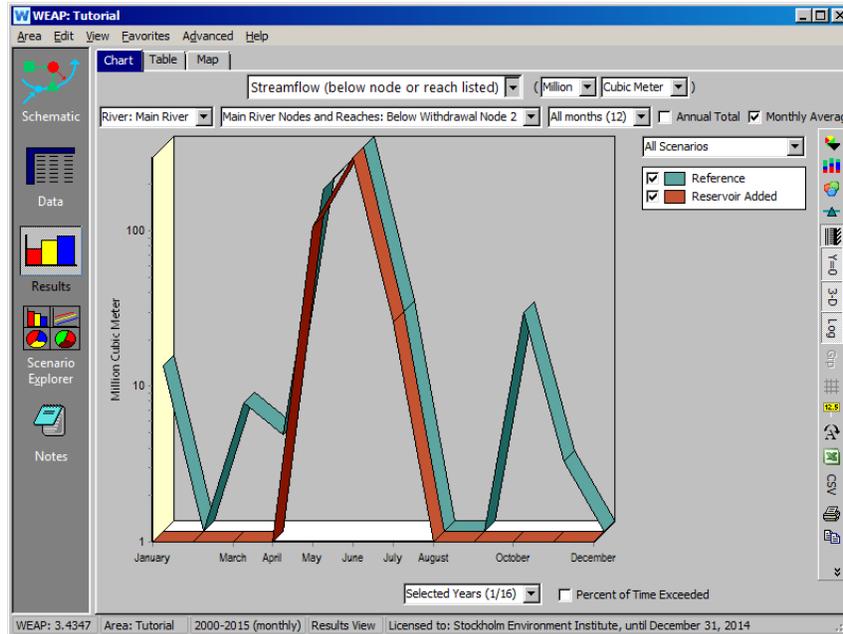


Выберите 2002 год в нижнем меню "Selected Years" (Выбранные годы) и для сравнения выберите достижение ниже узла вывода 2.

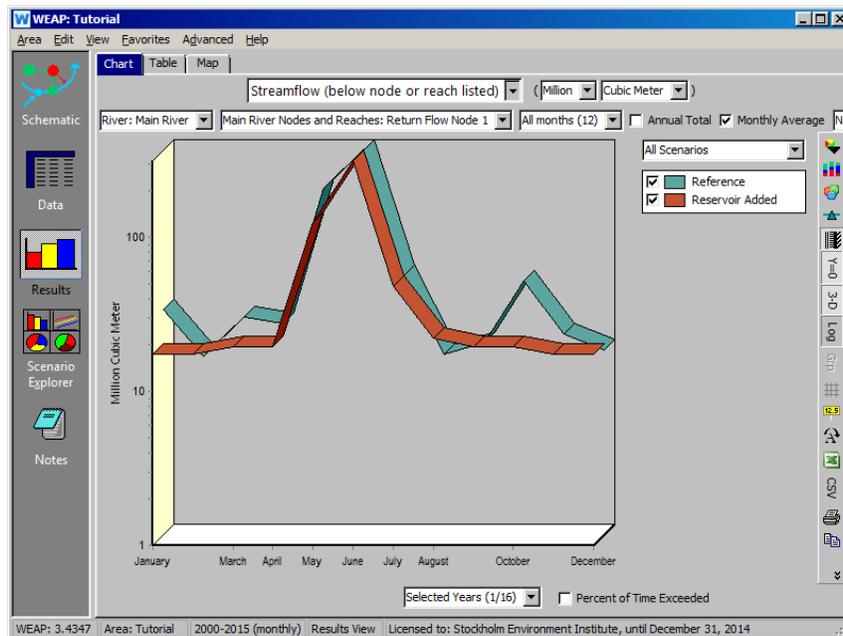


Возможно, вам захочется переключиться на логарифмическую ось (кнопка находится на вертикальной панели инструментов в крайнем правом углу), чтобы более четко увидеть различия в расходе воды выше и ниже по течению от водохранилища Мэйн-Ривер.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Теперь выберите для сравнения участок ниже узла возвратного потока 1. Почему расход воды в этом участке более схож для двух сценариев?



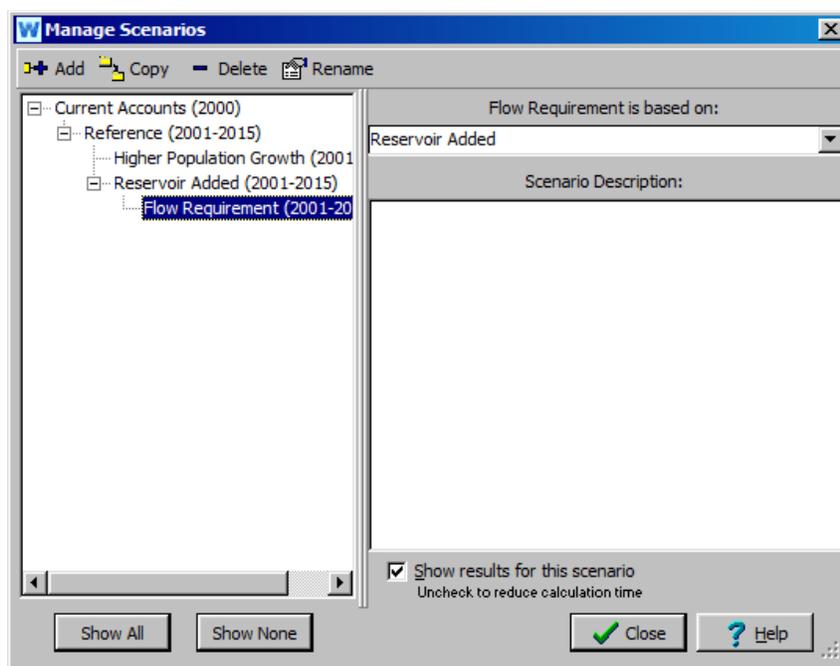
Создание крупного водохранилища позволяет хранить "излишки" воды в периоды высокого стока для покрытия потребности в воде в периоды низкого стока. Однако ценой за это является потенциально большое влияние на гидрологический режим реки ниже по течению от водохранилища. Возвратные потоки из Большого города и сельского хозяйства обеспечивают сток в Главной реке в весенние и зимние месяцы.

Переменные режимы работы водохранилища и требования к стоку могут быть использованы для смягчения воздействия водохранилища на нижнее течение.

Добавление требований к потоку

6. Создание требования к потоку

Создайте еще один новый сценарий: "Добавление потребности в стоке". Этот сценарий наследуется от сценария "Добавление водохранилища". Дерево сценариев должно выглядеть так, как показано ниже:



Теперь добавьте "Требование потока" в вид схемы ниже узла отбора для Большого города, но выше по течению от узла отбора для сельского хозяйства.

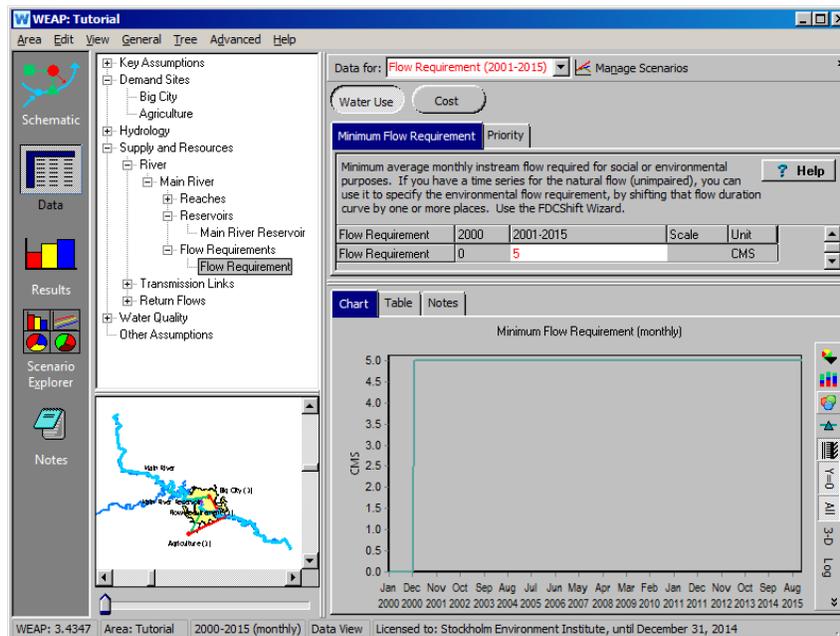
Приоритет спроса

1 (по умолчанию)

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Щелкните правой кнопкой мыши на требовании потока и выберите Edit Data\Minimum Flow Requirement. Добавьте приведенное ниже значение (убедитесь, что все еще выбран сценарий "Добавление требования потока"):

Минимальные требования к расходу 5 CMS

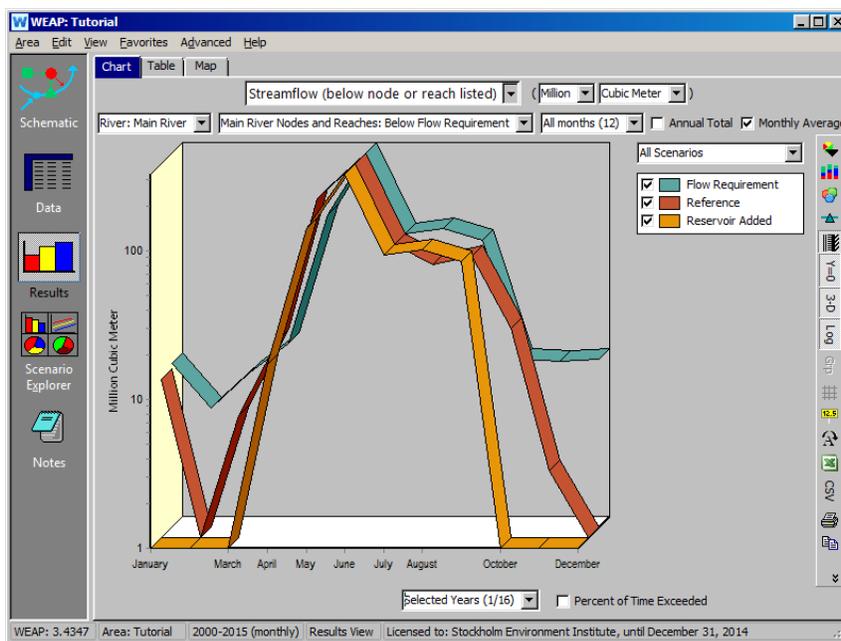


7. Запустите модель и оцените результаты

Посмотрите на результаты и подумайте над соответствующими вопросами.

- Как добавление требуемого расхода изменит поток в участке ниже требуемого расхода?

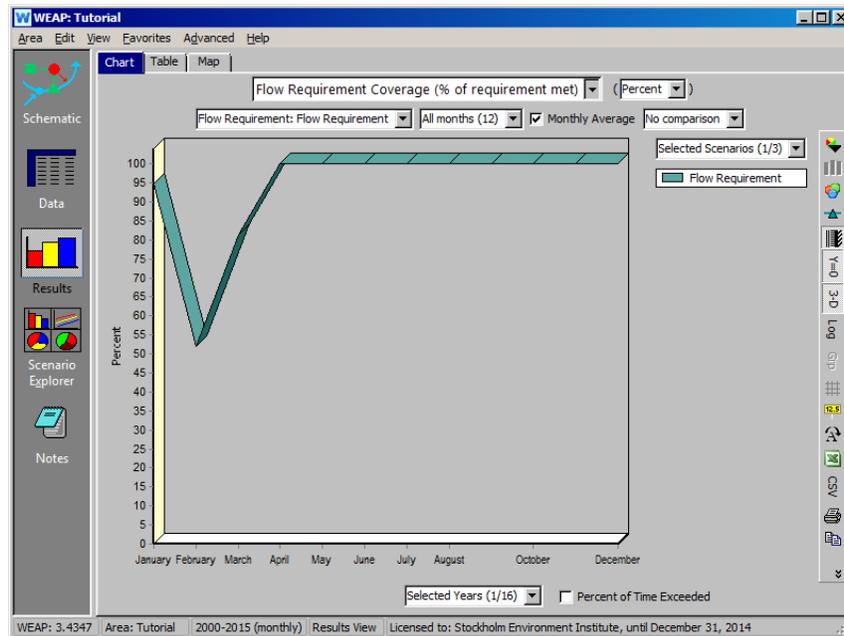
Сравните расход потока ниже требуемого расхода для сценариев "Эталонный", "С добавлением водохранилища" и "С добавлением требуемого расхода" для одного и того же года (2002). Вы должны получить график, подобный приведенному ниже:



Что такое покрытие Flow Requirement?

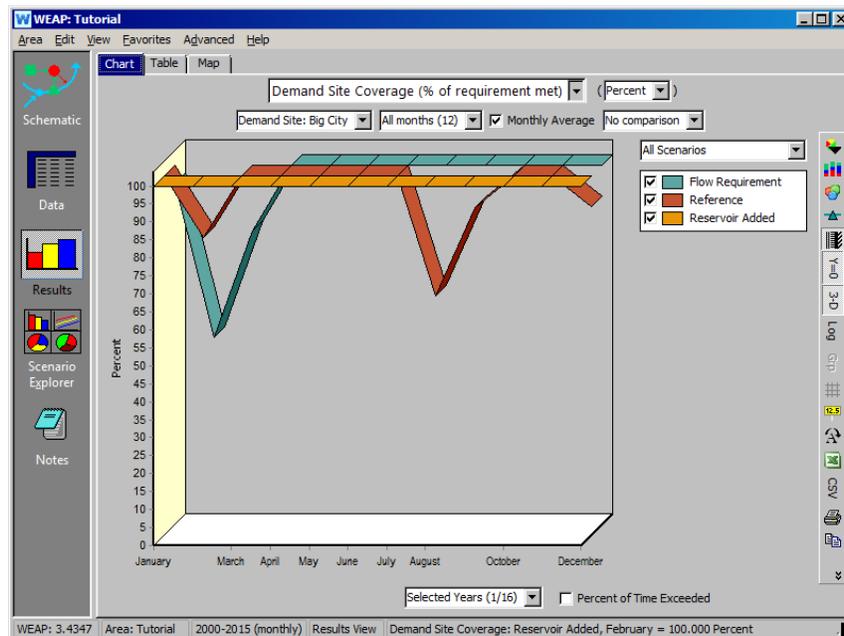
Вы можете просмотреть эти данные, выбрав "Покрытие потребности в стоке" в разделе "Спрос". (Отключите логарифмический дисплей для оси y и выберите для просмотра только сценарий "Потребность в стоке добавлена").

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Почему освещение Большого города теперь изменилось?

Выберите "Покрытие спроса" в выпадающем меню первичной переменной, выберите сайт спроса Большого города и выберите для просмотра сценарии "Эталонный", "Добавление водохранилища" и "Добавление потребности в стоке".



Если предположить, что это требование к потоку важнее, чем снабжение Большого города, как следует изменить модель, чтобы обеспечить выполнение требования к потоку?

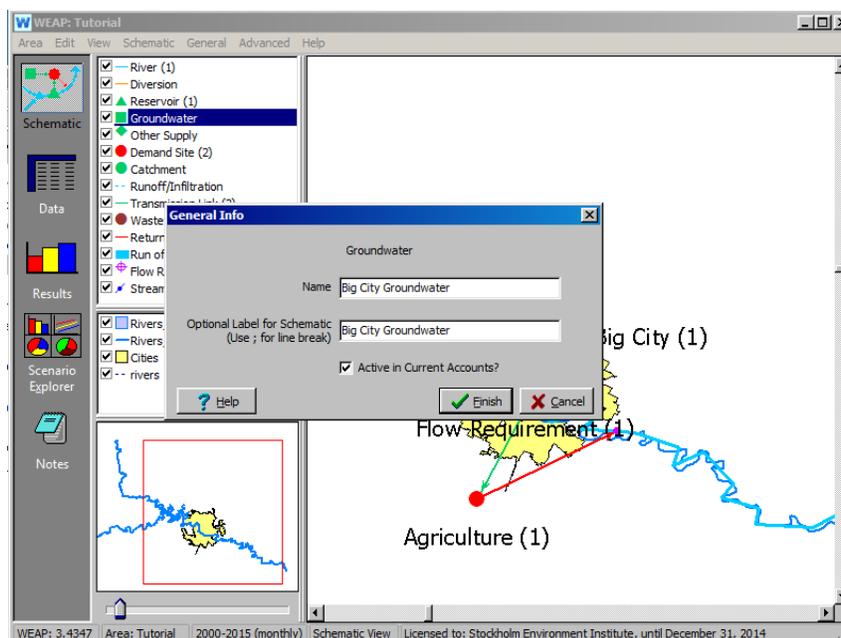


Относительный уровень приоритета спроса для Большого города, сельского хозяйства и требования стока определяет, какой спрос будет покрыт первым. Чтобы обеспечить удовлетворение потребности в стоке в первую очередь, измените приоритет спроса для Большого города на более высокий (более низкий), чем для потребности в стоке, поскольку он находится выше по течению от потребности в стоке.

Моделирование ресурсов подземных вод

8. Создайте ресурс подземных вод

Создайте узел подземных вод рядом с городом и назовите его "Подземные воды Большого города". Также сделайте его активным в Текущих счетах.



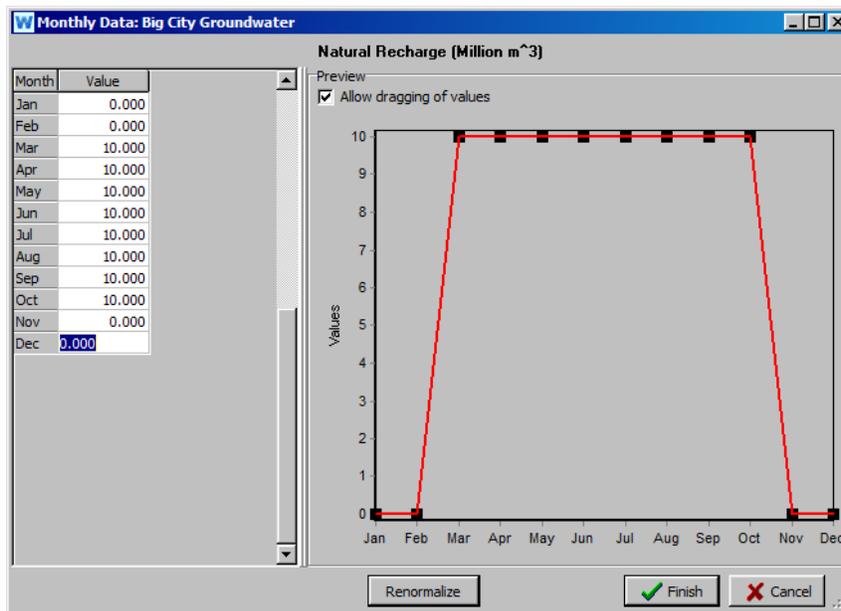
Придайте Big City Groundwater следующие свойства (при вводе этих данных убедитесь, что вы находитесь в разделе "Текущие счета"; вы поймете, что это не так, если не будет вкладки "Первоначальное хранение"):

Емкость хранилища Не ограничена (по умолчанию, оставьте пустым)
Начальное хранилище 100 M м³

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

*Естественное пополнение (используйте мастер
ежемесячных временных рядов, доступ в поле под "2000")*

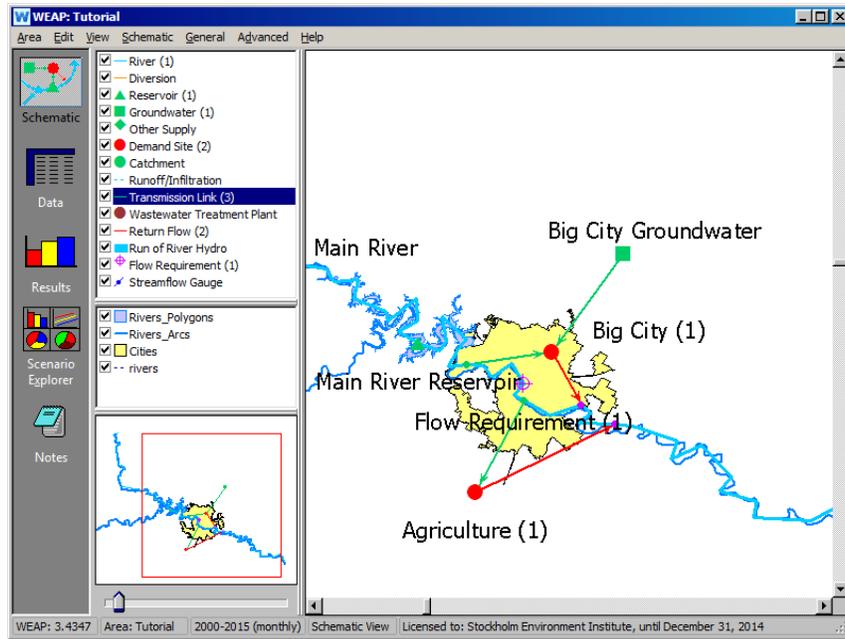
- С ноября по февраль 0 М м /месяц³
- С марта по октябрь 10 М м /месяц³



9. Соедините подземные воды Большого города с Большим городом

Используйте передаточное звено для подключения подземных вод Большого города к объекту спроса Большого города и обеспечьте ему *предпочтение* в поставках 2.

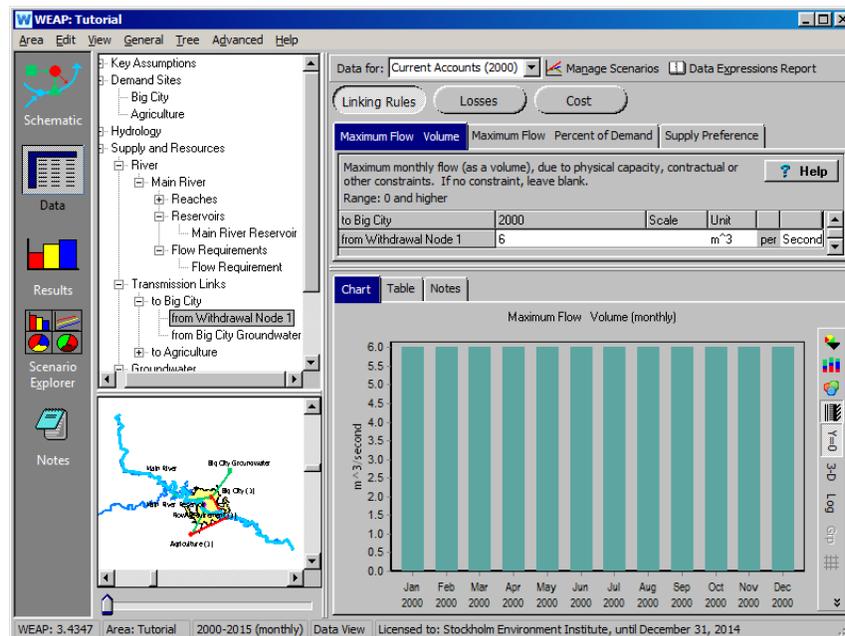
Ваша модель должна выглядеть так, как показано на рисунке ниже:



10. Обновление характеристик передаточного звена между Главной рекой и Большим городом

Измените характеристики передаточного звена, соединяющего Главную реку (Узел вывода 1) и Большой город (убедитесь, что вы находитесь в разделе "Текущие счета"):

Предпочтение подачи (по умолчанию)
Максимальный объем потока м³/сек.³





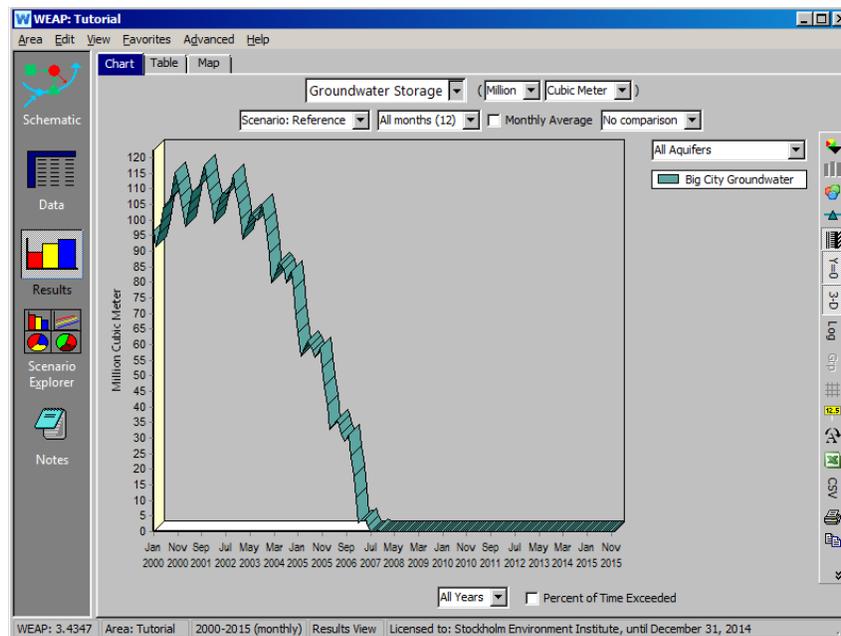
Параметр "Максимальный объем потока" или "Процент от спроса" отражает ограничения по пропускной способности ресурса (например, из-за ограничений по оборудованию).

11. Запустите модель и оцените результаты

Посмотрите на следующие результаты и подумайте над соответствующими вопросами.

Является ли добыча подземных вод, необходимая для удовлетворения спроса в этих условиях, устойчивой?

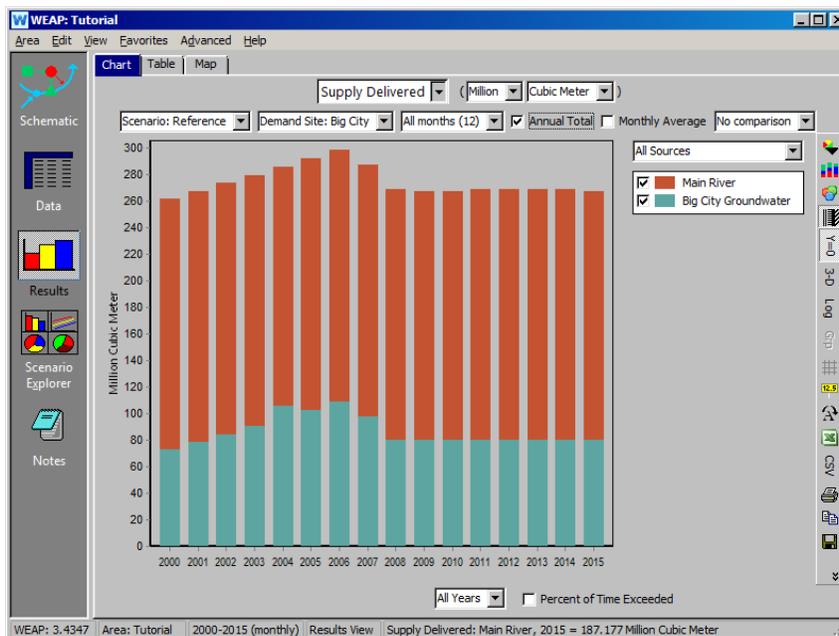
Чтобы просмотреть эти результаты, выберите "Хранилище грунтовых вод" в выпадающем меню раздела "Снабжение и ресурсы \Грунтовые воды".



Как изменяется относительное использование воды из подземных вод Большого города и реки Майн на участке спроса Большого города?

Чтобы просмотреть эти графические результаты конкретно для Большого города, сначала выберите "Поставка" в разделе "Спрос" с помощью выпадающего меню первичной переменной. Затем выберите "Все источники" в выпадающем меню в правой части окна над легендой графика. Затем выберите "Большой город" в качестве места спроса для

просмотра с помощью выпадающего меню над графиком. Нажмите на "Годовой итог".



Подпитку подземных вод и взаимодействие с осадками и поверхностными водами можно моделировать, а не вводить в качестве исходных данных. Более подробную информацию см. в учебном пособии "Гидрологическое моделирование".

Другие ресурсы можно моделировать с помощью объекта "Другие поставки", который характеризуется ежемесячной кривой "производства". Этот объект можно использовать, например, для моделирования опреснительной установки или межбассейновых перебросок.

WEAP

Система оценки и планирования воды

Данные, результаты и форматирование

УРОК ПО

Обмен данными 126

Импорт временных рядов 129

Работа с результатами 133

June 2024

Примечание:

Для этого модуля вам необходимо пройти предыдущие модули ("WEAP за час", "Основные инструменты" и "Сценарии") или иметь достаточные знания о WEAP (структура данных, ключевые предположения, построитель выражений, создание сценариев). Чтобы начать этот модуль, зайдите в Главное меню, выберите "Вернуться к версии" и выберите версию под названием "Начальная точка для всех модулей после модуля "Сценарии"".

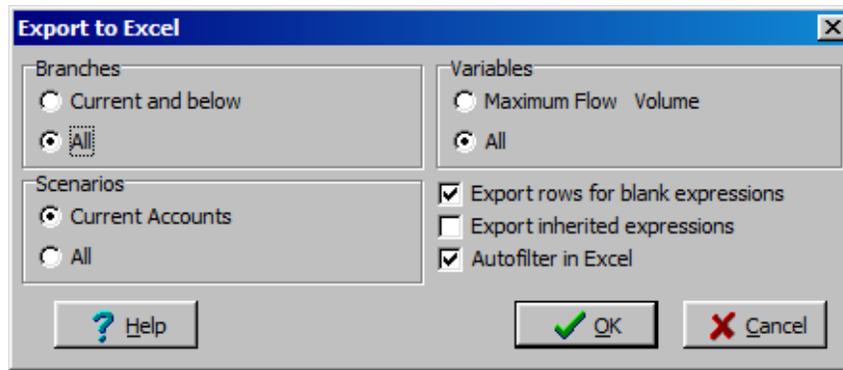
Обмен данными

1. Экспорт данных в Excel

Экспортируйте всю модель в Excel, перейдя в представление "Данные" и выбрав "Редактировать", "Экспорт выражений в Excel".

Экспортируйте все ветви и все переменные только "Текущих счетов" (для этого примера не экспортируйте ни один из сценариев) в новую рабочую книгу. Оставьте остальные параметры в значениях по умолчанию.

The screenshot shows the WEAP software interface. The 'Export Expressions to Excel...' option is highlighted in the 'Data' menu. The main window displays a data table for 'Maximum Flow Volume' with columns for 'Maximum Flow', 'Volume', 'Maximum Flow', 'Percent of Demand', and 'Supply Preference'. The 'Volume' column is selected. Below the table is a chart titled 'Maximum Flow Volume (monthly)' with a y-axis labeled 'm³/second' ranging from 0.00 to 1.00 and an x-axis showing months from Jan 2000 to Dec 2000. The chart area is currently empty.

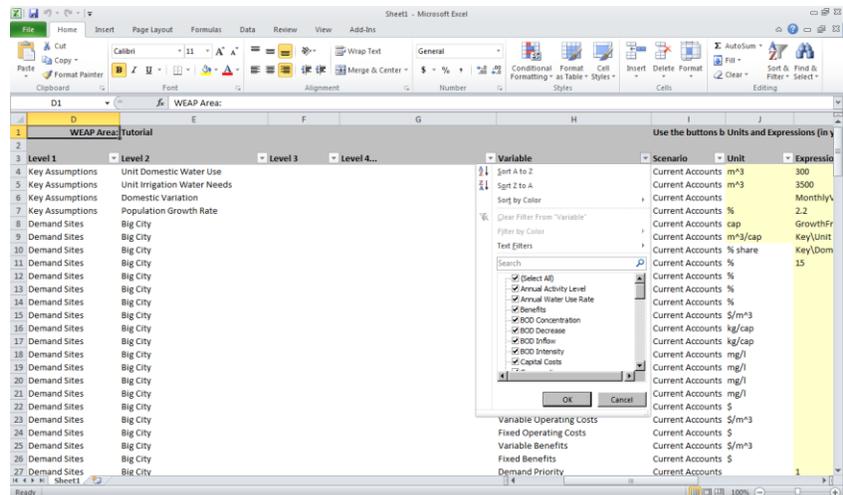


Эта инструкция создает новую рабочую книгу Excel, содержащую все переменные, которые можно изменить в представлении "Данные", используя ту же структуру, что и в дереве "Данные". В больших моделях можно выбрать экспорт только текущей ветви и/или переменной.

2. Используйте опцию автоматической фильтрации Excel

В электронной таблице Excel, созданной в предыдущих шагах, отфильтруйте содержимое, чтобы отобразить только переменную "Потребление". Вероятно, вам придется прокрутить страницу вправо, чтобы увидеть столбец в представлении.

С помощью стрелки справа от заголовка "переменная" снимите флажок "выбрать все" и прокрутите вниз, чтобы выбрать переменную "Потребление" в раскрывающемся списке.



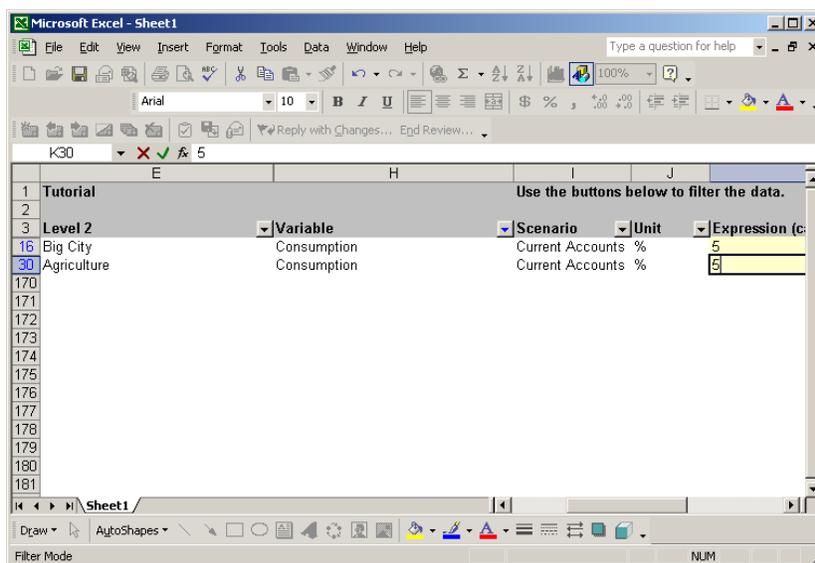
Автоматическая фильтрация не изменяет и не стирает данные; она лишь скрывает строки, которые не представляют интереса. Можно использовать несколько фильтров.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

3. Изменить данные

В электронной таблице Excel, созданной в предыдущих шагах, внесите следующие изменения в желтый столбец (возможно, стоит скрыть несколько столбцов, чтобы вы могли видеть значения переменных и сайты спроса, к которым они относятся, в одном и том же представлении):

Потребление в большом городе 5% (первоначальное значение было 15)
Потребление в сельском хозяйстве 5% (первоначальное значение было 90)



Введенные значения не претендуют на реальность, это просто примеры.

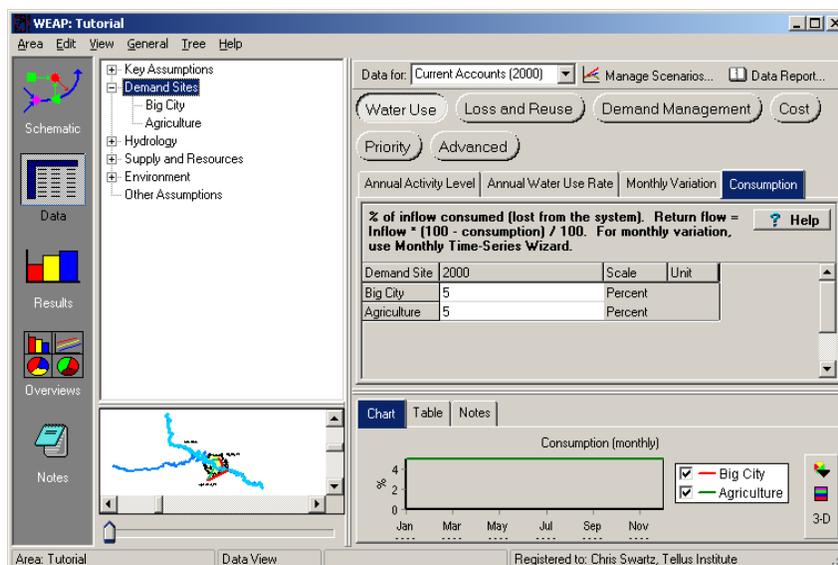


При создании большой модели быстрым способом ввода большого количества данных является использование функций импорта и экспорта Excel в сочетании с возможностями поиска в Excel. Однако это требует от пользователя последовательной настройки модели (структура данных, имена).

4. Импорт данных из Excel

Повторно импортируйте измененные данные в Excel.

В WEAP выберите "Редактирование", "Импорт выражений из Excel...". Убедитесь, что данные о потреблении были изменены в вашей модели.



WEAP всегда считывает данные из того файла Excel, который был в фокусе последним. Если у вас открыто несколько файлов Excel, перед началом импорта в WEAP следует убедиться, что выбран соответствующий файл Excel.

При повторном импорте в Excel считываются все строки, даже те, которые были отфильтрованы с помощью параметров автофильтрации.

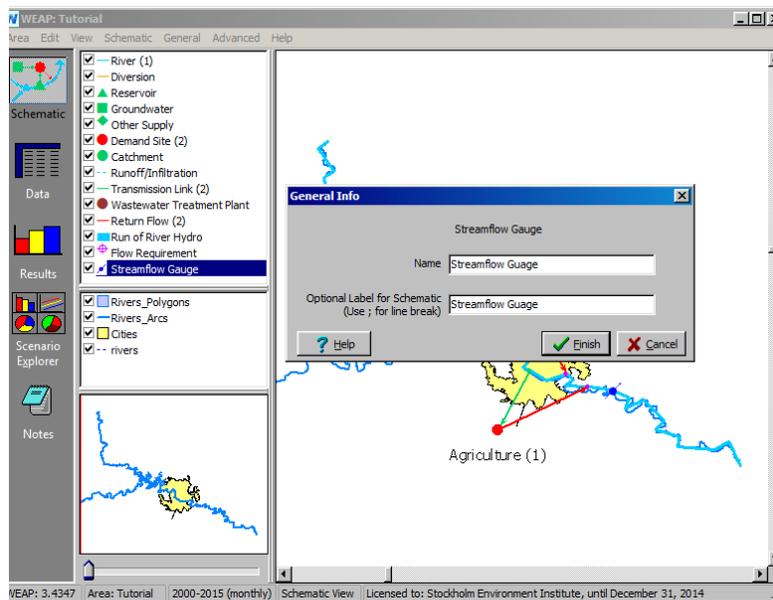
Импорт временных рядов

5. Создайте объект измерителя потока

Добавьте в модель объект "Streamflow Gauge".

Установите манометр потока ниже по течению от Большого города, ниже узлов обратного потока для сельского хозяйства и Большого города.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

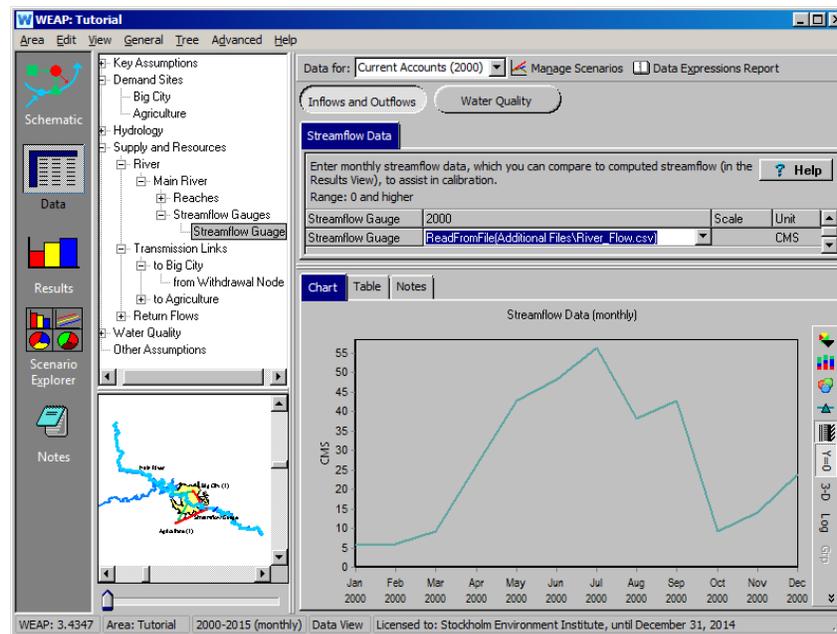
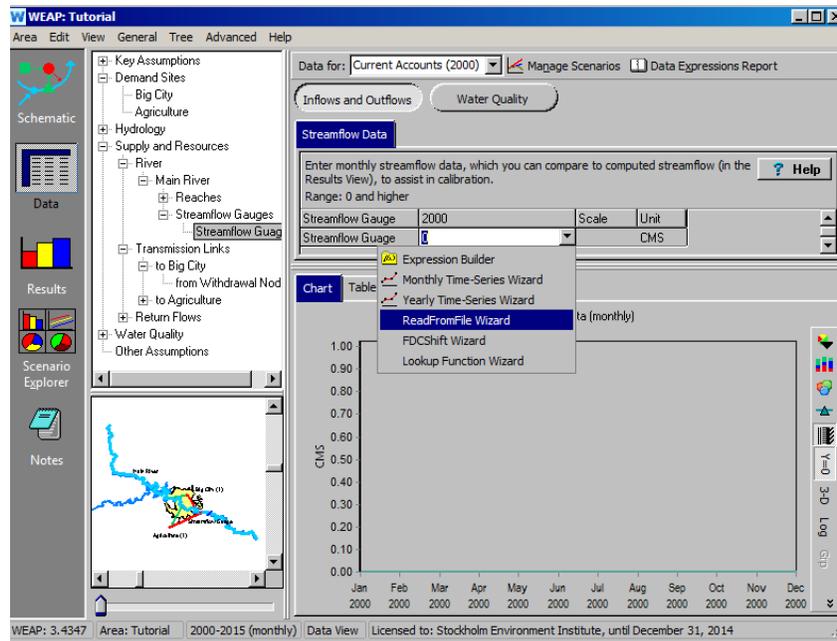


6. Импорт данных из текстового файла

Импортируйте данные о речном стоке из текстового файла, разделенного запятыми, содержащего примерно 100 лет измерений речного стока до 2003 года. Чтобы импортировать файл, используйте функцию "ReadFromFile" на вкладке данных датчика речного стока в ветке "Supply and Resources\River\Streamflow Gauges" дерева Data.

*Введите следующую функцию, которая прочитает файл из каталога "Дополнительные файлы", расположенного в папке вашей области:
"ReadFromFile(Additional Files\River_Flow.csv)"*

Если WEAP не может найти файл, попробуйте поискать его с помощью "ReadFromFile Wizard" в выпадающем меню.



Функция `ReadFromFile` может быть использована для любой переменной, для которой требуется временной ряд, месячный или годовой, например, напорный поток, пополнение подземных вод и т.д.



WEAP автоматически найдет правильный год и месяц и будет использовать только эти данные. Если вы измените моделируемые годы, WEAP автоматически считает правильные данные.

Более подробную информацию о синтаксисе этой функции и формате файла данных можно найти в справочной теме "Чтение из файла".

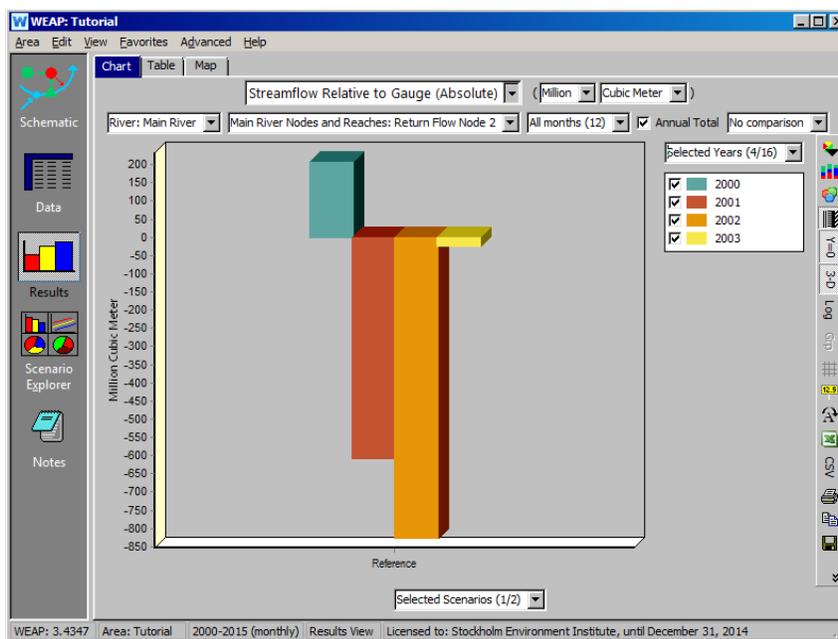
7. Сравнение фактического и смоделированного стока

Пересчитайте результаты и сравните исторические данные о речном стоке с смоделированным WEAP речным стоком. Для этого перейдите на вкладку "График" в представлении результатов и выберите из выпадающего меню первичную переменную: Supply and Resources\River\Streamflow Relative to Gauge (Absolute).



WEAP сравнивает наблюдаемый расход на манометре с ближайшим узлом выше по течению. В данном примере этим узлом является возвратный поток 2 (возвратный поток для сельского хозяйства). Сравнение наблюдаемого и моделируемого речного потока - это один из способов для пользователя оценить, насколько точно модель представляет систему.

Выберите "Selected Years" из выпадающего меню под графиком и выберите 2000, 2001, 2002 и 2003 годы (текущий счет - 2000 год, а в файле данных нет данных о ручьевых манометрах после 2003 года). Если в результатах отображаются оба сценария, измените их только на эталонный сценарий с помощью выпадающего меню справа от графика над легендой. Чтобы отобразить годы в разных цветах, используйте то же выпадающее меню над легендой, чтобы выбрать "Selected Years". Выберите эталонный сценарий. Вы должны увидеть график ниже:



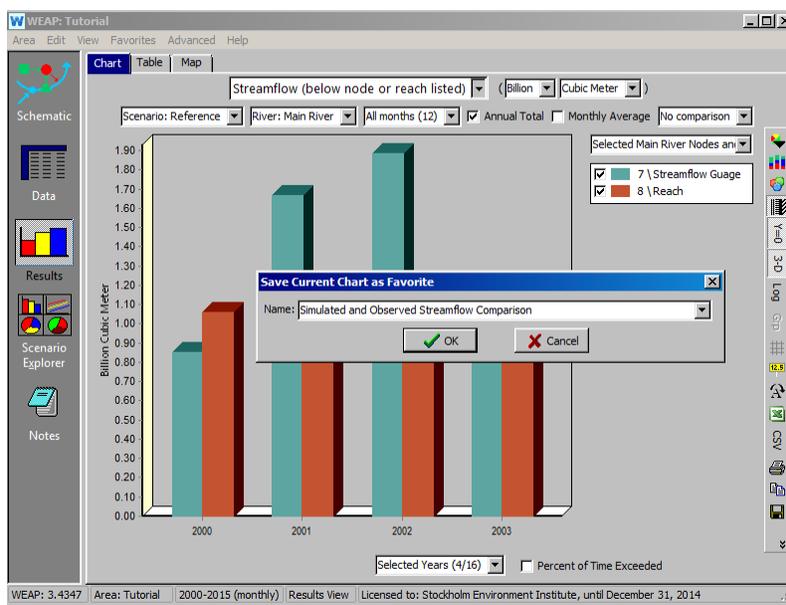
Обратите внимание, что смоделированный сток превышает наблюдаемый сток в год текущего счета (2000), но меньше наблюдаемого в последующие годы.

Работа с результатами

8. Создайте любимый график

Создайте график потока, который показывает как фактический расход, зарегистрированный на манометре, так и смоделированный поток в соответствующем узле выше по течению от манометра (в данном примере ниже узла возвратного потока 2). Сначала выберите "Streamflow" из выпадающего меню первичной переменной. Затем выберите "7 \ Streamflow gauge (gauge)" и "8 \ Reach" из списка, который появляется при выборе "Selected Main River Nodes and Reaches" из выпадающего меню графика Supply and Resources \ River \ Streamflow над легендой графика (см. ниже). Наконец, выберите годы 2000, 2001, 2002 и 2003, которые будут представлены на графике, используя выпадающее меню в нижней части окна.

Сохраните этот график как избранный, используя опцию "Избранное", "Сохранить график как избранный". Назовите файл "Simulated and Observed Streamflow Comparison".



С этого момента график появится в списке избранных графиков в представлении "Результаты".

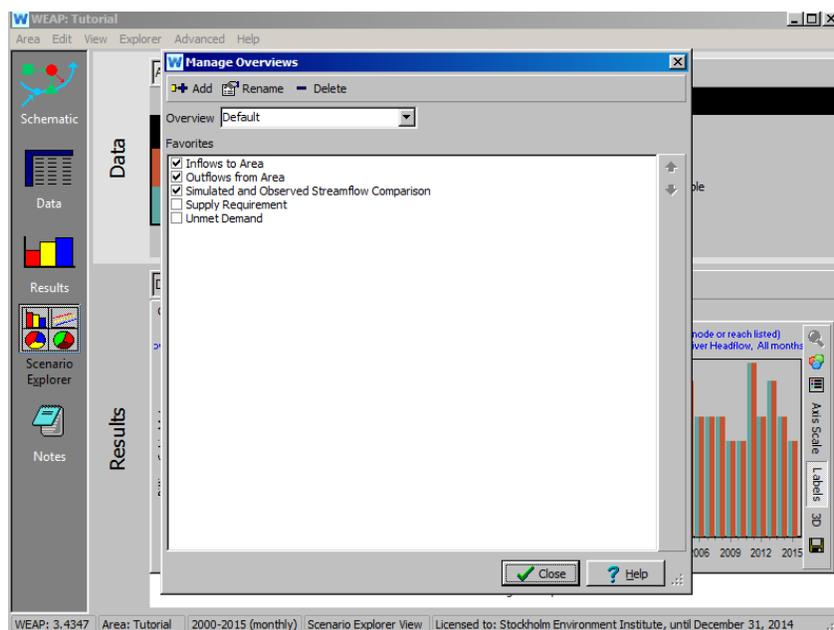


Вы также можете экспортировать данные в Excel или в буфер обмена, изменять формат и отображение рисунков и графиков, вычислять статистику, группировать серии с наименьшими значениями и т. д. с панели инструментов, расположенной справа от представления "Результаты".

9. Создание обзора

Обзор отображает важные графики в представлении сценария, как приборная панель. Создайте "Обзор", отображающий графики потока, притока и оттока в область.

Выберите представление "Scenario Explorer". Нажмите "Управление". В появившемся окне выберите "Притоки в район", "Оттоки из района" и график Favorite, созданный в предыдущем шаге.

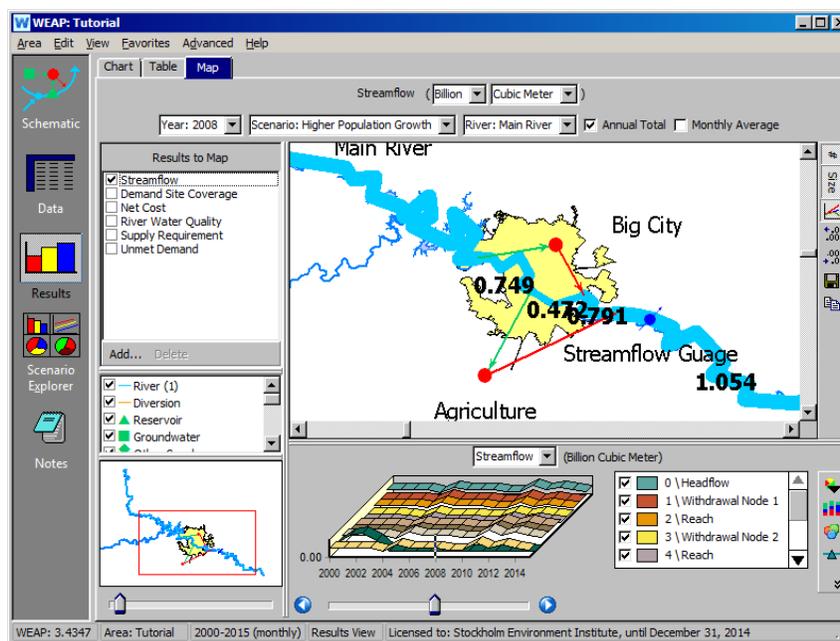


Обзоры можно создавать на основе любой комбинации избранных данных, но графики должны быть созданы в представлении "Результаты" до их интеграции в обзор. Данные, лежащие в основе обзоров, можно также отображать в табличном формате (выберите вкладку "Таблица") и экспортировать в Excel.

10. Используйте динамическую карту

Динамические карты результатов - это быстрый способ получить обзор результатов во временном контексте. В режиме просмотра "Результаты" выберите вкладку "Карта" и поиграйте с ползунком времени в нижней части экрана, чтобы увидеть, как меняются отображаемые параметры.

Попробуйте сделать это, выбрав поток реки Мэйн.



Обратите внимание, что при перемещении ползунка по полосе на графике над полосой появляется индикатор, указывающий на выбранные данные (в данном примере выбран годовой итог за 2004 год). На уменьшенном схематическом изображении в верхней части окна ширина реки будет увеличиваться и уменьшаться с изменением данных, а для каждого участка появятся цифровые значения.

11. Экспорт результатов в Excel

Все результаты можно легко экспортировать в Excel из представления "Результаты". Создается новая рабочая книга, содержащая результаты в виде таблицы с той же структурой, что и в WEAP.

Вспомните любимый график, который вы создали несколькими шагами ранее, выбрав его в меню "Favorite" в окне Results View. Экспортируйте соответствующие данные в Excel, переключившись на вкладку "Таблица" и нажав кнопку "Экспорт таблицы в Excel" () в правой части экрана.

12. Рассчитать статистику

В представлении "Результаты" можно создать статистику для любой таблицы. В разделе "Графики" отобразите поток по эталонному сценарию (суммарный годовой расход) для всех участков реки Майн за все годы. Теперь перейдите на вкладку "Таблица", а затем нажмите на значок "Статистика" в правой вертикальной строке меню.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Scenario: Reference	River: Main River	All months (12)	Annual Total	Monthly Average	All Main Rive				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0 \ Headflow	1,084.406	1,084.406	1,084.406	1,084.406	759.083	1,409.725	1,084.406	1,084.406	1,084.406
1 \ Withdrawal Node 1	836.923	832.083	827.143	822.082	531.132	1,121.299	806.410	801.100	795.700
2 \ Reach	836.923	832.083	827.143	822.082	531.132	1,121.299	806.410	801.100	795.700
3 \ Withdrawal Node 2	531.429	529.366	527.218	524.983	291.010	803.437	516.838	513.337	509.770
4 \ Reach	531.429	529.366	527.218	524.983	291.010	803.437	516.838	513.337	509.770
5 \ Return Flow Node 1	766.538	769.073	771.618	774.191	507.563	1,077.441	780.935	782.477	784.040
6 \ Reach	766.538	769.073	771.618	774.191	507.563	1,077.441	780.935	782.477	784.040
7 \ Return Flow Node 2	1,056.757	1,056.654	1,056.547	1,056.435	735.679	1,379.411	1,056.028	1,055.853	1,055.670
7 \ Streamflow gauge	850.070	1,665.330	1,884.132	1,079.598	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8 \ Reach	1,056.757	1,056.654	1,056.547	1,056.435	735.679	1,379.411	1,056.028	1,055.853	1,055.670

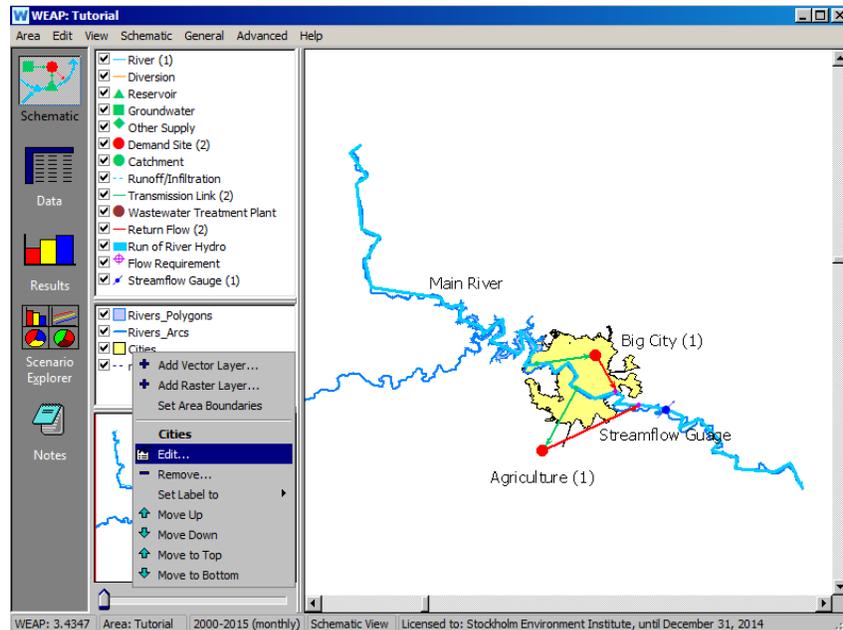
Нам предоставляются статистические значения Min, Max, Mean, Standard Deviation (SD) и Root Mean Square (RMS).

Scenario: Reference	River: Main River	All months (12)	Annual Total	Monthly Average	All Main Rive								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0 \ Headflow	1.084	1.084	1.084	1.084	0.759	1.410	1.084	1.084	0.868	0.868	1.572	1.084	1.084
1 \ Withdrawal Node 1	0.837	0.832	0.827	0.822	0.531	1.121	0.806	0.801	0.796	0.602	0.598	1.241	0.775
2 \ Reach	0.837	0.832	0.827	0.822	0.531	1.121	0.806	0.801	0.796	0.602	0.598	1.241	0.775
3 \ Withdrawal Node 2	0.531	0.529	0.527	0.525	0.291	0.803	0.517	0.513	0.510	0.349	0.346	0.925	0.496
4 \ Reach	0.531	0.529	0.527	0.525	0.291	0.803	0.517	0.513	0.510	0.349	0.346	0.925	0.496
5 \ Return Flow Node 1	0.767	0.769	0.772	0.774	0.508	1.077	0.781	0.782	0.784	0.601	0.602	1.239	0.789
6 \ Reach	0.767	0.769	0.772	0.774	0.508	1.077	0.781	0.782	0.784	0.601	0.602	1.239	0.789
7 \ Return Flow Node 2	1.057	1.057	1.057	1.056	0.736	1.379	1.056	1.056	1.056	0.842	0.841	1.540	1.055
7 \ Streamflow Gauge	1.057	1.057	1.057	1.056	0.736	1.379	1.056	1.056	1.056	0.842	0.841	1.540	1.055
8 \ Reach	1.057	1.057	1.057	1.056	0.736	1.379	1.056	1.056	1.056	0.842	0.841	1.540	1.055
Min	0.531	0.529	0.527	0.525	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max	1.084	1.665	1.884	1.084	0.759	1.410	1.084	1.084	0.868	0.868	1.572	1.084	1.084
Mean	0.832	0.912	0.933	0.852	0.489	1.017	0.740	0.739	0.737	0.565	0.564	1.146	0.732
SD	0.198	0.331	0.389	0.215	0.240	0.418	0.330	0.330	0.330	0.271	0.272	0.464	0.332
RMS	0.853	0.965	1.004	0.876	0.539	1.092	0.804	0.803	0.801	0.621	0.620	1.228	0.796

Форматирование

13. Изменение внешнего вида фонового векторного слоя

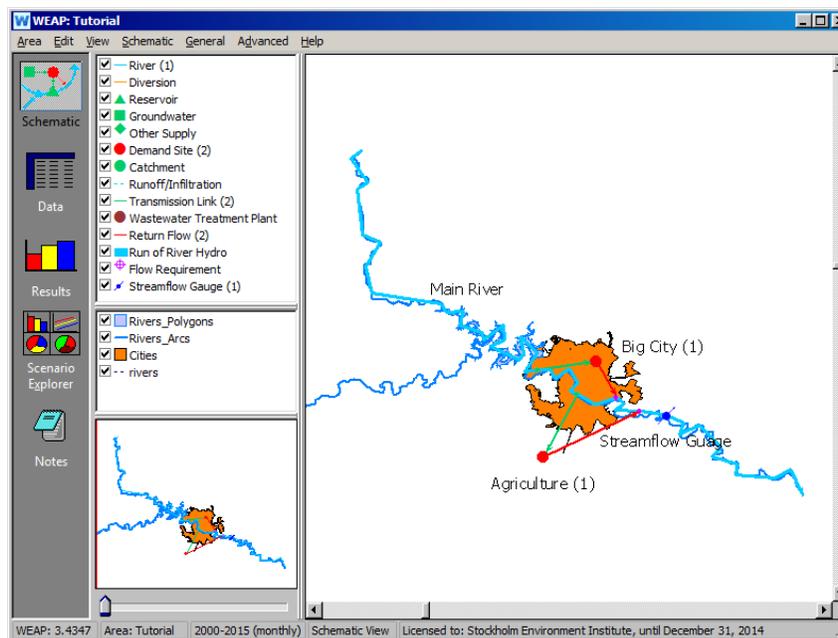
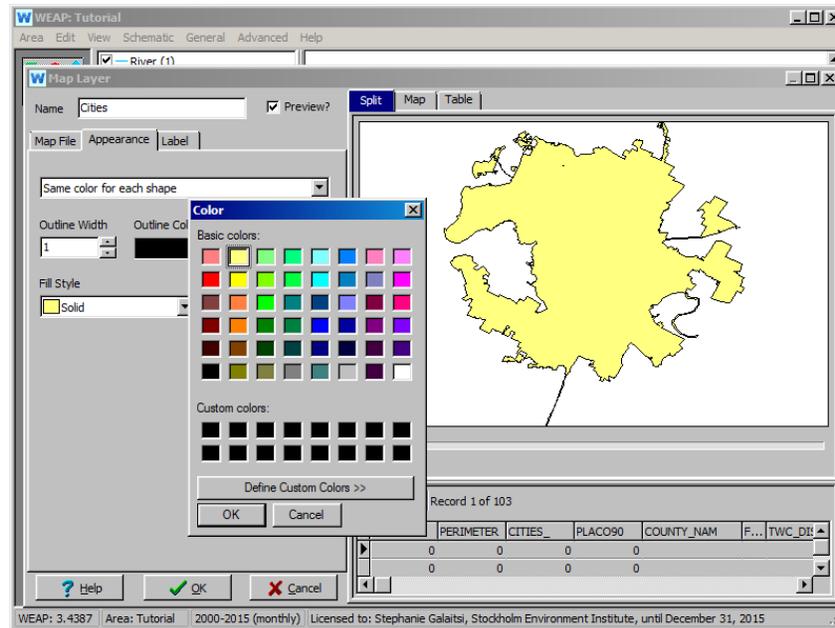
В режиме просмотра схемы измените цвет полигона для Большого города, щелкнув правой кнопкой мыши на слое "Города" в поле под полем выбора элементов (см. пример ниже) и выбрав "Редактировать".



В появившемся окне перейдите на вкладку "Внешний вид", затем щелкните по полю "Цвет заливки". Появится палитра цветов.

Измените цвет фона на оранжевый.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



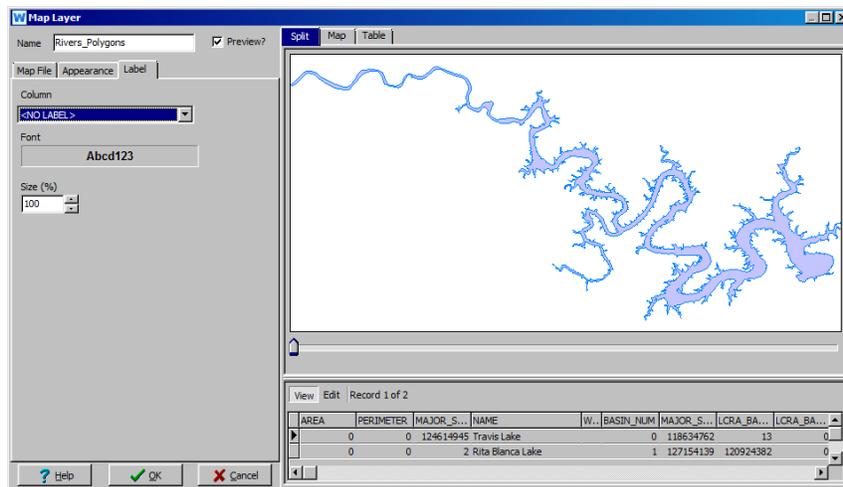
Фоновые векторные данные можно добавить, нажав кнопку "Добавить векторный слой". WEAP считывает векторную информацию в формате SHAPEFILE. Этот формат может быть создан большинством программ ГИС.



Большое количество геопривязанных данных (как в векторном, так и в растровом формате) доступно в Интернете, иногда бесплатно; такие сайты, как www.geographynetwork.com или www.terraserver.com, являются хорошими отправными точками для поиска. Имейте в виду, что некоторые из загружаемых данных могут нуждаться в ГИС-обработке, прежде чем их можно будет использовать в WEAP, особенно для адаптации проекции и/или системы координат.

14. Маркировка векторного слоя

Вы можете редактировать метки для слоев - щелкните правой кнопкой мыши на слое "Полигоны рек" в поле справа от схемы, выберите "Редактировать" и перейдите на вкладку "Метка". Вы также можете изменить размер меток на этой вкладке, перейдя в поле "Размер" в нижней части окна.

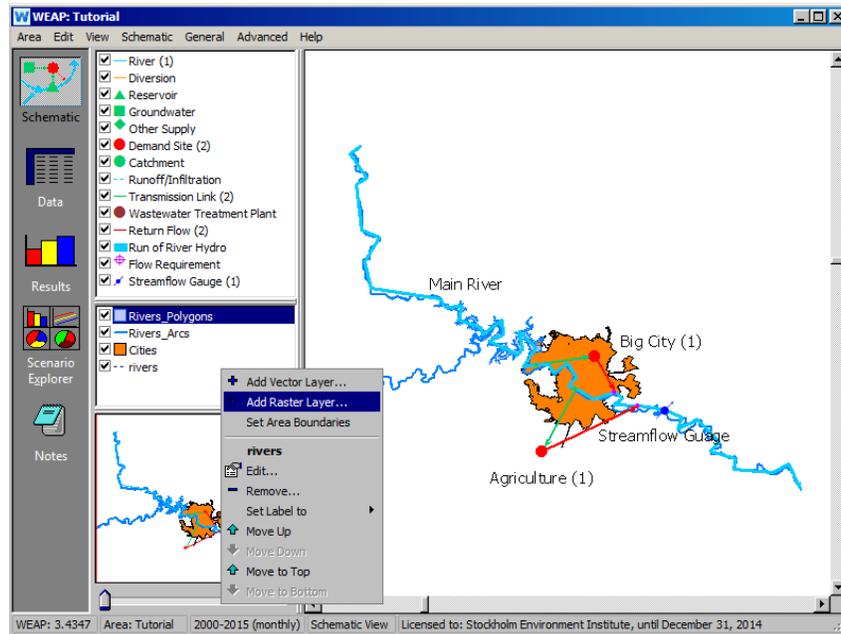


Вы также можете скрыть слои в режиме просмотра схемы, нажав на маленькое поле слева от названия слоя (при этом галочка также исчезнет).

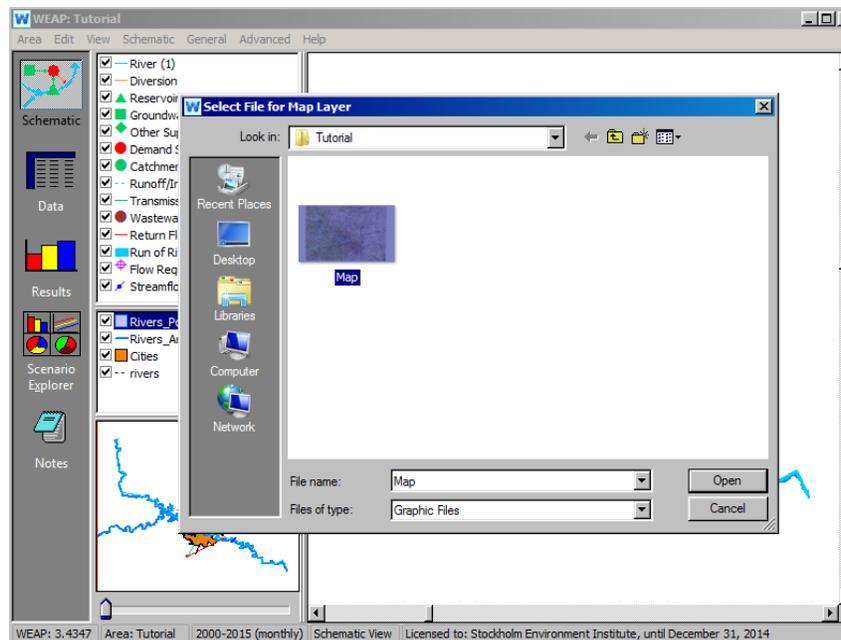
15. Добавить растровый слой

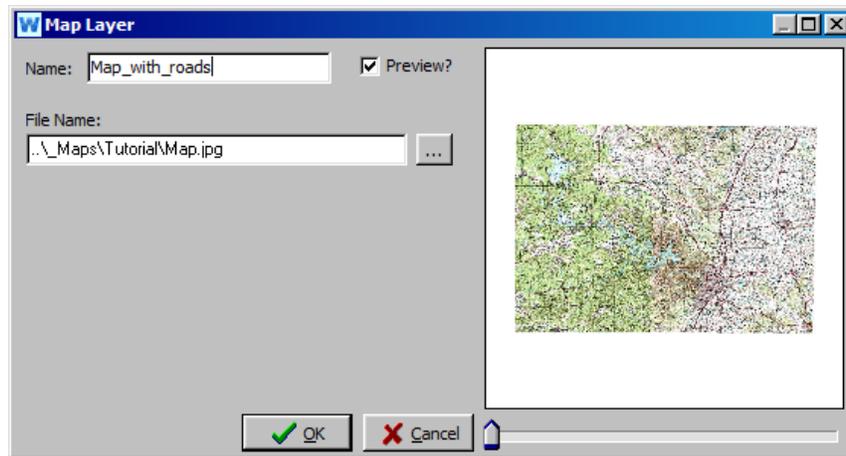
В режиме просмотра схемы добавьте фоновую карту региона Большого города, щелкнув правой кнопкой мыши в окне слоев (см. пример ниже) и выбрав "Добавить растровый слой".

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

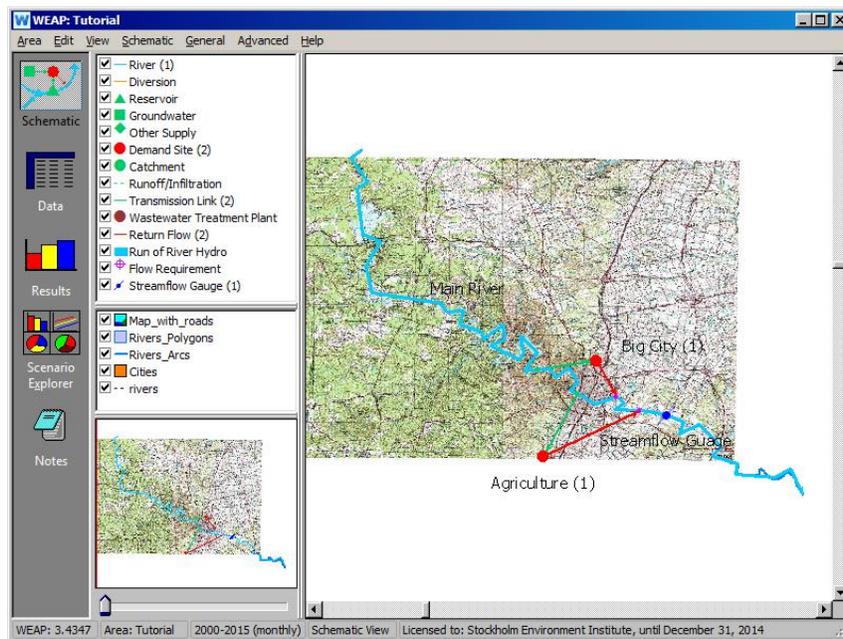


Выберите файл "Map.jpg", расположенный в подкаталоге "_Maps\Tutorial" каталога WEAP (например, C:\Program Files\WEAP21_Maps\Tutorial). Также введите описательное имя, которое будет отображаться в окне "Слой".



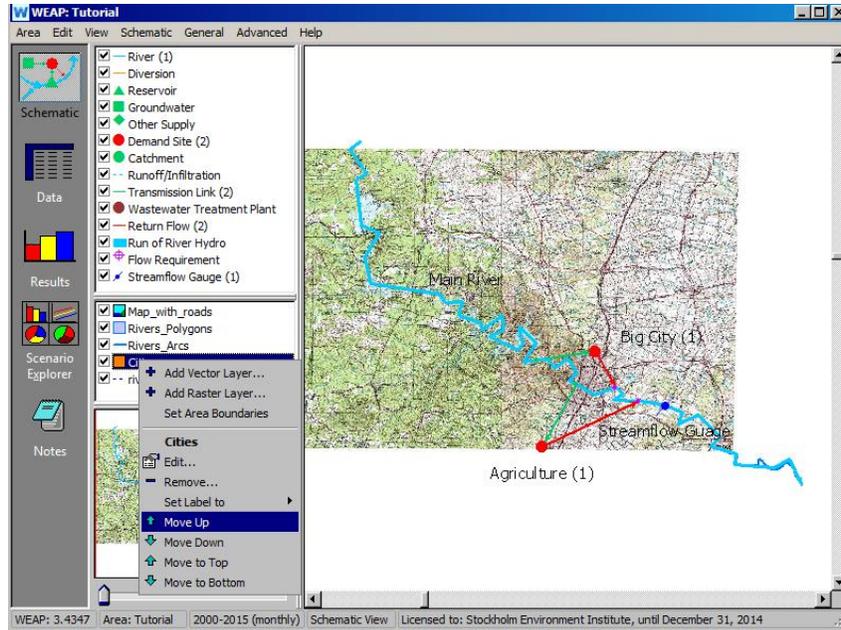


Ваша карта может появиться первым элементом в окне, располагаясь поверх других векторов и фигур.

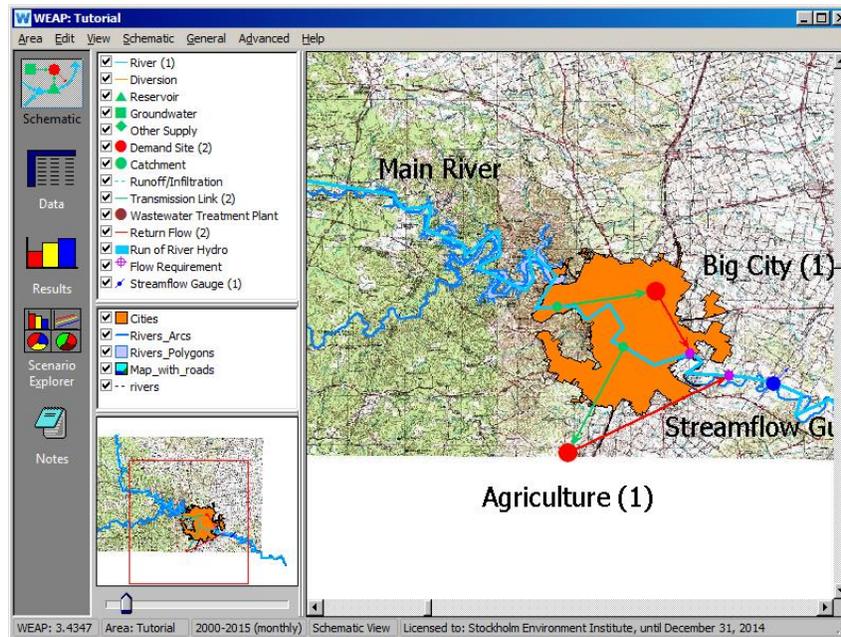


Мы хотим видеть реки и дороги. Вы можете изменить расположение слоев схемы. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на слое и выберите "Переместить вверх" или "Переместить вниз".

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



После перемещения слоев ваша модель должна выглядеть следующим образом:





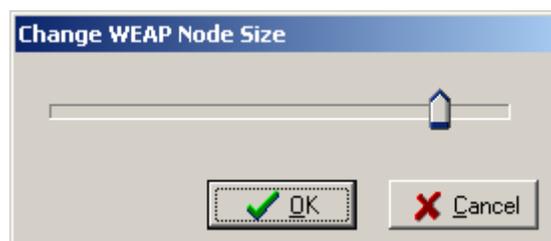
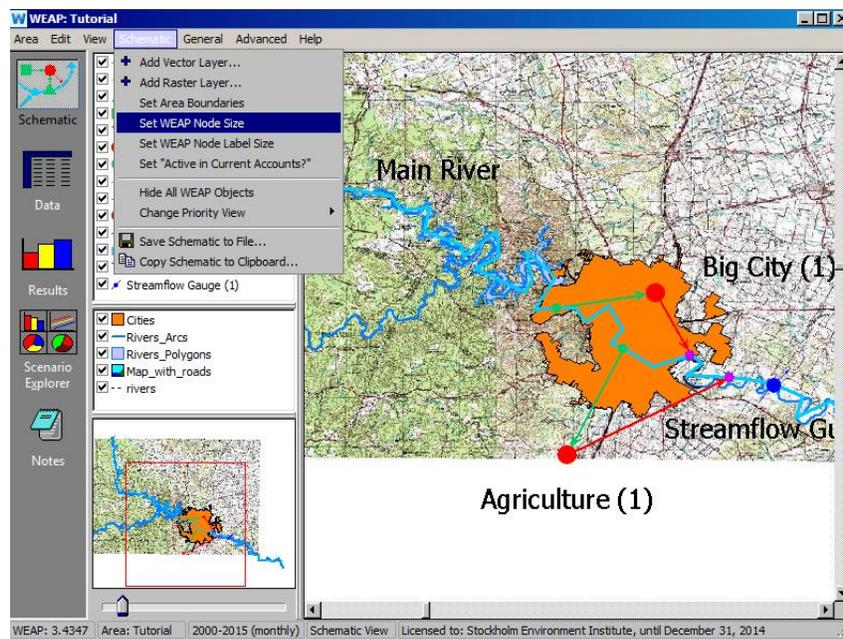
WEAP использует "мировой файл" для правильного позиционирования растрового файла для определенной картографической проекции. Эти файлы определяют координаты одного из углов растра и размер ячейки. Они могут быть созданы многими стандартными ГИС-программами, такими как ArcView.

Файл мира должен иметь то же имя, что и растровый файл, с добавлением "w" к расширению и находиться в том же каталоге. Например, файл мира для приведенного выше файла называется "map.jgw".

16. Переместить этикетки

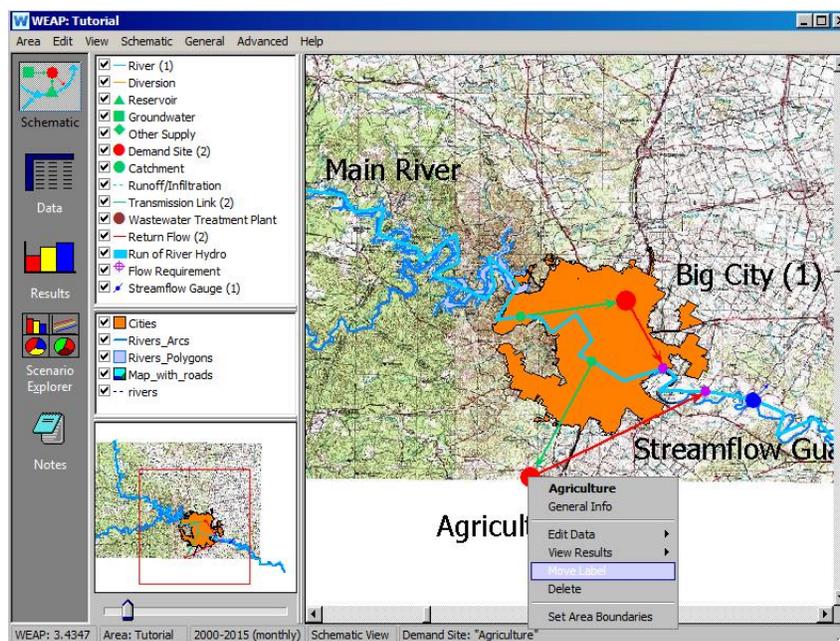
Завершите форматирование области, изменив размер шрифта узлов и меток и переместив метки.

В выпадающем меню Schematic для изменения размера символов и меток можно использовать пункты меню "Set WEAP Node Size" и "Set WEAP Node Label Size". Для каждого из этих действий появляется окно с ползунком для увеличения и уменьшения размера этих элементов.



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Щелкните правой кнопкой мыши на любом объекте и выберите "Переместить ярлык", чтобы переместить его ярлык.



Если вы не хотите, чтобы для какого-то объекта отображалась метка, просто щелкните этот объект правой кнопкой мыши, выберите "Общая информация" и удалите необязательный текст метки.



Вы можете скопировать карту в буфер обмена для последующего использования в отчетах и презентациях, выбрав пункт "Copy Schematic to Clipboard..." в меню "Schematic". Размер файла, указанный в диалоговом окне, соответствует формату без сжатия. Обычно можно обойтись уровнем детализации по умолчанию.

WEAP

Система оценки и планирования воды

Водохранилища и производство электроэнергии

УРОК ПО

Моделирование работы водохранилища..... 147

Добавление вычислений гидроэнергетики..... 152

Моделирование речных электростанций..... 155

June 2024

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Примечание:

Для этого модуля вам необходимо пройти предыдущие модули ("WEAP за час", "Основные инструменты" и "Сценарии") или иметь достаточные знания о WEAP (структура данных, ключевые предположения, построитель выражений, создание сценариев). Чтобы начать этот модуль, зайдите в Главное меню, выберите "Вернуться к версии" и выберите версию под названием "Начальная точка для всех модулей после модуля "Сценарии"".

Моделирование работы водохранилища

1. Создайте водохранилище

Создайте водохранилище на озере, расположенном выше по течению от выхода Большого города из Главной реки. Назовите его "Водохранилище Большого города" и оставьте его активным на Текущих счетах.

Приоритет спроса 99 (по умолчанию)



Ввод значения Demand Priority (Приоритет спроса) 99 гарантирует, что водохранилище будет заполнено только в том случае, если будут удовлетворены все остальные потребности, включая потребности в нижнем течении.

2. Введите физические данные

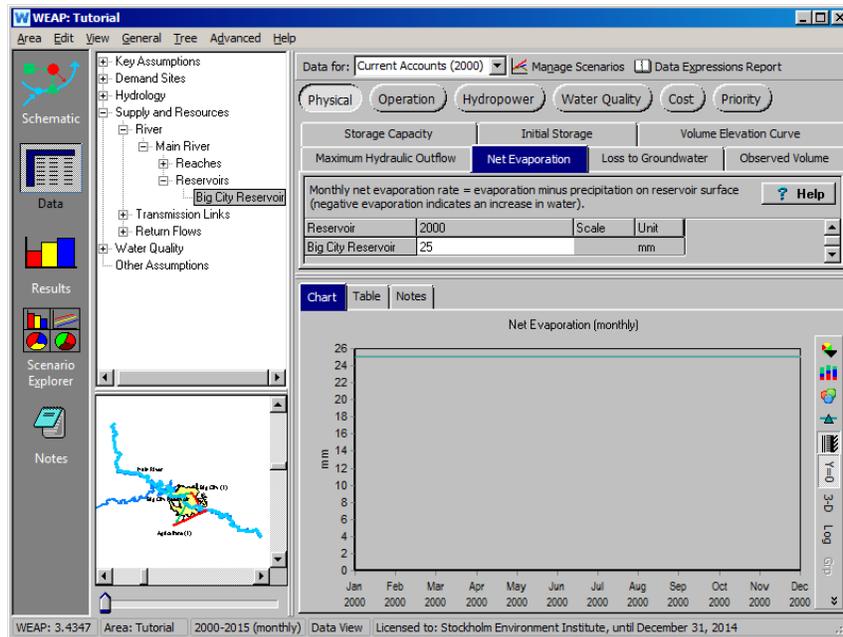
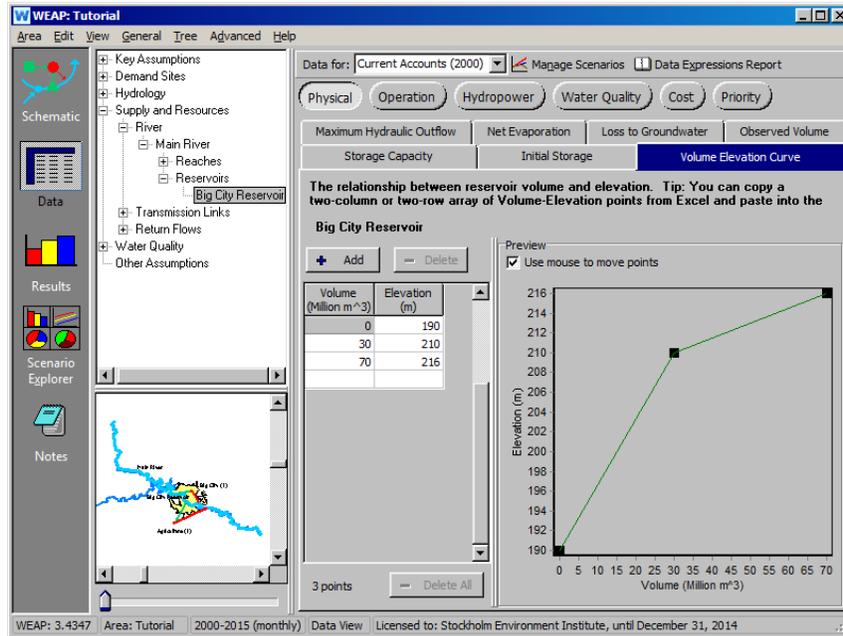
Щелкните правой кнопкой мыши на Big City Reservoir, чтобы отредактировать данные. Введите следующие данные в окно "Физические" (убедитесь, что вы находитесь в разделе "Текущие счета").

Объем хранилища 70 М м³
 Начальное хранилище 25 М м³
 Кривая объемного возвышения

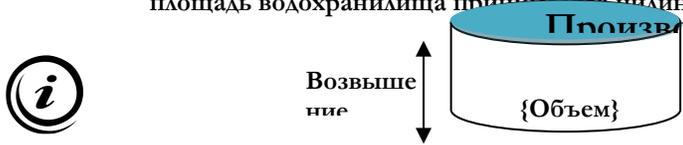
<u>Объем.Элевации</u>	
М м м ³	
0.	0190
30.	0210
70.	0216

Чистое испарение 25 мм/месяц (обратите внимание, что по умолчанию используются ежемесячные измерения)

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Кривая "объем-высота" используется как для моделирования поверхности для испарения, так и для расчета напора в случае моделирования производства гидроэлектроэнергии. При преобразовании объема и высоты водохранилища в площадь водохранилища при условии цилиндрической форма.

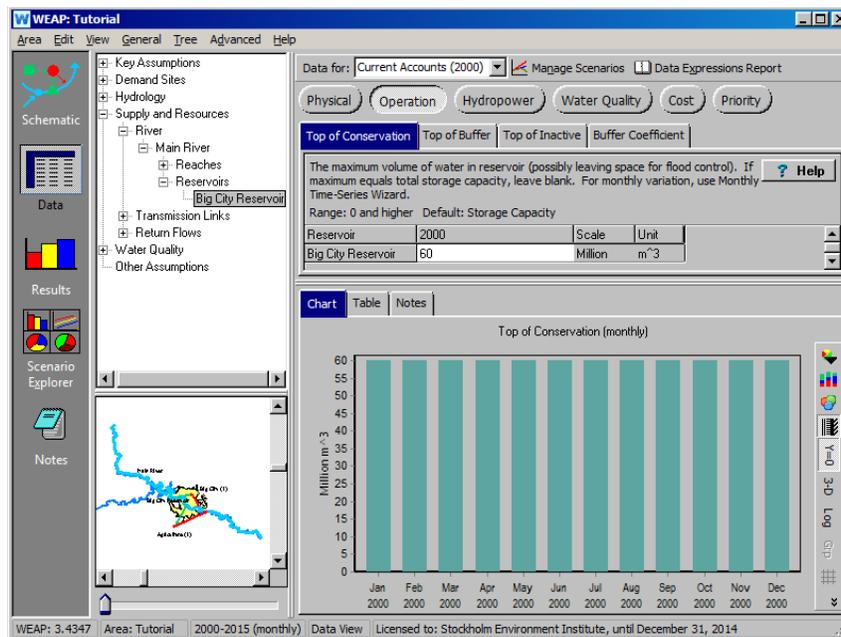


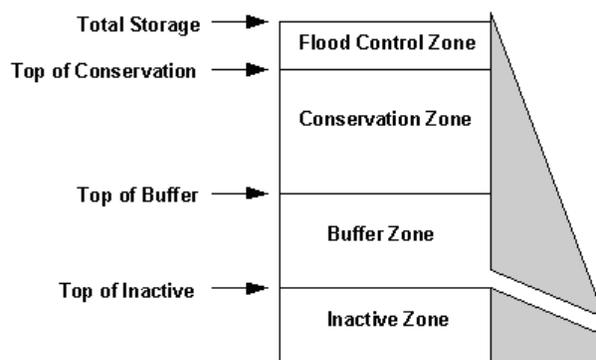
Чистое испарение должно учитывать как осадки, так и испарение. Поэтому оно может быть как положительным, так и отрицательным числом; ежемесячные изменения можно смоделировать с помощью "Мастера ежемесячных временных рядов".

3. Введите данные операции

В том же представлении введите следующие данные в окно "Операция".

Верхняя часть консервации 60 М м³
Верхняя часть буфера 40 М м³
Верхняя часть неактивного 5 М м³
Коэффициент буфера 1 .0





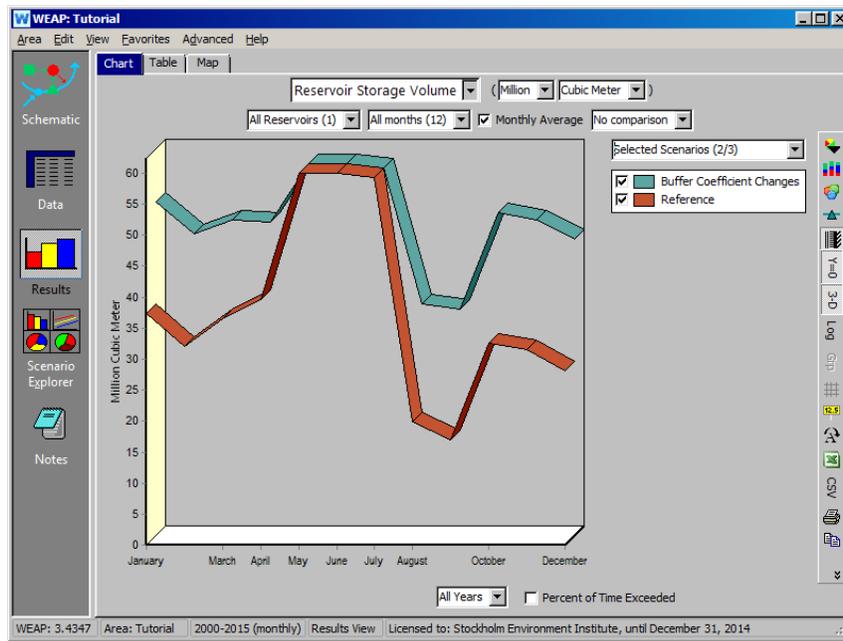
Как показано на рисунке слева, WEAP позволяет моделировать расширенную эксплуатацию пласта путем определения нескольких зон, которые имеют различные эксплуатационные ограничения.

Более подробную информацию можно получить в файле "Справка" на экране "Зоны и работа водохранилища" или нажав кнопку "Справка" на вкладке "Работа водохранилища".

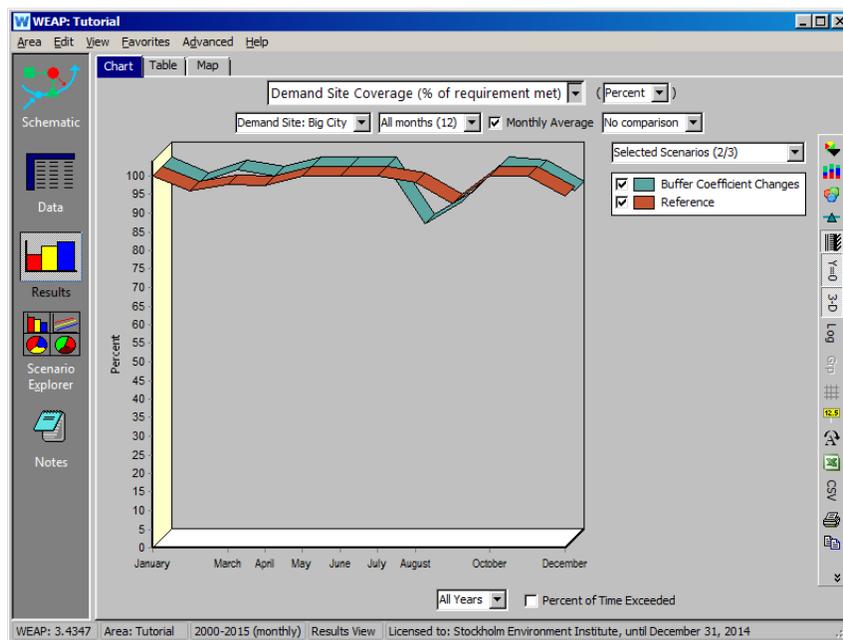
4. Понимание влияния буферного коэффициента

Теперь создайте новый сценарий, унаследованный от сценария "Reference". Назовите этот сценарий "Изменение коэффициента буфера". Затем вернитесь в представление "Данные" (убедитесь, что вы находитесь в новом сценарии, который только что создали) и измените коэффициент буфера на 0,1. Нажмите на результаты, чтобы запустить новую модель.

Сравните для сценариев "Эталон" и "Изменения буферного коэффициента" результаты по "Объему хранилищ в водохранилищах", которые находятся в разделе "Поставки и ресурсы\Резервуары" выпадающего меню первичной переменной. Выберите "Все годы" из выпадающего меню в нижней части графика и нажмите на "Среднемесячное значение" в верхней части графика. Выберите сценарий "Эталон" и сценарий "Изменения буферного коэффициента" для просмотра из выпадающего меню над легендой. Вы можете выбрать "Водохранилище Большого города" из выпадающего меню прямо над графиком.



Сравните также результаты по покрытию спроса (в ветке "Спрос"). Выберите сценарии "Эталон" и "Изменение буферного коэффициента" из выпадающего меню над легендой графика. Выберите "Большой город" в качестве сайта спроса для просмотра из оставшегося выпадающего меню прямо над графиком.





Коэффициент буфера позволяет регулировать сброс воды, когда уровень воды в водохранилище находится в пределах буферной зоны (см. рисунок в информационном блоке предыдущего шага). В этом случае месячный сброс не может превышать объем воды в буферной зоне, умноженный на данный коэффициент. Другими словами, буферный коэффициент - это доля воды в буферной зоне, доступная для сброса каждый месяц. Таким образом, коэффициент, близкий к 1,0, приведет к более полному удовлетворению потребностей при быстром опустошении буферной зоны, в то время как коэффициент, близкий к 0, оставит потребности неудовлетворенными при сохранении запасов в буферной зоне. Именно поэтому для результатов, полученных в сценарии "Изменение коэффициента буфера", наблюдается более низкое покрытие участка спроса.

Добавление вычислений гидроэнергетики

5. Понимание того, как WEAP моделирует производство электроэнергии

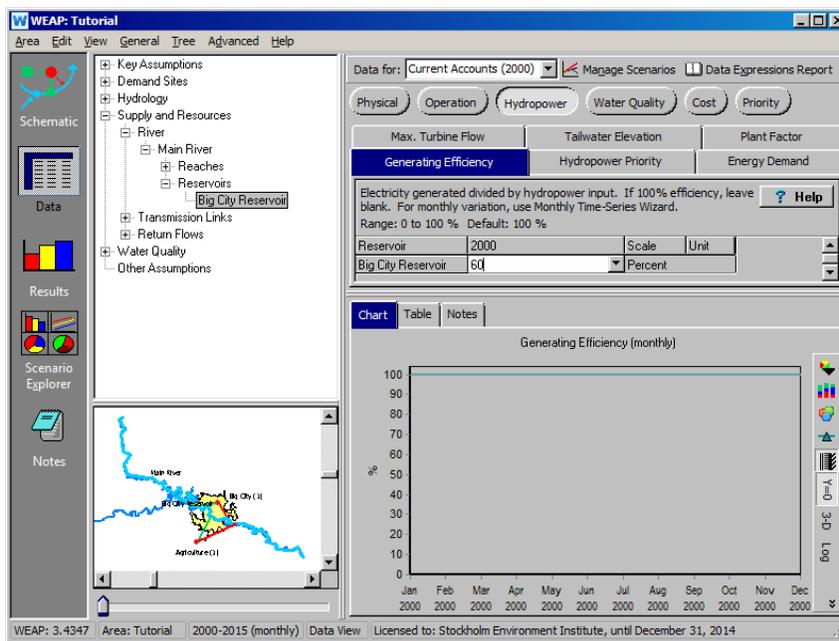
WEAP может моделировать производство электроэнергии тремя различными способами: через водохранилища в режиме on-line, через водохранилища в режиме off-line и через гидроэлектростанции в речном режиме. В одном из последующих модулей мы также обсудим связь WEAP с программой энергетического моделирования Low Emissions Analysis Platform (LEAP).

Дополнительные сведения о каждой категории см. в справке.

6. Расширение возможностей производства электроэнергии на водохранилище Биг-Сити

В этом примере мы смоделируем действующую электростанцию на водохранилище. Введите следующие данные в окно "Гидроэнергетика" для водохранилища Биг-Сити в разделе "Текущие счета".

Максимальный расход турбины 80 CMS
 Высота подъема хвостовой воды 195 м
 Коэффициент установки 100%
 Эффективность генерации 60%



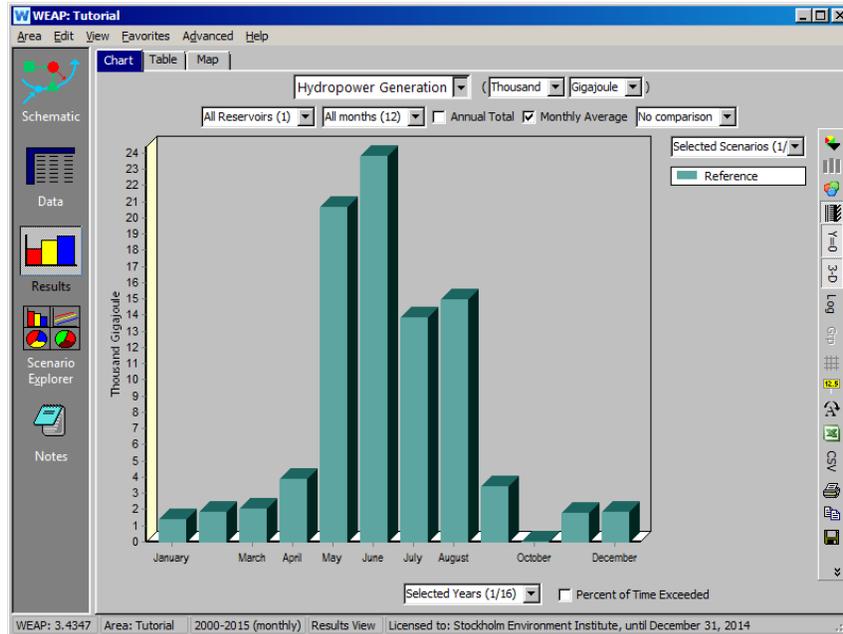
Дополнительную информацию о том, как WEAP рассчитывает производство электроэнергии, можно найти в справочной теме "Расчеты гидроэнергии".

7. Вычислите производство гидроэлектроэнергии и поймите результаты

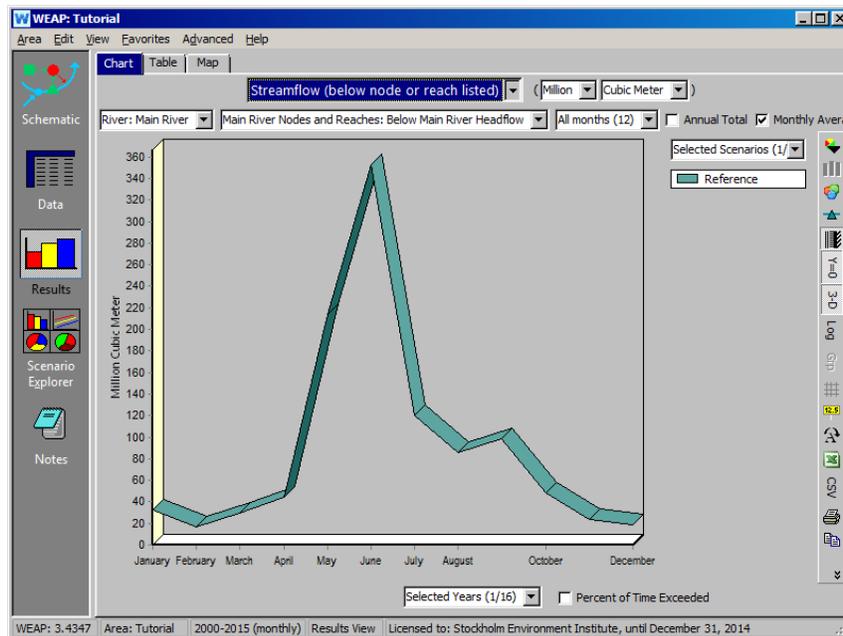
Запустите модель и посмотрите на результаты в сценарии Reference для производства электроэнергии на 2000 год.

Результаты можно получить в выпадающем меню "Первичная переменная" в разделе "Снабжение и ресурсы/ водохранилища/ гидроэнергетика".

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Понимаете ли вы, почему уровни производства в мае и июне так похожи, несмотря на то, что расход воды в Главной реке и сброс воды ниже по течению в июне намного больше? Чтобы подтвердить это, посмотрите на результаты по показателю "Поток" в участке выше водохранилища Биг-Сити (ниже истока Главной реки).





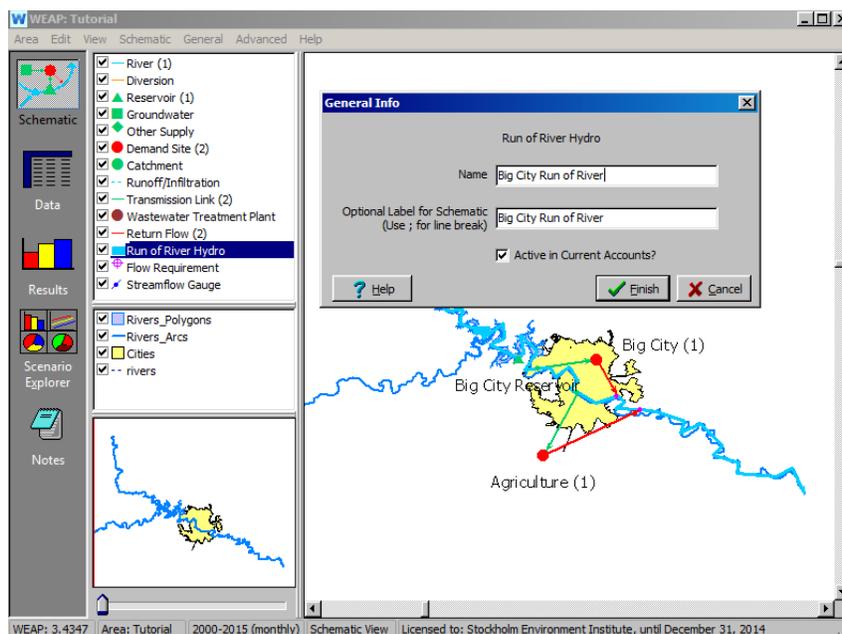
Поток, который может быть переработан турбиной, был ограничен до 80CMS (см. предыдущий шаг), а это значит, что даже несмотря на более высокий расход в июне, избыточное количество воды стекает вниз по течению, не проходя через турбину. Гидроэнергия в июне была бы такой же, как в мае и июне, если бы не тот факт, что в конце апреля уровень воды в водохранилище Биг-Сити был немного ниже, чем в конце мая (посмотрите на результаты по уровню воды в водохранилище, чтобы подтвердить это - эти цифры отражают состояние на *конец* каждого указанного месяца). Этот эффект был немного компенсирован тем фактом, что май имеет 31 день для производства электроэнергии, в то время как июнь - 30 дней, но в итоге в июне общее производство все равно оказалось немного выше.

Аналогичным образом можно моделировать производство гидроэлектроэнергии на автономных, "местных" водохранилищах.

Моделирование речных электростанций

8. Создание гидрообъекта на реке

Создайте гидрообъект Run-of-River на Главной реке выше по течению от водохранилища Big City, созданного в предыдущем упражнении. Назовите его "Речной поток Большого города".

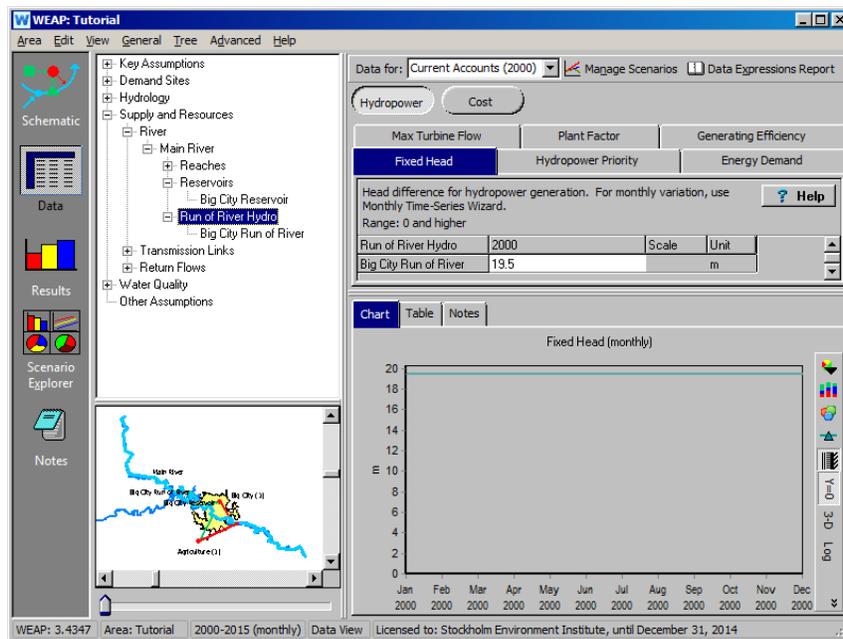


Введите следующие данные в ветку "Supply and Resources\River\Run of River Hydro" дерева Data в Data View:

Максимальный расход турбины 80 CMS
 Заводской коэффициент 100%

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

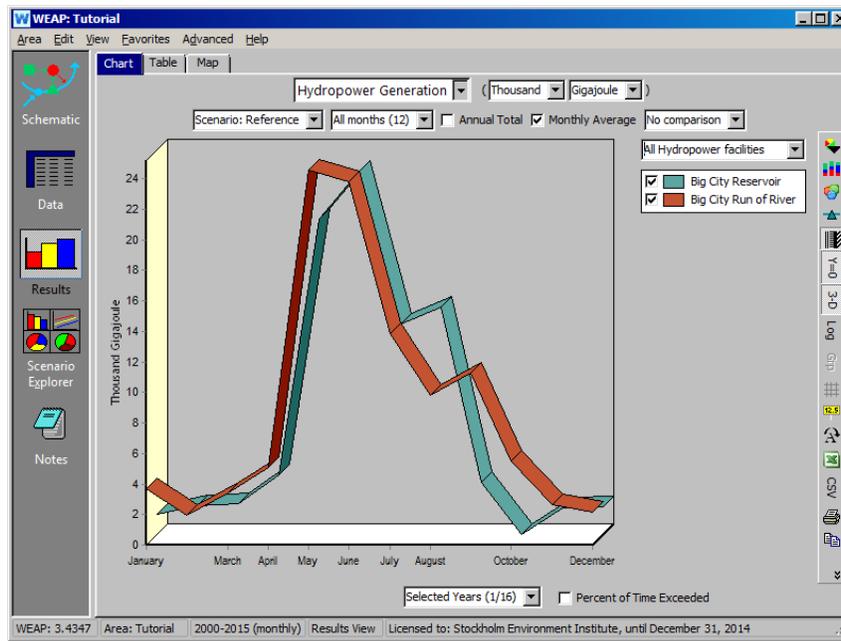
Эффективность генерации 60%
Фиксированный напор 19,5 м



9. Запуск и сравнение результатов

Запустите модель и постройте график, сравнивающий выработку электроэнергии для электростанций на реке и водохранилище. Для этого выберите "Вся гидроэнергетика" из выпадающего меню над легендой.

Каковы причины различий между обеими кривыми?

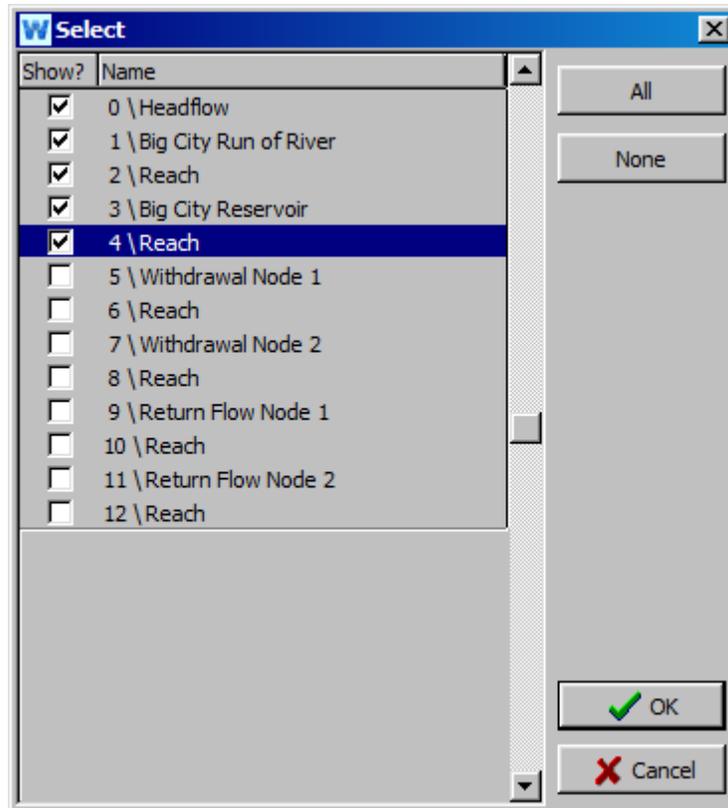


Обратите внимание, что в мае гидроэнергия на реке Run of River несколько выше, чем в июне, в отличие от выработки электроэнергии на водохранилище Биг-Сити. Это объясняется наличием дополнительного дня в мае по сравнению с июнем. На выработку гидроэлектроэнергии в Run of River не оказывает ограничивающего влияния высота хранилища, в то время как водохранилище все еще наполнялось в мае, что снизило выработку в этом месяце по сравнению с июнем.

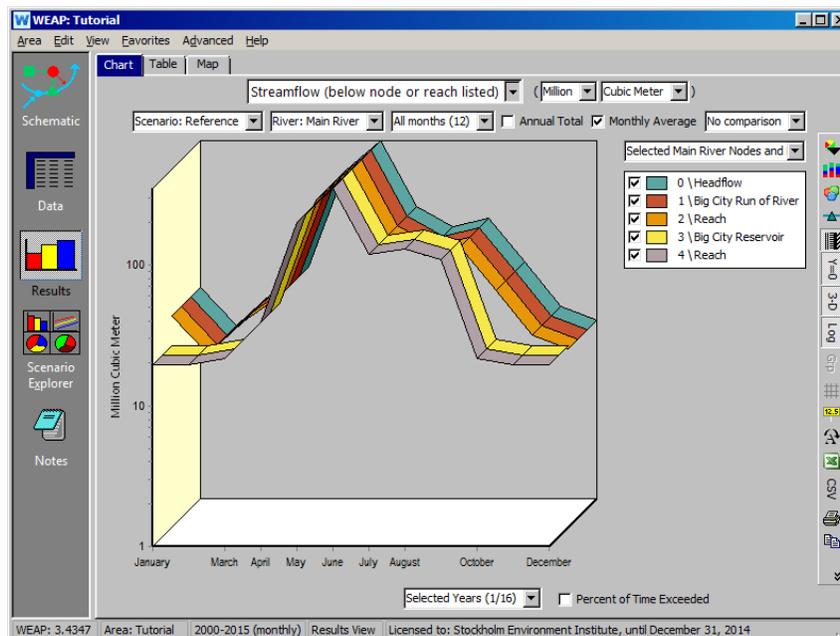
Как влияет завод на сток реки по сравнению с заводом на водохранилище Большого города?

Чтобы увидеть это на графике, выберите "Streamflow" из выпадающего меню первичной переменной и выберите "Selected Main River Nodes and Reaches" из выпадающего меню над легендой. Выберите следующие участки: "0\Headflow", "1\Big City Run of River", "2\Reach", "2\Big City Reservoir" и "4\Reach" из списка.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Мы рассматриваем результаты (ниже) в логарифмической шкале, доступ к которой можно получить, нажав на значок "Log" на панели справа.





Водоохранилище может накапливать воду во время высоких потоков и сбрасывать ее во время низких потоков, тем самым оказывая сглаживающее воздействие. Однако речные водоохранилища перерабатывают воду, которая течет в реке в любой момент времени. Поэтому она не влияет на форму кривой речного стока.

WEAR

Система оценки и планирования воды

Качество воды

УРОК ПО

<i>Настройка моделирования качества</i>	162
<i>Ввод данных о качестве воды</i>	164
<i>Использование ограничений на приток воды по качеству для востребованного участка</i>	170
<i>Ввод данных о деятельности, генерирующей загрязнение, для востребованных объектов</i>	173
<i>Моделирование станции очистки сточных вод</i>	176

June 2024

Примечание:

Для этого модуля вам необходимо пройти предыдущие модули ("WEAP за час", "Основные инструменты" и "Сценарии") или иметь достаточные знания о WEAP (структура данных, ключевые предположения, построитель выражений, создание сценариев). Чтобы начать этот модуль, зайдите в Главное меню, выберите "Вернуться к версии" и выберите версию под названием "Начальная точка для всех модулей после модуля "Сценарии"".

Настройка моделирования качества

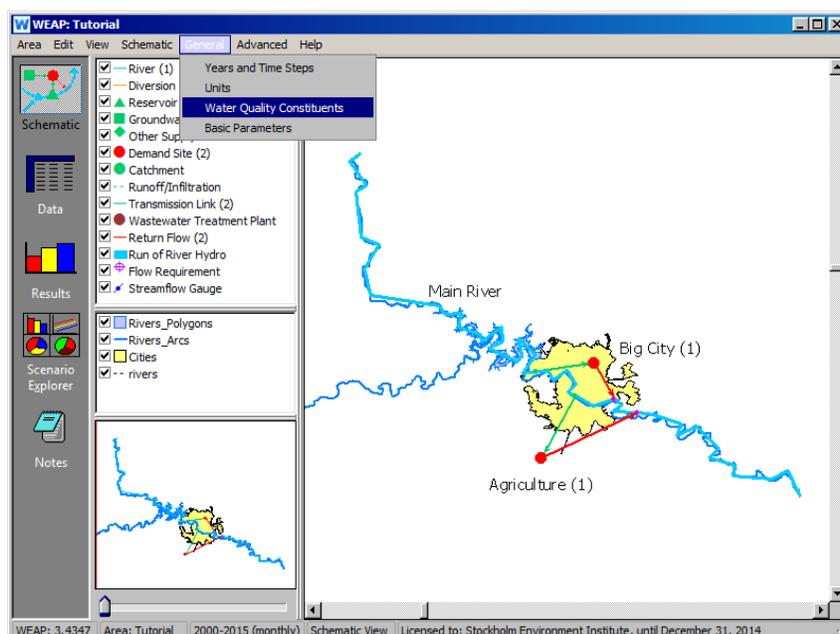
1. Понимание моделирования качества воды в WEAP

WEAP может моделировать как консервативные, так и неконсервативные загрязняющие вещества. Консервативные загрязнители моделируются с помощью простого баланса массы. Для неконсервативных загрязнителей предлагается несколько моделей.

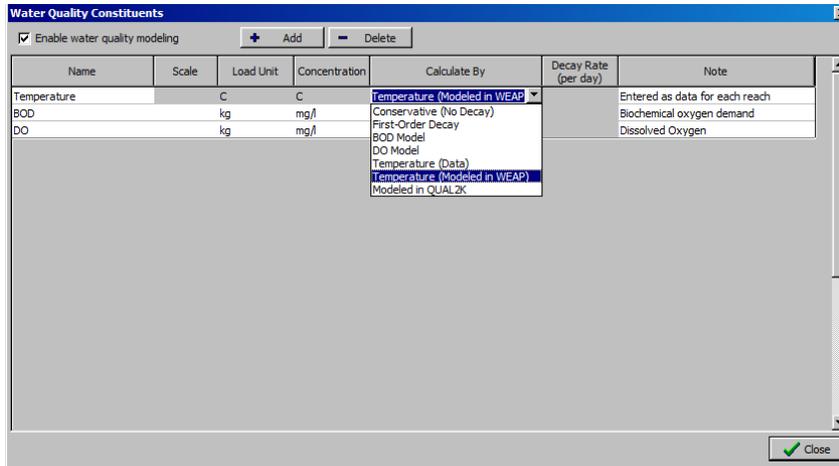
Более подробное описание возможностей WEAP можно найти в справочной теме "Начало работы с качеством воды".

2. Создайте набор загрязняющих веществ

Создайте набор загрязняющих веществ, которые будут моделироваться, перейдя в меню "General\Water Quality Constituents".

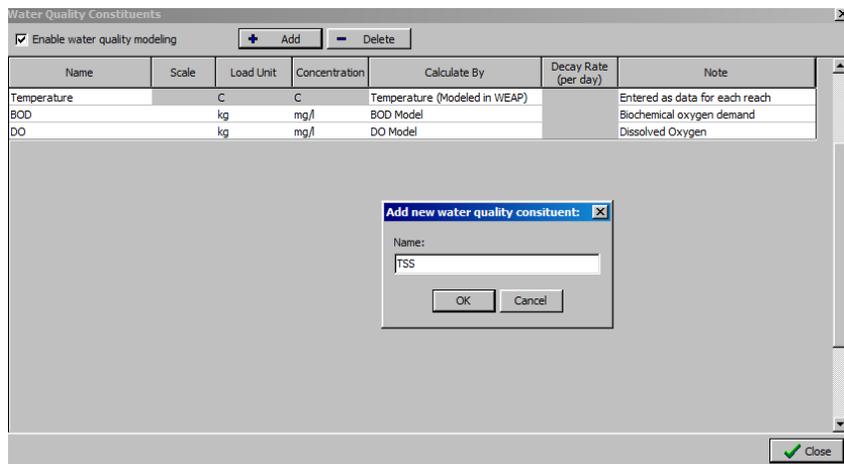


В диалоговом окне выберите "Температура", которая будет рассчитываться по температуре, смоделированной в WEAP, в поле "Рассчитано по".



Затем добавьте "TSS" (Total Suspended Solids) и "Salt" в список составляющих ("BOD" и "DO" также уже должны быть в списке):

<u>Название</u>	<u>Вычислить</u>	<u>по скорости</u>
<u>Температура</u>	<u>Температура (смоделирована в WEAP)</u>	<u>TSS Распад</u>
<u>первого</u>	<u>порядка 0</u>	<u>,25 в день</u>
<u>Соль</u>	<u>Консервативный</u>	<u>(без распада)</u>



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Water Quality Constituents						
<input checked="" type="checkbox"/> Enable water quality modeling						
<input type="button" value="+ Add"/> <input type="button" value="- Delete"/>						
Name	Scale	Load Unit	Concentration	Calculate By	Decay Rate (per day)	Note
Temperature		C	C	Temperature (Modeled in WEAP)		Entered as data for each reach
BOD		kg	mg/l	BOD Model		Biochemical oxygen demand
DO		kg	mg/l	DO Model		Dissolved Oxygen
TSS		kg	mg/l	First-Order Decay	0.25	
Salt		kg	mg/l	Conservative (No Decay)		



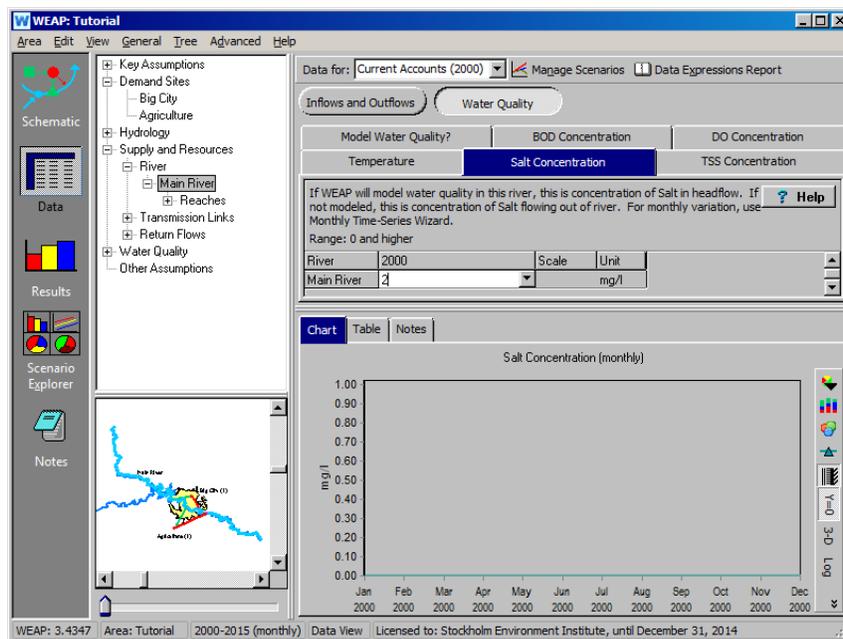
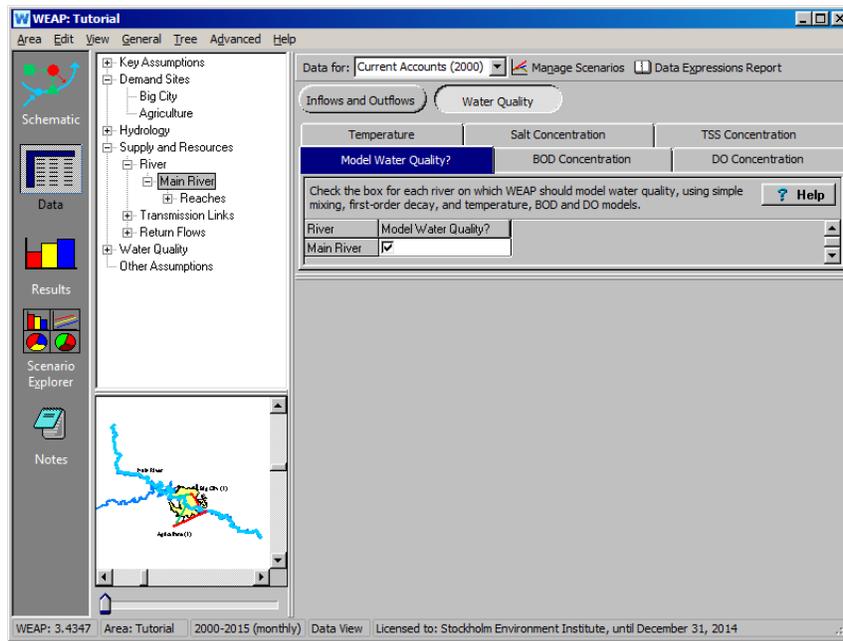
Более подробная информация о различных моделях, используемых для моделей БПК и ДО, представлена в справочной теме "Растворенный кислород и биохимическая потребность в кислороде".

Ввод данных о качестве воды

3. Введите данные о качестве воды в реке

В дереве представления данных выберите "Supply and Resources\River" и щелкните на Главной реке. Затем откройте экран "Качество воды" и введите следующие данные, которые будут представлять качество воды в верховьях реки:

<i>Модель Качество воды?</i>	<i>ДА (отметьте галочкой)</i>	
<i>Температура</i>	<i>15°C</i>	
<i>Концентрация</i>	<i>БПК 5 мг/л</i>	<i>Концентрация ДО 8 мг/л</i>
<i>Концентрация</i>	<i>ТСС 20 мг/л</i>	
<i>Концентрация</i>	<i>солей 2 мг/л</i>	



4. Геометрические характеристики реки Энтер

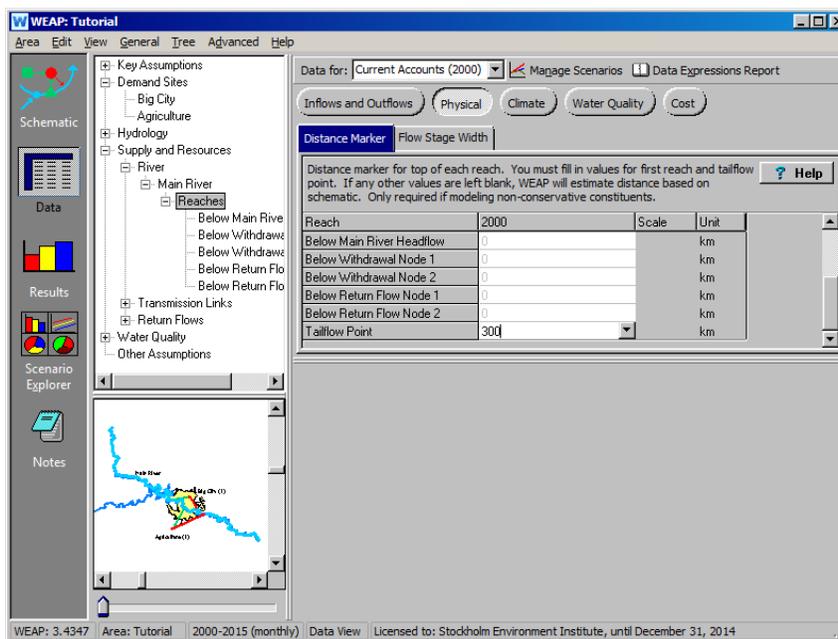
Геометрические характеристики реки необходимы для различных моделей качества воды. В основном они используются для расчета скорости/времени стояния воды на участке. В представлении "Данные" выберите ветвь "Русла" Главной реки и введите следующую информацию на вкладках "Физические характеристики".

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Расстояние между отметками в верховьях 0 км

Расстояние между отметками в хвостах 300 км

Примечание: длина промежуточных участков будет оценена WEAP на основе схемы.



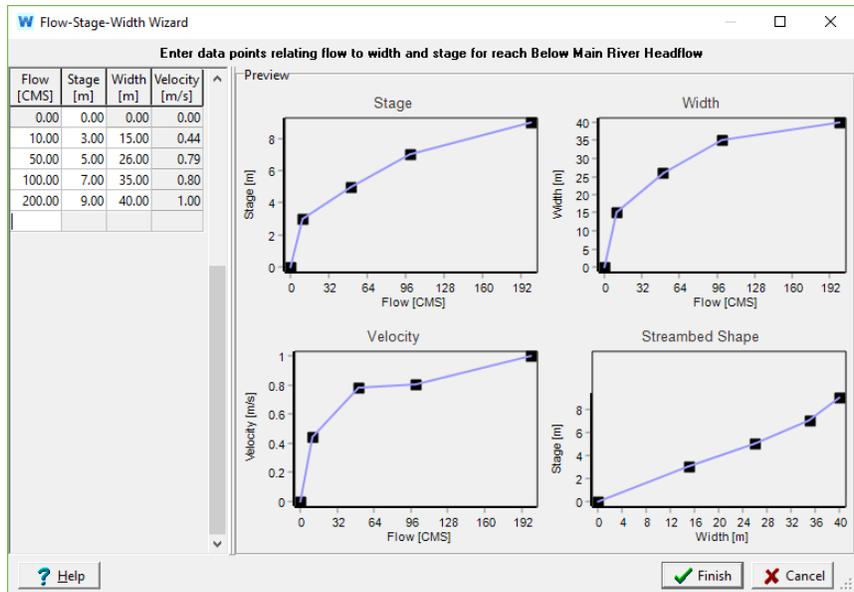
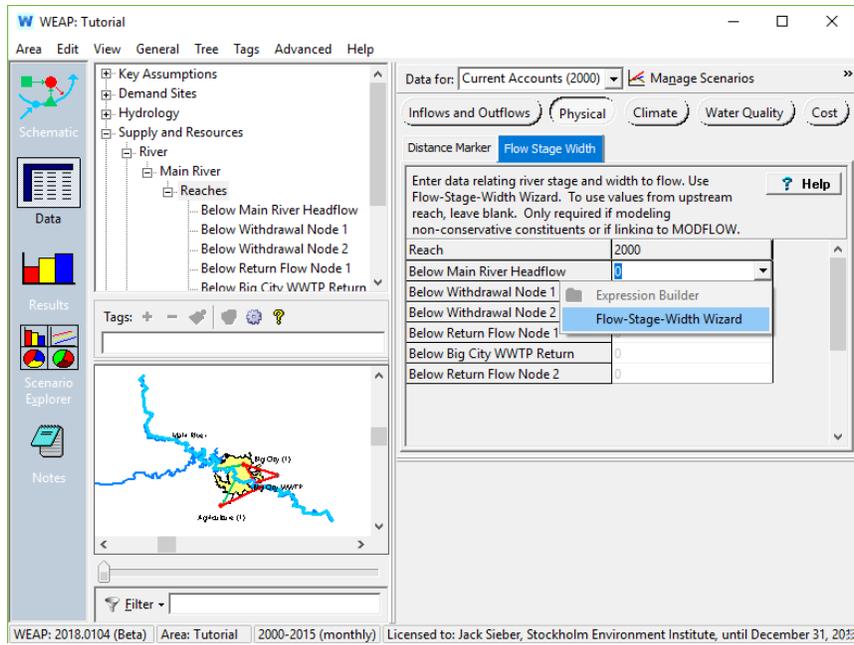
На вкладке "Ширина ступени потока" с помощью Мастера, нажав на стрелку выпадающего меню "Нижне напора основной реки", введите следующие данные:

	<i>FlowStage</i>	<i>Ширина</i>
00.00	0.00	
10	3.00	15.00
50	5.00	26.00
100	7.00	35.00
200	9.00	40.00

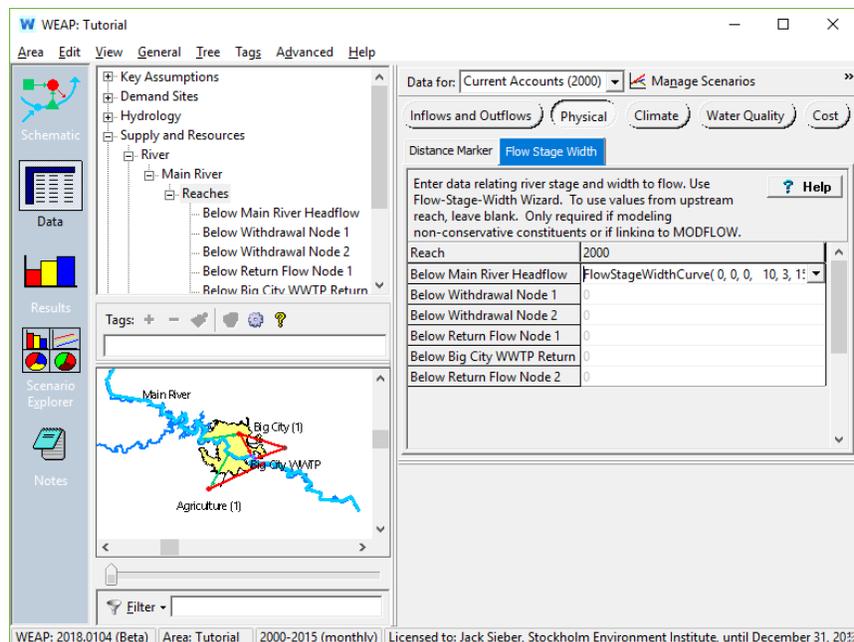
Ваша окончательная формула должна выглядеть следующим образом:

FlowStageWidthCurve(0,0,0, 10,3,15, 50,5,26, 100,7,35, 200,9,40)

Мы будем считать, что этот участок остается постоянным, а другие участки оставим пустыми.



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



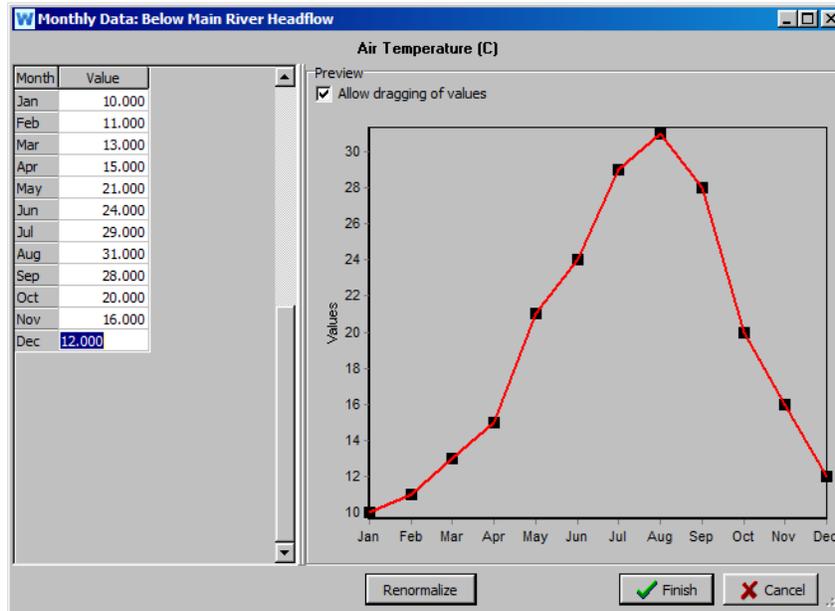
Вкладка "Длина участка", отображаемая в категории "Притоки и оттоки", используется только для моделирования взаимодействия поверхностных и подземных вод. Она представляет собой длину участка, соединенного с грунтовыми водами, которая может быть меньше общей длины этого участка.

5. Введите климатические данные

Климатические данные необходимы для расчета температуры воды. Нажмите на кнопку "Климат" и снова выберите участок "Ниже истока главной реки". Введите следующие климатические данные (для температуры воздуха используйте мастер ежемесячных временных рядов):

<i>Температура воздуха</i>	
<i>Месяц</i>	<i>Значение (°C)</i>
<i>Январь</i>	<i>10</i>
<i>Февраль</i>	<i>11</i>
<i>Март</i>	<i>13</i>
<i>Апрель</i>	<i>15</i>
<i>Май</i>	<i>21</i>
<i>Июнь</i>	<i>24</i>
<i>Июль</i>	<i>29</i>
<i>авг</i>	<i>31</i>
<i>Сентябрь</i>	<i>28</i>
<i>Октябрь</i>	<i>20</i>

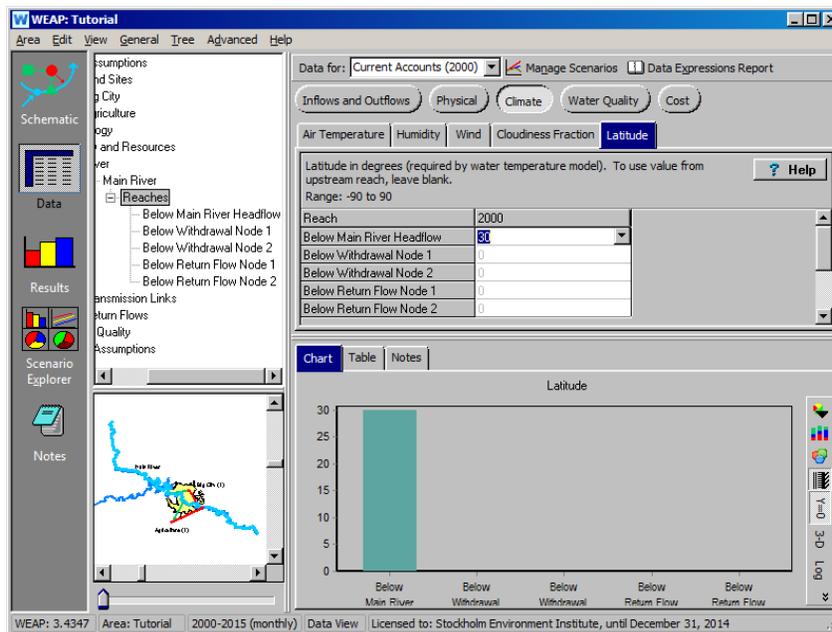
Ноябрь 16
 Дек 12



Влажность 65%
 Ветер 1 м/с
 Фракция облачности 1
 Широта 30°

Примечание: вы можете ввести эти значения для первого участка и оставить остальные участки пустыми, если вы хотите, чтобы значение применялось ко всем участкам.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Использование ограничений на приток воды по качеству для востребованного участка

6. Введите данные об ограничениях

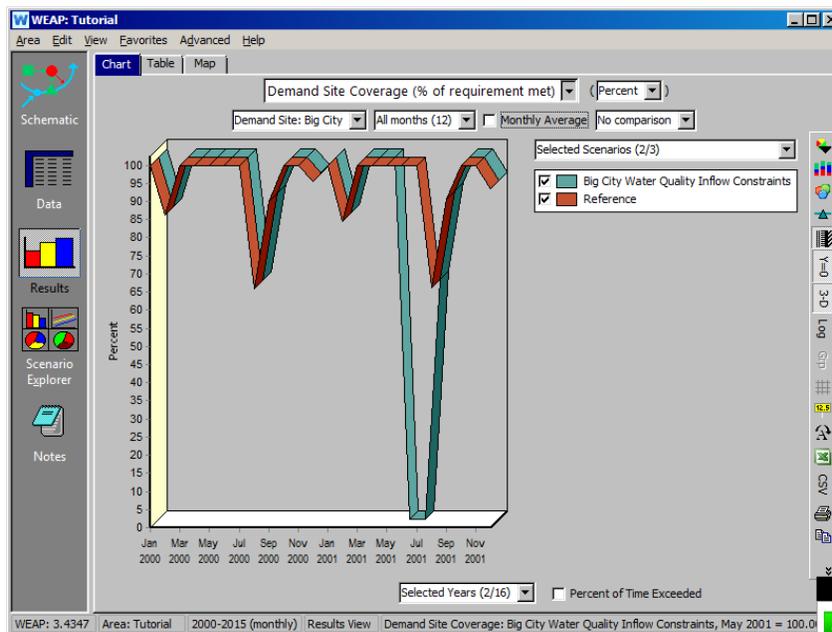
Объект спроса может потребовать, чтобы его водоснабжение соответствовало определенным критериям качества. Создайте новый сценарий, унаследованный от сценария "Reference", и назовите его "Big City Water Quality Inflow Constraints". В представлении "Данные" (убедитесь, что вы находитесь в этом новом сценарии) выберите ветвь "Большой город" в дереве данных и нажмите кнопку "Качество воды". На вкладке "Приток БПК" введите следующую максимально допустимую концентрацию БПК:

Приток БПК2 *мг/л*

7. Сравнить результаты

Обратите внимание, что ранее вы ввели концентрацию БПК (5 мг/л) для стока Главной реки (в разделе "Текущие счета"), так что теперь вы можете запустить результаты и сравнить их с показателями покрытия востребованных участков Биг-Сити с учетом и без учета этого ограничения притока для Биг-Сити. Для периода 2000 и 2001 гг. сравнение охвата участка спроса в Большом городе для сценариев

"Эталон" и "Ограничения притока воды в Большой город по качеству" должно выглядеть следующим образом:

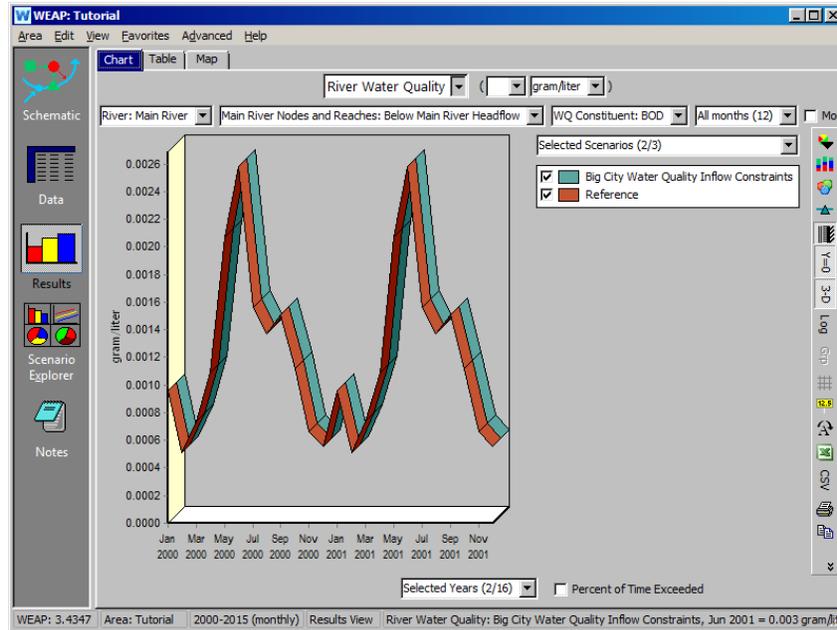


Почему в сценарии "Ограничение притока" покрытие Большого города падает до нуля в июне 2001 года?

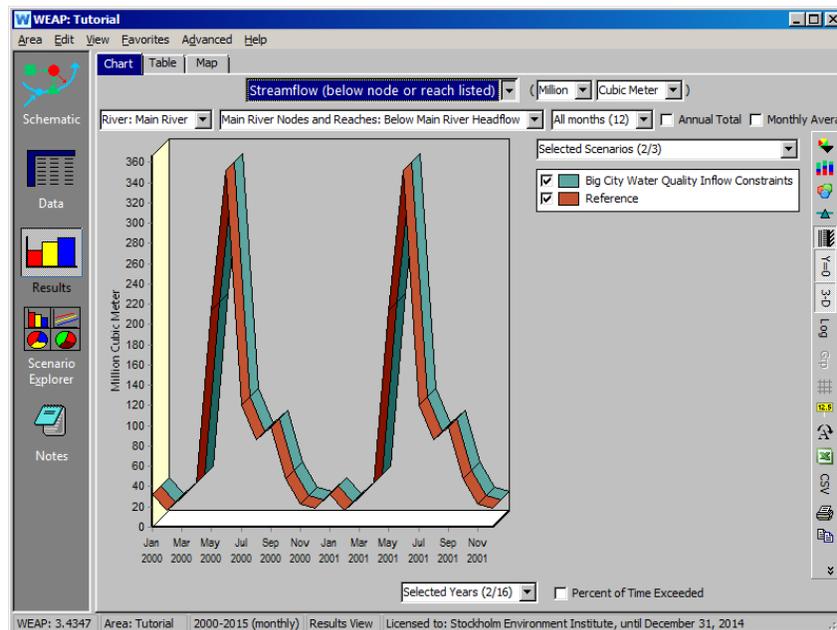


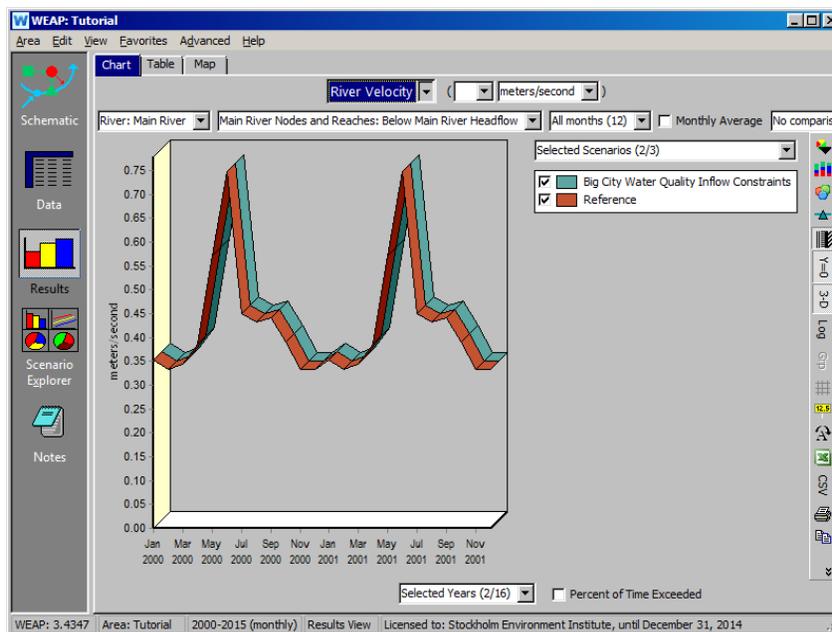
Если вы посмотрите на концентрацию БПК (Качество воды, Качество воды в реке) в створе "Ниже главного истока реки" (на рисунке ниже), вы увидите, что БПК превышает ограничение (2 мг/л) для водозабора Биг-Сити в июне месяце как в 2000, так и в 2001 году. Поскольку ограничение активируется в течение сценарного периода (начиная с 2001 года), покрытие для Биг-Сити уменьшается в июне 2001 года, поскольку этот участок водозабора не будет принимать воду, содержание БПК в которой ниже ограничения, и никакие другие источники воды, кроме реки Мэйн, не были определены в качестве источников водоснабжения для Биг-Сити.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Моделируемая временная картина концентрации БПК на этом участке реки Майн является функцией деградации, степень которой контролируется временем пребывания воды в "головном потоке". Чем больше время пребывания воды в этом участке, тем больше деградация. Таким образом, картина для БПК отражает скорость течения и расход воды в данном участке (оба показаны ниже).





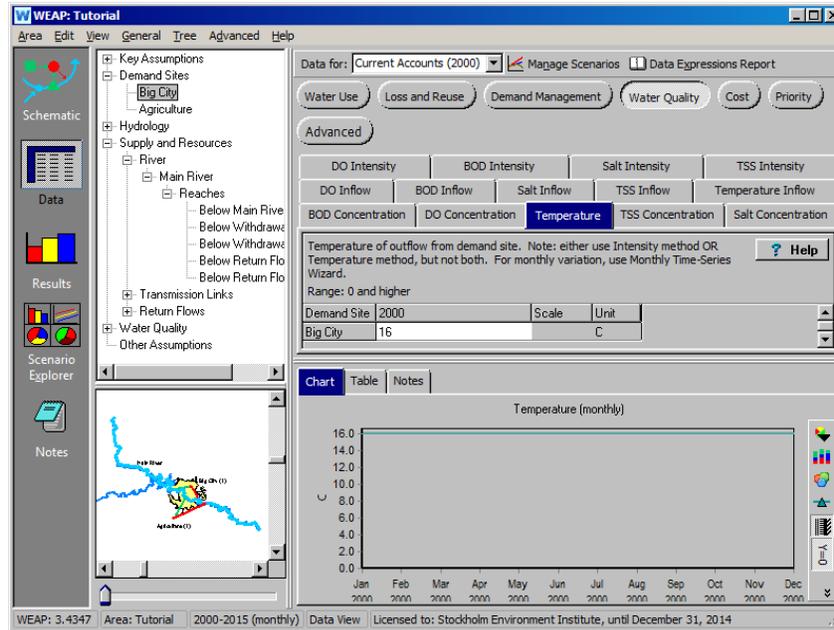
Ввод данных о деятельности, генерирующей загрязнения, для востребованных объектов

8. Ввод данных

Мы будем считать, что нам известна концентрация загрязняющих веществ в оттоке (обратном потоке) для Большого города. Поэтому мы воспользуемся серией вкладок "Концентрация" в ветви "Спросные участки \Большой город" дерева данных. Нажмите на кнопку "Качество воды" и введите следующие данные (в текущих счетах):

Температура	16 °C
Концентрация БПК	60 мг/л
Концентрация DO3	мг/л
Концентрация TSS5	мг/л
Концентрация солей10	мг/л

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Для объекта "Сельскохозяйственный спрос" мы признаем, что не знаем концентрацию на выходе, но знаем интенсивность образования загрязняющих веществ. Введите следующие данные:

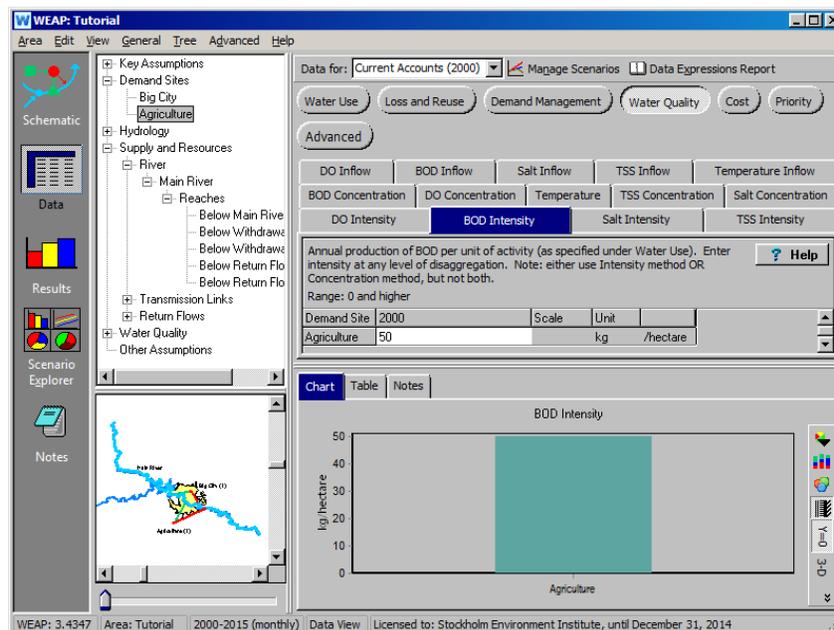
Интенсивность БПК50 кг/га

Интенсивность ДО30 кг/га

Интенсивность ТСС20 кг/га

Интенсивность соли2 кг/га

Температура 15°C





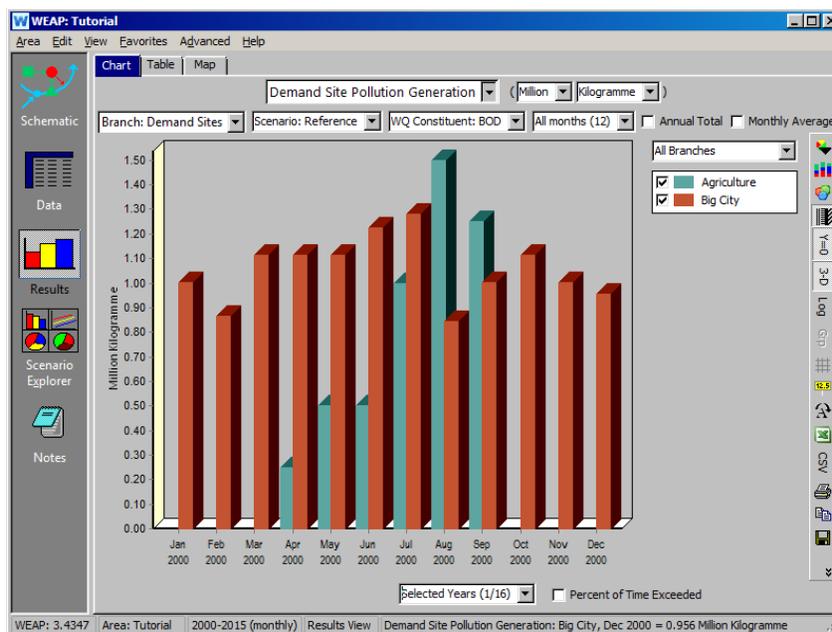
Отток загрязняющих веществ с участка спроса основан только на данных о концентрации или интенсивности загрязняющих веществ на каждом участке спроса, а не на качестве воды, поступающей на участок спроса. Обратите внимание, что данные о температуре могут меняться с течением времени.

9. Оцените результаты

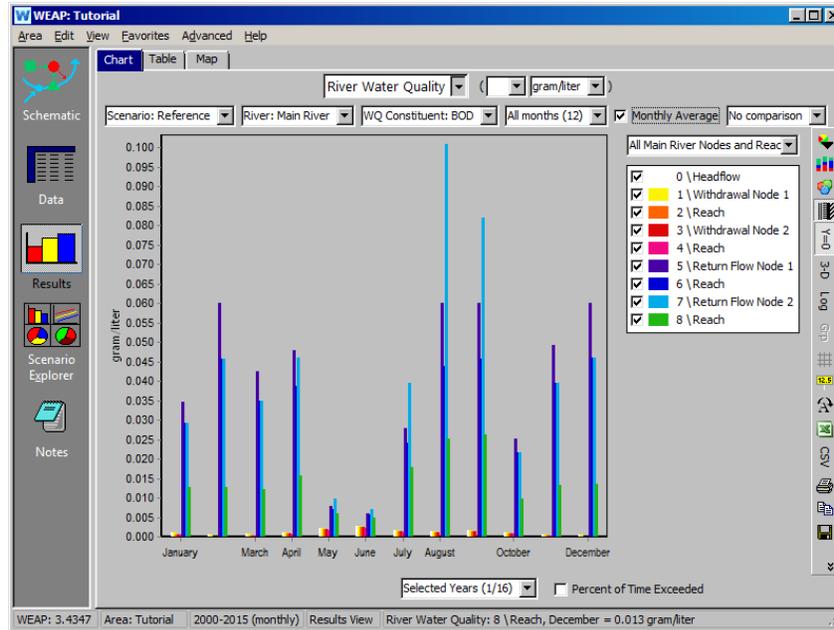
Запустите модель и посмотрите на следующие результаты для различных составляющих качества воды для 2000 года. Выберите "Генерация загрязнений" из выпадающего меню первичной переменной (в разделе "Качество воды"):

Генерация загрязнений в местах спроса

Качество воды в реке (здесь мы переключили цвета на "Мас" в опции цветов на панели в правой части экрана)



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

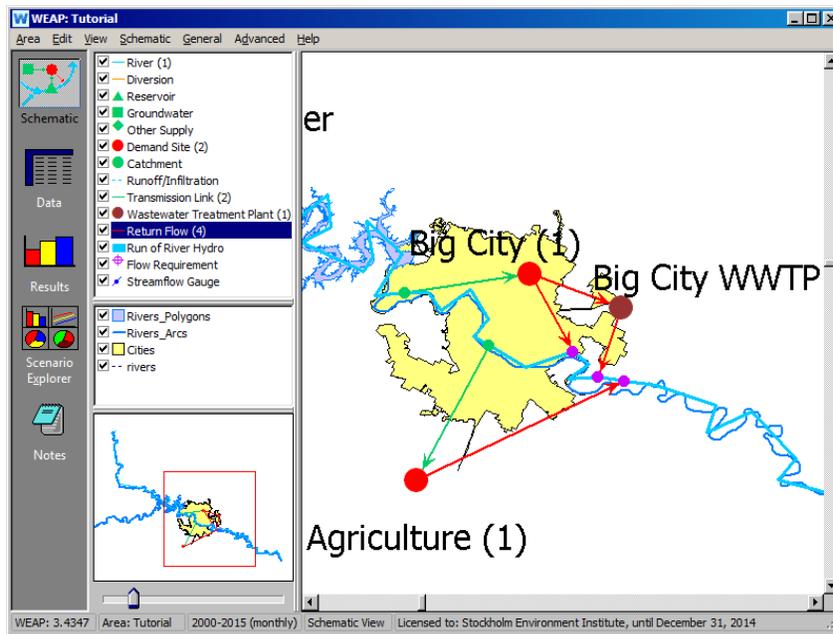


Обратите внимание, что генерация загрязнений для сельского хозяйства ограничена весенними и летними месяцами, когда активно ведется сельское хозяйство.

Моделирование станции очистки сточных вод

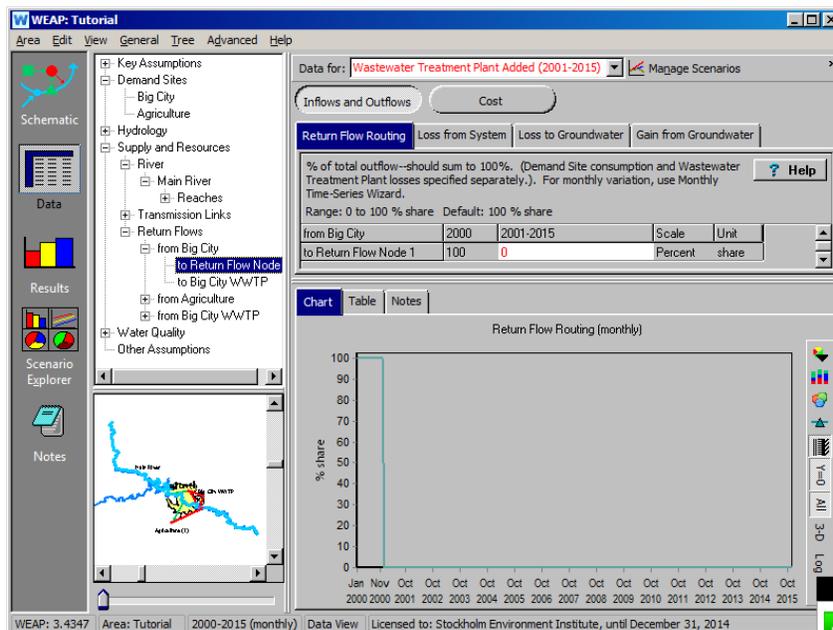
10. Создание станции очистки сточных вод

Создайте новый сценарий под названием "Добавлена станция очистки сточных вод" - этот сценарий наследуется от "Эталонного". Затем добавьте очистные сооружения для Большого города, назовите их "Big City WWTP" и сделайте их неактивными в текущих счетах, а также создайте обратный поток от Большого города к очистным сооружениям. Сохраните существующую обратную линию от Большого города к реке. Также создайте еще один обратный поток от WWTP к реке. Ваша модель должна выглядеть так, как показано на рисунке ниже:



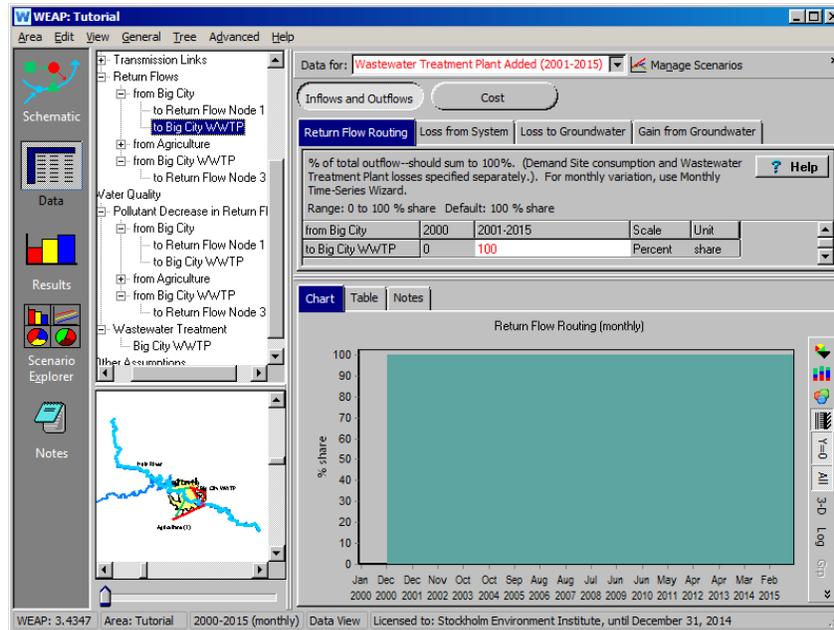
Вам нужно будет установить переменные "Маршрутизация обратного потока" для обоих звеньев.

Для обратного стока из Большого города в Главную реку (узел обратного стока 1) установите значение маршрутизации на 100% для текущего отчетного года и на 0% для 2001-2015 годов в сценарии "Добавлена станция очистки сточных вод".

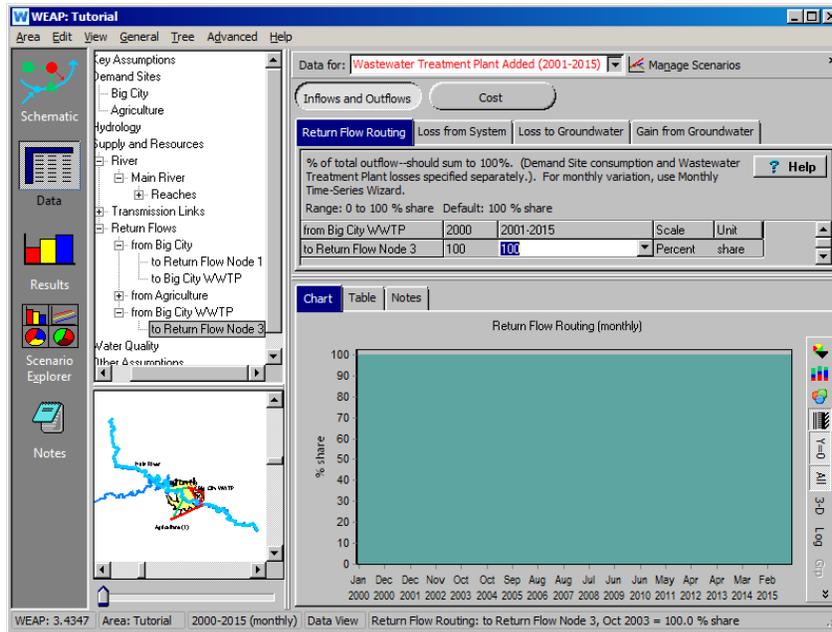


Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

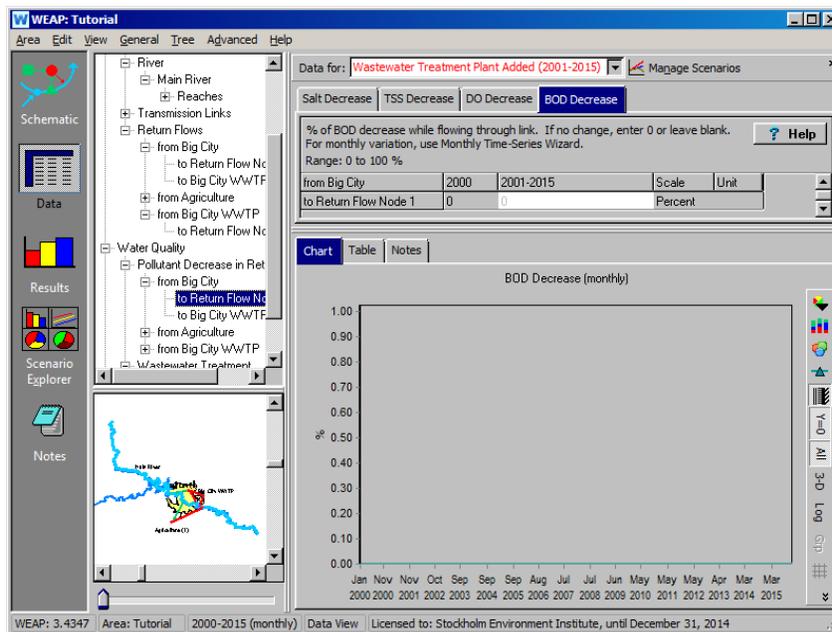
Для возвратного потока из Большого города на очистные сооружения Большого города установите значение возвратного потока на 100% для 2001-2015 гг. в сценарии "Добавлены очистные сооружения". Установите обратный поток на ноль в Текущих счетах. Несмотря на то, что инфраструктура еще не существует, WEAP выдаст ошибку, если процентные соотношения между существующей и несуществующей инфраструктурой не будут равны 100%. См. ниже.



Также установите значение Маршрутизация на 100% для обратного потока из очистных сооружений Большого города в главную реку (узел обратного потока 3). (В сценарии "Очистные сооружения добавлены")



Вы также можете установить коэффициенты удаления в различных возвратных потоках. Это будет полезно, если, например, данное загрязняющее вещество разлагается бактериями в канализационной системе. Эти данные можно ввести в ветви "Качество воды \ Снижение загрязнителя в обратном потоке" для соответствующих обратных потоков (см. рисунок ниже для примера).

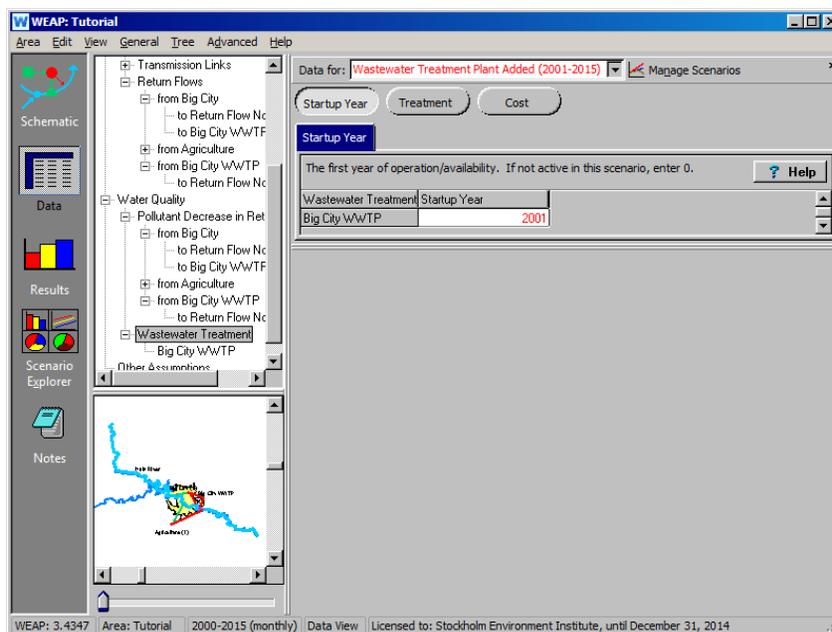


Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

11. Введите данные о водоочистных сооружениях

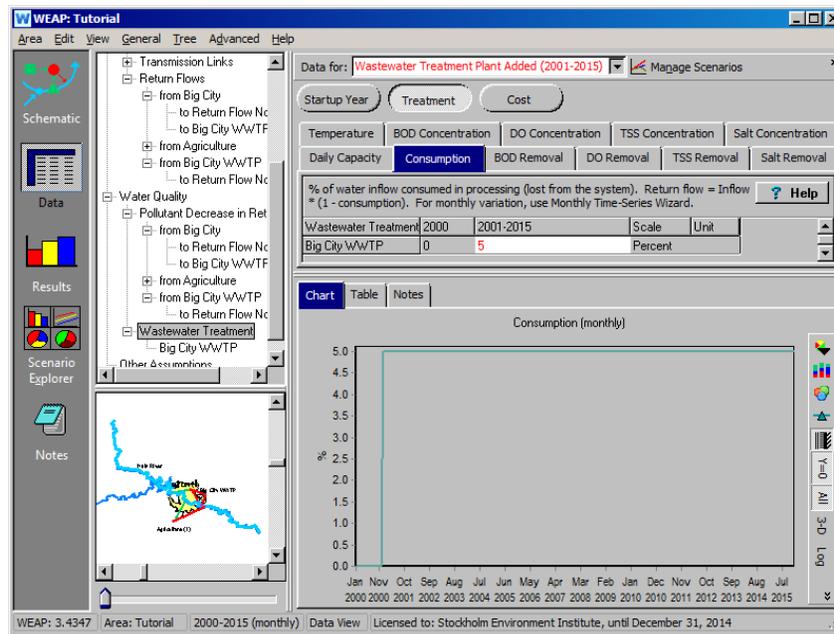
Сначала введите "Начальный год", нажав на кнопку "Начальный год" в ветке "Качество воды\Очистка сточных вод" дерева данных для Big City WWTP. Убедитесь, что после ввода 2001 года вы нажали клавишу Enter.

Год начала *2001*



Также введите следующие данные в категории "Очистка" (при выборе сценария "Добавление очистных сооружений"):

Расход 5%
Суточная производительность 2M м³
Удаление БПК 90%
Концентрация ДО 5 мг/л
Удаление TSS 80% *Удаление солей* 20%
Температура 15°C



Если только часть сточных вод проходит через очистные сооружения, есть две возможности моделирования. Первая - ограничить суточную производительность тем количеством, которое фактически может быть очищено. В этом случае сточные воды в избытке будут сбрасываться без очистки. В этом случае доля неочищенных сточных вод не является постоянной, а зависит от общего расхода.

Другим решением является создание дополнительного обратного потока, идущего от места спроса прямо к реке, минуя WWTP. В этом случае можно установить постоянную долю для обхода WWTP, настроив соответствующим образом доли маршрутизации обратного потока. Возможна также комбинация обоих методов.

12. Оцените результаты

Запустите модель и посмотрите на следующие результаты для БПК в сценарии "Добавлена станция очистки сточных вод", сравнив их со значениями сценария "Эталон" (без станции очистки сточных вод).

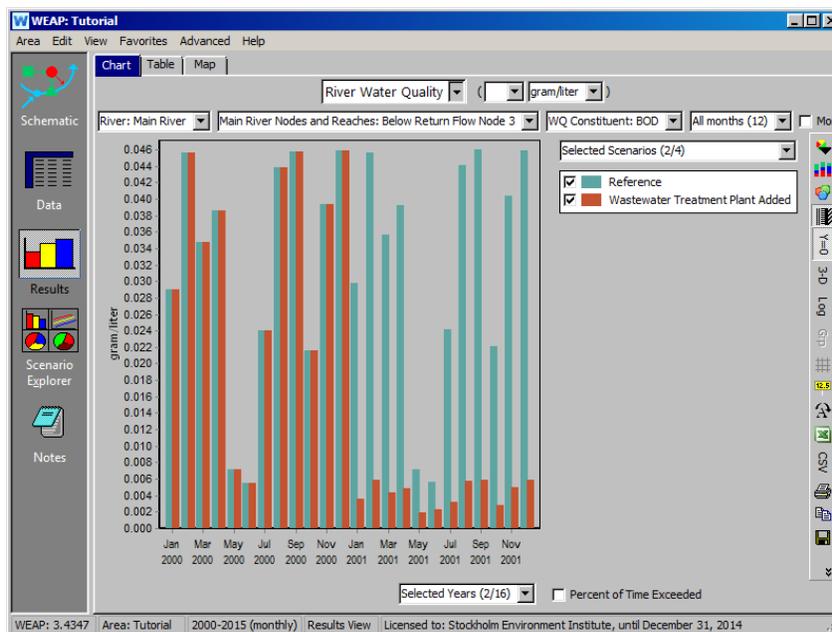
Река Качество воды (БПК ниже по течению от стока Большого города в реку).

Чтобы просмотреть эти результаты, сначала выберите "Качество речной воды" в разделе "Качество воды" в выпадающем меню первичных переменных. Затем выберите "Выбранные сценарии" в выпадающем меню над легендой графика и выберите сценарии "Эталонный" и "Добавлена станция очистки сточных вод".

Используя выпадающее меню в нижней части диаграммы, выберите для просмотра 2000 и 2001 годы. Выберите "Ниже узла возврата стока 3" (узел возврата стока 3 - это обратный сток для WWTP, поэтому вы будете

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

смотреть на качество воды в реке чуть ниже по течению от стока из WWTP) в качестве основного участка реки для просмотра. Выберите "БПК" в качестве компонента качества воды из выпадающего меню прямо над графиком и отмените нажатие кнопки "Среднемесячное значение" в крайнем правом углу. Ваш экран должен выглядеть так, как показано ниже:



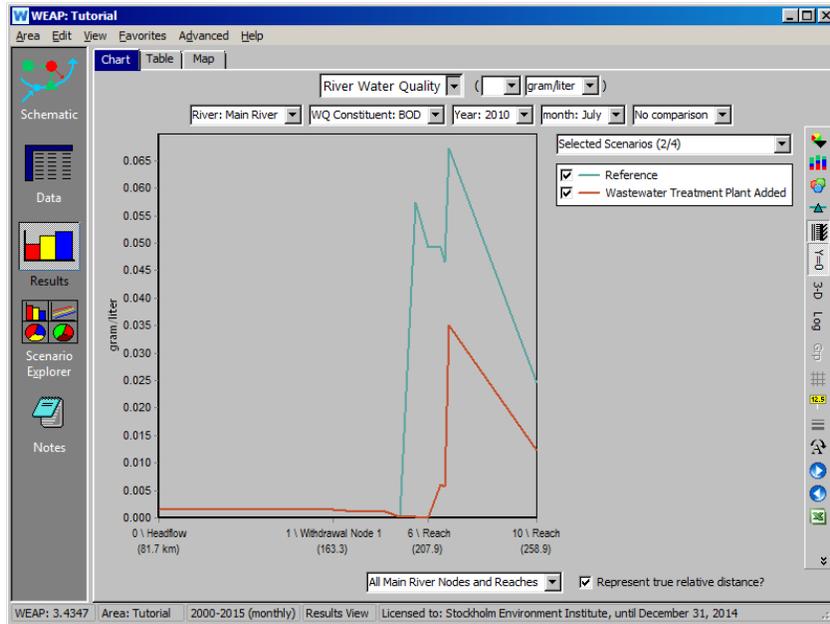
Обратите внимание, что уровень БПК значительно снижается в 2001 г. по сравнению с 2000 г. в участке ниже обратного потока с очистных сооружений, поскольку в этом году станция начинает работать.

WEAP также может отображать результаты качества воды от верхнего течения к нижнему.

В нижнем меню выберите "All Main River Nodes and Reaches" и отметьте "Represent true relative distance?". В результате все узлы и участки будут показаны вдоль оси X, а расстояние между ними будет пропорционально их расстоянию вниз по течению (расстояния указаны в скобках). В качестве месяца и года выберите июль 2010 года. Для типа графика выберите "Линия".

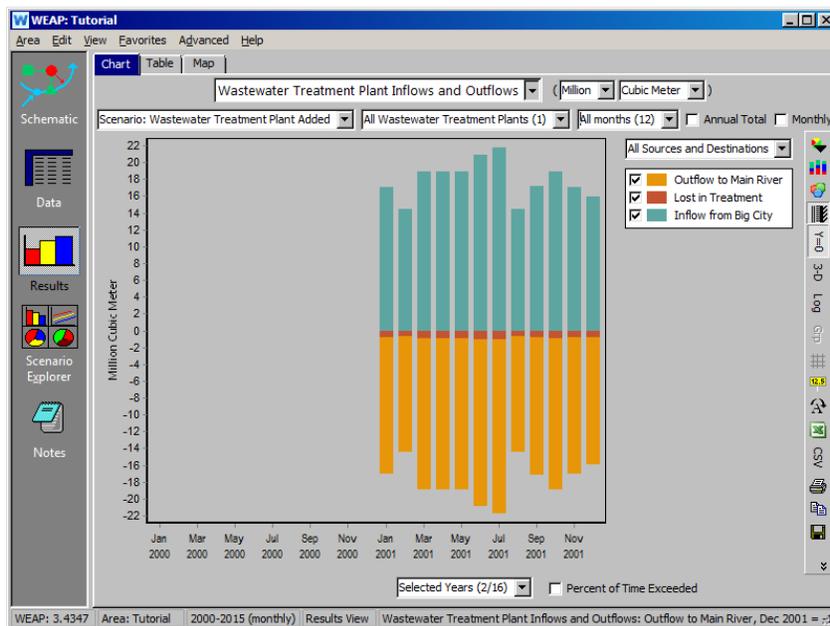
На графике видно, что уровень БПК повышается, когда в реку поступают возвратные потоки, содержащие БПК, и снижается по мере того, как БПК распадается по мере продвижения вниз по течению.

Хорошо видно влияние очистных сооружений. Ваш график должен выглядеть следующим образом:



Притоки и оттоки очистных сооружений.

Выберите "Притоки и оттоки очистных сооружений" (в разделе "Качество воды") из выпадающего меню первичных переменных и сценарий "Добавление очистных сооружений" из верхнего левого меню. Просмотрите "Все месяцы (12)" и во втором значке в строке меню выберите сложенные столбики.



Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



На этом типе диаграммы оттоки представлены отрицательными значениями, а притоки - положительными. Обратите внимание, что категория "Потерянные при очистке" представляет собой поток, который потребляется; в представлении данных для очистных сооружений был введен коэффициент потребления 5%.

WEAP

Система оценки и планирования воды

СВЯЗЬ WEAP с QUAL2K

УРОК ПО

Ссылка на QUAL2K..... 186

Выполнение сценариев 192

June 2024

Примечание:

Для этого модуля вам необходимо пройти предыдущие модули (WEAP за час, Основные инструменты, Сценарии и Качество воды) или иметь достаточные знания о WEAP (структура данных, Ключевые предположения, Построитель выражений, создание сценариев). Чтобы начать этот модуль, зайдите в Главное меню, выберите "Вернуться к версии" и выберите версию под названием "Начальная точка для "Качества воды с QUAL2K"". В этой версии содержатся файлы, необходимые для завершения этого модуля.

Ссылка на QUAL2K

1. Использование QUAL2K для моделирования качества воды в WEAP

В дополнение к использованию встроенных возможностей WEAP для моделирования качества воды, можно использовать систему моделирования US EPA QUAL2K. Этот модуль демонстрирует, как использовать интерфейс WEAP/QUAL2K, взяв в качестве отправной точки модуль Water Quality. Этот модуль не является введением в QUAL2K, который требует специальных знаний, но если вы уже используете QUAL2K, то после этого модуля вы сможете связать свой файл QUAL2K с WEAP.



QUAL2K - это одномерная модель качества воды в притоке с устойчивым состоянием для хорошо перемешанных каналов (по бокам и по вертикали). Моделируемые компоненты включают: аммиак, нитраты, органический и неорганический фосфор, водоросли, осадки, pH и патогены. QUAL2K был разработан доктором Стивом Чапра и его аспирантами в Университете Тафтса. Этот модуль не является введением в QUAL2K. Для калибровки и подготовки файла QUAL2K требуется значительная работа за пределами WEAP. За дополнительной информацией обращайтесь к руководству QUAL2K. Посетите сайт <http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/html/qual2k.html> для загрузки или получения дополнительной информации.

2. Различия между QUAL2K и WEAP

QUAL2K и WEAP совместимы в общем подходе к моделированию качества воды, но некоторые вещи они делают по-разному. Важными отличиями являются:

- QUAL2K измеряет расстояние вдоль досягаемости от хвоста досягаемости, в то время как WEAP измеряет расстояние от головы.

- QUAL2K учитывает суточные колебания качества воды и климата, в то время как WEAP применяет одно и то же значение для всех времен суток.
- WEAP более терпим к нулевым или отсутствующим значениям, чем QUAL2K.
- QUAL2K и WEAP используют разные климатические параметры. Например, QUAL2K использует точку росы, а WEAP - влажность.
- QUAL2K моделирует гораздо большее количество составляющих с гораздо большей детализацией, включая две отдельные составляющие ХПК, аммиак, нитраты, органический и неорганический фосфор, водоросли, осадки, pH и патогены (см. <http://www.epa.gov/athens/wwqts/html/qual2k.html> для более подробной информации).

QUAL2K и WEAP схожи в том, что каждая из них рассматривает реку как последовательность участков, не обязательно одинаковых по длине. Однако границы участков, определенные в QUAL2K и WEAP, не обязательно должны совпадать. Если границы участков не совпадают, WEAP решает задачу картирования качества воды и климатических переменных на основе маркеров расстояния.

Водохранилища представляют особые трудности для моделирования качества воды. WEAP включает водохранилища, но не для качества воды, в то время как QUAL2K включает водохранилища, но они не управляются. Рекомендуется не связывать реки с водохранилищами с QUAL2K или моделировать их на двух участках - выше водохранилища и ниже водохранилища.

3. Свяжите загрязняющие вещества с QUAL2K

В этом модуле в качестве отправной точки используется конечный результат предыдущего модуля "Качество воды". Откройте учебник WEAP (выбрав в меню Область \Открыть \Учебник), затем выберите в меню Область \Вернуться к версии \Начальная точка для "Качества воды".

Когда файл будет готов, измените составляющие качества воды, чтобы они указывали на QUAL2K.

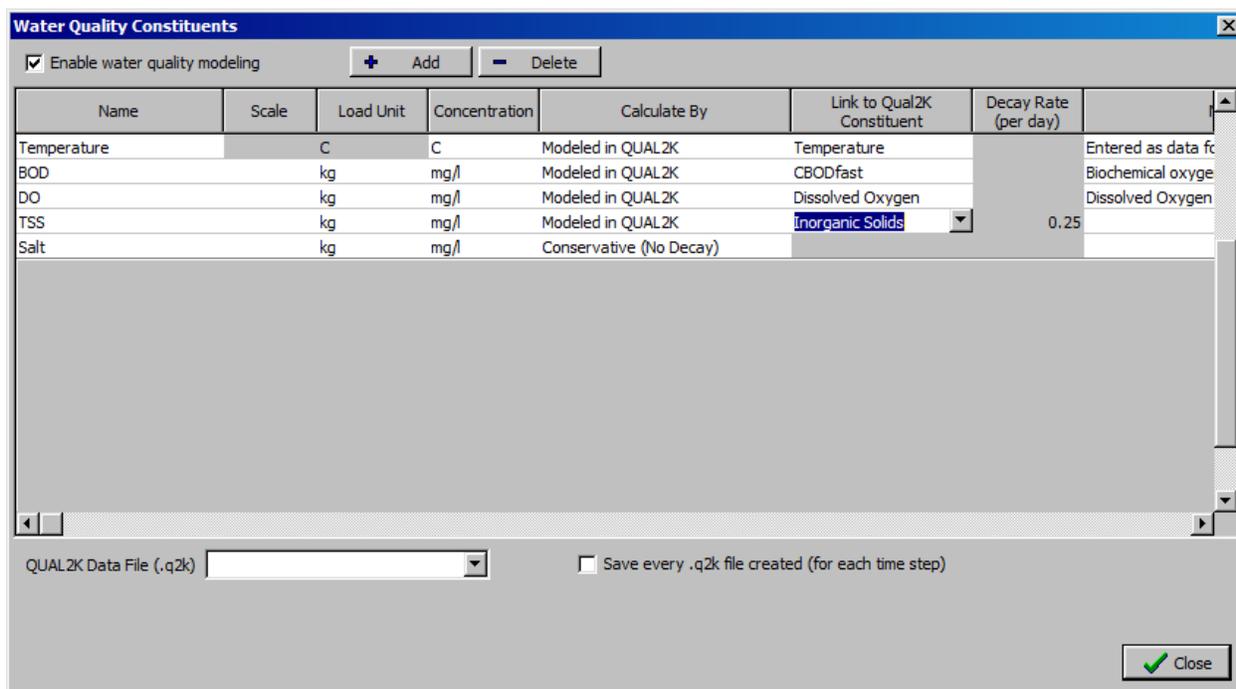
Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

В меню выберите *"General | Water Quality Constituents"*.

Для всех составляющих, кроме соли, выберите *"Modeled in QUAL2K"* в раскрывающемся списке *"Calculated By"*.

Свяжите каждый компонент в WEAP (кроме соли) с соответствующим компонентом QUAL2K: *"Temperature"* → *"Температура"*, *"BOD"* → *"CBOD fast"*, *"DO"* → *"Dissolved Oxygen"*, *"TSS"* → *"Inorganic Solids"*.

Соленость не моделируется непосредственно в QUAL2K, поэтому в данном примере она не связана с компонентом QUAL2K. Вместо этого QUAL2K моделирует электропроводность, которая является легко измеряемым показателем солености.



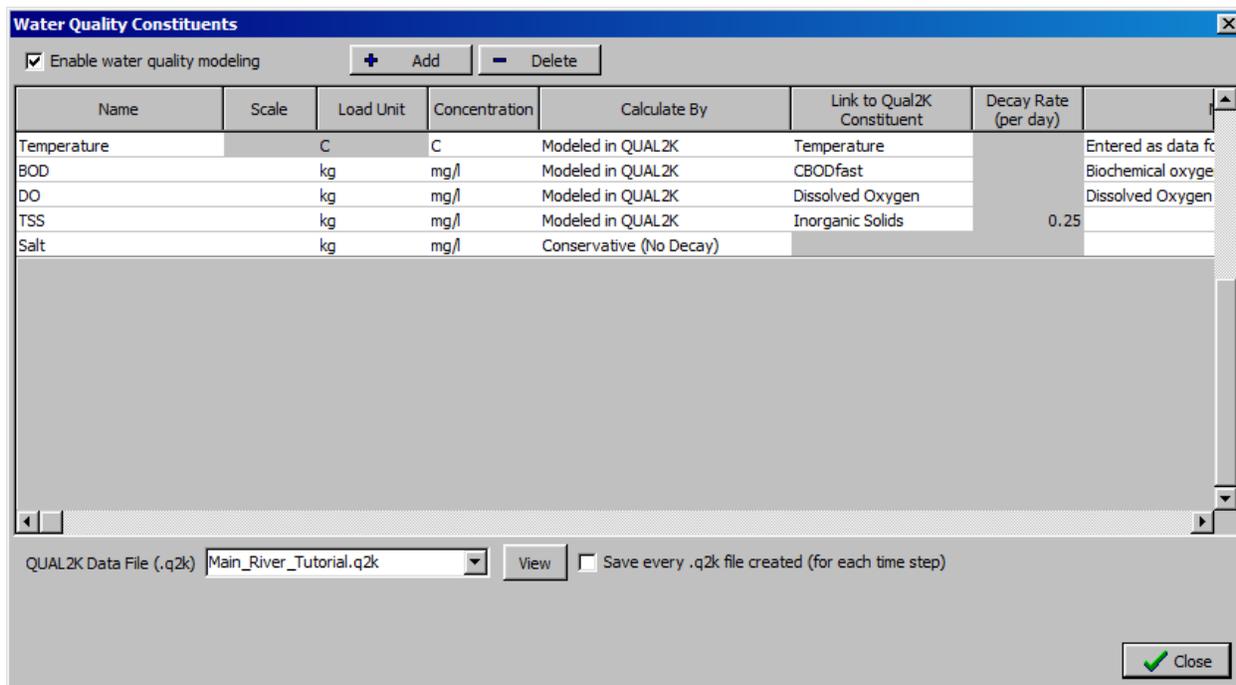
Затем найдите файл данных QUAL2K (файл, заканчивающийся на .q2k).

Обратите внимание на новый выпадающий список *"Файл данных QUAL2K (.q2k)"*, который появился в левой нижней части диалогового окна *"Составные элементы качества воды"*.

Выберите *"< Копировать файл из другого каталога >"* из раскрывающегося списка.

Найдите в папке Tutorial\Additional Files файл "Main_River_Tutorial.q2k". Если вы хотите просмотреть файл QUAL2K, нажмите кнопку "Просмотр", чтобы открыть его в электронной таблице Excel в формате QUAL2K.

Теперь диалог качества воды должен выглядеть следующим образом:



Изначально файл QUAL2K должен быть разработан и отредактирован вне WEAP. Затем WEAP изменит некоторые значения и извлечет значения из QUAL2K после его запуска. Чтобы просмотреть или отредактировать файл QUAL2K, нажмите кнопку "Просмотр" рядом с выпадающим меню "Файл данных QUAL2K (.q2k)" в диалоговом окне Water Quality Constituents.

4. Изменить указатели расстояния до цели

Для обозначения расстояния до реки QUAL2K присваивает хвосту реки расстояние, равное 0, и расстояние увеличивается вверх по течению. WEAP может измерять расстояние до реки как вниз, так и вверх по течению, но в предыдущем модуле расстояние измерялось вниз по течению, что противоречит стандарту QUAL2K, поэтому при привязке к QUAL2K необходимо изменить маркеры расстояния до реки.

Чтобы установить маркеры расстояния до цели, выполните следующие действия:

Перейдите к просмотру данных

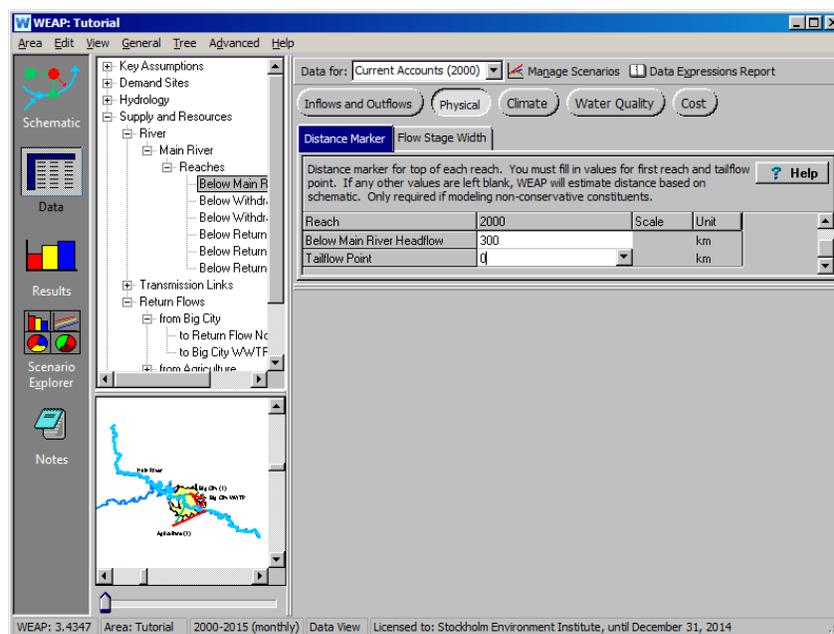
Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Перейдите к ветке "Снабжение и ресурсы\Река\Главная река\Достижения\Ниже верховьев главной реки".

Нажмите на кнопку "Физика".

Выберите вкладку "Маркер расстояния". (Эта вкладка отображается только в разделе "Текущие счета": если вы ее не видите, переключитесь на "Текущие счета" в выпадающем списке в верхней части страницы).

Установите расстояние для "Ниже истока главной реки" на 300 км, а расстояние для "Точки хвостового стока" на 0 км.



5. Установка точки росы и облачного покрова

QUAL2K и WEAP используют разные климатические параметры, поэтому для QUAL2K необходимо задать некоторые дополнительные климатические параметры. При использовании QUAL2K для расчетов качества воды WEAP автоматически изменяет список климатических параметров.

Хотя в QUAL2K каждый водоток может иметь свой климат, для большинства приложений WEAP разумно предположить, что климат одинаков на всех водотоках. В этом случае климатические параметры необходимо задавать только для верхнего участка, так как для нижележащих участков по умолчанию используются значения

вышележащих. Для данного примера будут заданы два климатических параметра: облачность и точка росы.

Облачность не является климатическим параметром в WEAP, поэтому в WEAP нет соответствующего значения. Для данного примера предположим, что средняя облачность вдоль реки составляет 30 %. Чтобы установить это значение:

Перейдите в раздел "Снабжение и ресурсы\Река\Главная река\Реки\Ниже верховьев главной реки", если вы еще не находитесь там.

Нажмите на кнопку "Климат".

Выберите вкладку "Облачный покров".

Введите значение "30".

Точка росы используется QUAL2K вместо параметра относительной влажности WEAP. Точка росы, T_d , может быть рассчитана на основе температуры воздуха, T , и относительной влажности, h_r , с помощью следующих вычислений. Во-первых, вместо непосредственного использования температуры воздуха T , используйте $x = T/237.7$. Затем рассчитайте точку росы, используя:

$$T_d = 237,7 [17,3 x + (1 + x) \ln h_r] / [17,3 - (1 + x) \ln h_r]$$

Используя эту формулу и значения температуры воздуха (которые различны для каждого месяца) и относительной влажности (65% для каждого месяца) в файле модуля Water Quality, получается, что точка росы примерно на 6,5°X ниже температуры воздуха для всех месяцев. Итак, чтобы установить точку росы:

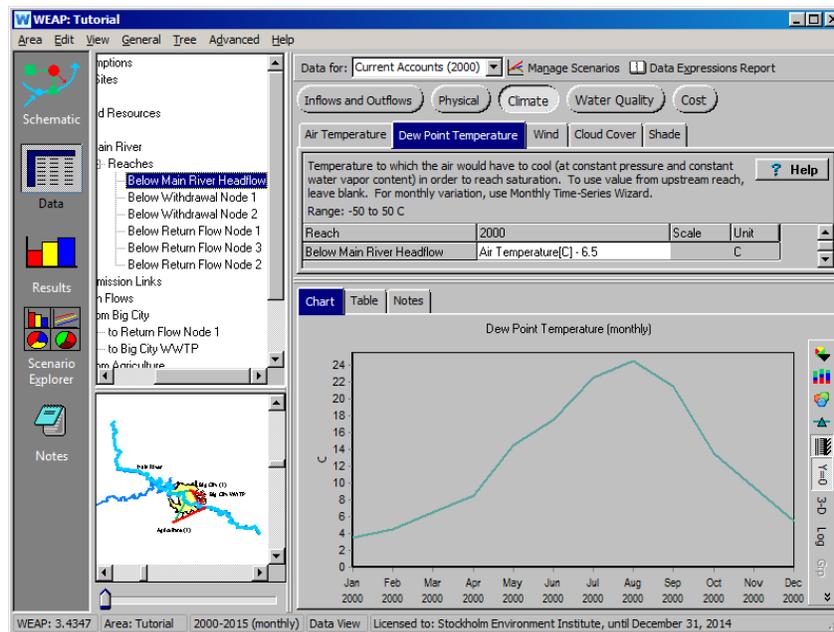
Перейдите в раздел "Снабжение и ресурсы\Река\Главная река\Достижения\Ниже верховьев главной реки", если вы еще не находитесь там.

Нажмите на кнопку "Климат".

Выберите вкладку "Температура точки росы".

Либо воспользуйтесь Конструктором выражений, либо непосредственно введите формулу "Температура воздуха - 6,5" и убедитесь, что единицы измерения - "C". Не вводите [C], как показано ниже, - WEAP заполнит ее автоматически.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Сценарии выполнения

6. Сценарии выполнения

Запустите сценарий, перейдя в раздел Results View и ответив "Yes" на диалог с вопросом о необходимости пересчета.

Обратите внимание, что при использовании QUAL2K выполнение сценариев может занять много времени. Подумайте о том, чтобы уменьшить количество сценариев, которые вы рассчитываете в каждый момент времени.

QUAL2K не будет работать в течение месяцев, когда сток реки равен нулю в любой точке реки. Если такая ситуация возникает в одном или нескольких сценариях, добавьте (небольшое) требование минимального расхода на участках, для которых QUAL2K используется, чтобы заставить поток быть больше нуля. Вот сообщение об ошибке, которое вы можете увидеть: "Ошибка QUAL2K: Код ошибки 3. Эта ошибка может быть вызвана нулевым расходом в реке, который QUAL2K не допускает. Возможно, используйте требование потока ниже, чтобы заставить небольшой поток в этой точке". Добавьте требование по расходу в реку непосредственно вверх по течению от первого узла обратного потока (из Большого города) и установите минимальное требование по расходу в "Текущих счетах" на 0,1 CMS. Повторно выполните расчеты.

7. Сравнить результаты

После завершения выполнения выбранных сценариев сравните результаты с результатами, полученными в предыдущем модуле. Они должны быть похожими, но не идентичными, поскольку встроенные расчеты качества воды в WEAP делают несколько иные предположения и используют иные приближения, чем QUAL2K.

WEAP

Система оценки и планирования воды

Гидрология

УРОК ПО

<i>Моделирование водосборных бассейнов: Метод упрощенных коэффициентов</i>	<i>196</i>
<i>Понимание метода определения влажности почвы</i>	<i>201</i>
<i>Моделирование водосборных бассейнов: Метод почвенной влаги</i>	<i>208</i>
<i>Моделирование взаимодействия поверхностных и подземных вод</i>	<i>214</i>

June 2024

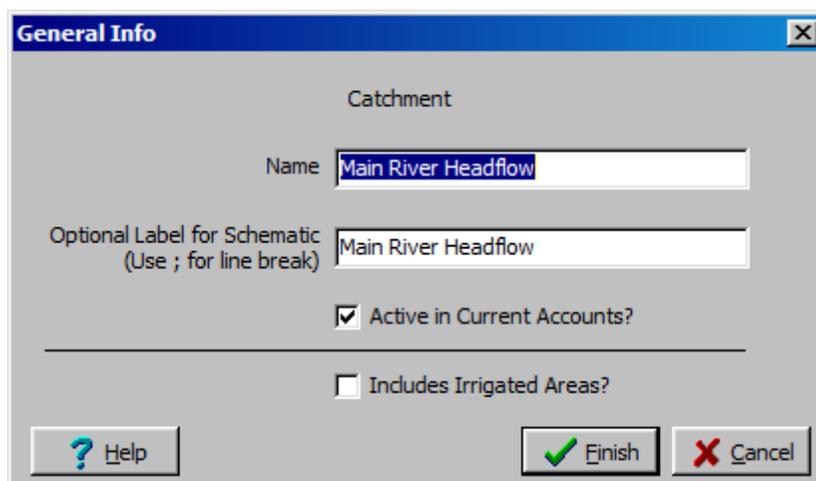
Примечание:

Для этого модуля вам необходимо пройти предыдущие модули ("WEAP за час", "Основные инструменты" и "Сценарии") или иметь достаточные знания о WEAP (структура данных, основные предположения, построитель выражений, создание сценариев). Чтобы начать этот модуль, зайдите в Главное меню, выберите "Вернуться к версии" и выберите версию под названием "Начальная точка для всех модулей после модуля "Сценарии"__".

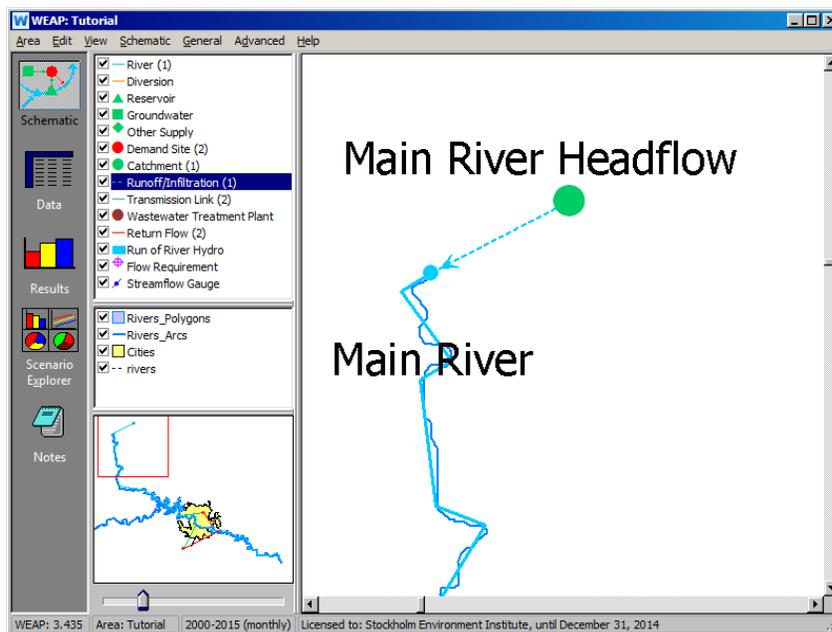
Моделирование водосборных бассейнов: Метод упрощенного коэффициента

1. Создать новый водосборный бассейн

Создайте объект "Водосбор" в представлении "Схема", чтобы смоделировать напорный поток для Главной реки. Для этого перетащите узел "Водосбор" и расположите его рядом с начальной точкой Главной реки. Назовите его "Напорный поток Главной реки". Установите его активным в "Текущих счетах" и снимите флажок "Включает орошаемые участки?".

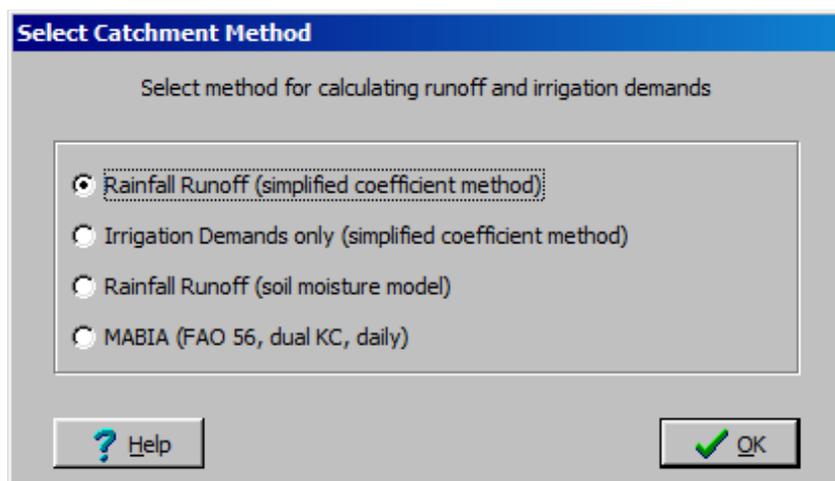


Затем нарисуйте путь стока/инфильтрации (пунктирная синяя линия), начинающийся от водосбора до начала Главной реки.



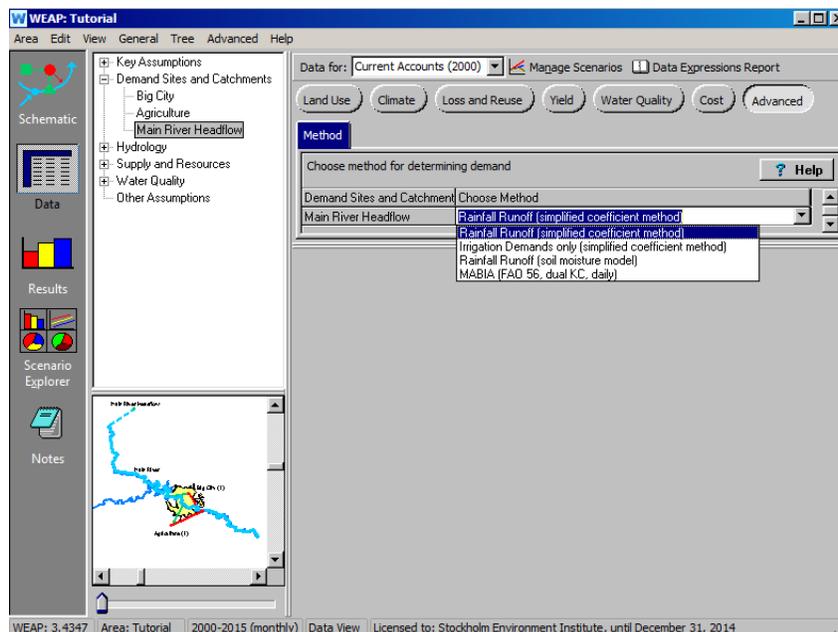
2. Создайте соответствующую подконструкцию в бассейне

При первом щелчке правой кнопкой мыши на водосборе или выборе его в дереве данных появится окно с предложением выбрать модель для водосбора. Выберите "Дождевой сток" (метод упрощенных коэффициентов).



Также есть возможность изменить этот выбор позже, нажав на вкладку "Дополнительно" в представлении данных:

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



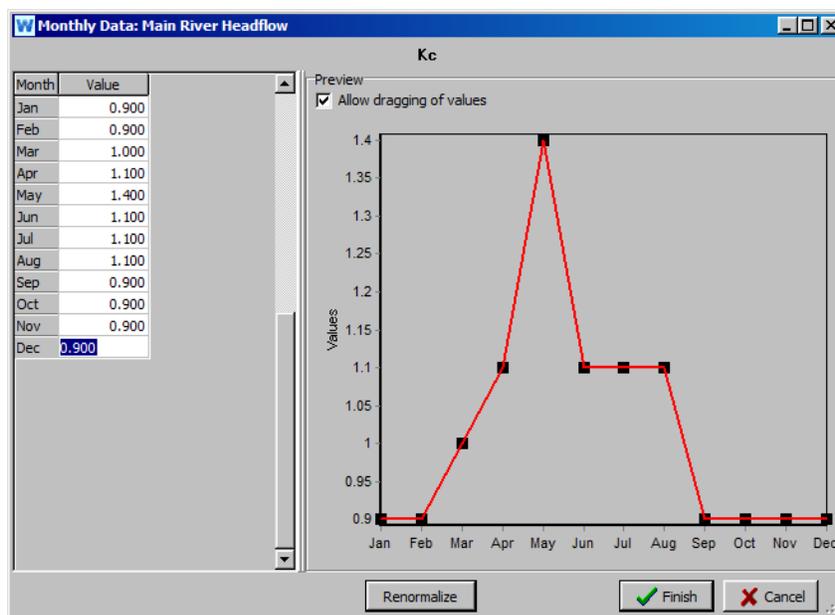
В окне "Просмотр данных" выберите новый водосборный бассейн в ветви дерева данных "Спросные участки и водосборы". Справа нажмите кнопку "Землепользование" и введите следующие данные:

Площадь *10 млн га (сначала нужно выбрать единицы измерения)*

Эффективное количество осадков *98%*

K_c (Коэффициенты урожайности) *(для ввода этих данных воспользуйтесь мастером ежемесячных временных рядов)*

Сентябрь - февраль	<i>0,9</i>
март	<i>1,0</i>
апрель	<i>1,1</i>
май	<i>1,4</i>
Июнь - август	<i>1,1</i>



Обратите внимание, что если бы вы нажали "Да" на вопрос о включении орошаемых участков в этот водосбор (в разделе Общая информация при создании водосбора), то под водосбором в представлении данных появилась бы еще одна кнопка "Орошение". Эта кнопка имеет две вкладки: (1) "Орошаемые", где вы можете ввести либо "0" для не орошаемых, либо "1" для орошаемых для определенного класса земель; и (2) "Орошаемая доля", где вы можете указать долю оросительной воды, подаваемой на территорию, которая доступна для испарения.

Метод дождевого стока - это простой метод, который рассчитывает сток как разницу между осадками и испаряемостью растений. Часть осадков можно настроить так, чтобы они минули процесс испарения и сразу попали в сток для обеспечения базового стока (с помощью параметра "эффективное количество осадков").

Испарение оценивается путем ввода эталонного испарения, затем определяются коэффициенты культур для каждого типа землепользования (Kc's), которые умножают эталонное испарение, чтобы отразить различия, возникающие от растения к растению.



Более подробную информацию об этом методе можно получить из документа ФАО по ирригации и дренажу № 56, который называется "Эвапотранспирация сельскохозяйственных культур" и доступен на веб-сайте ФАО (www.fao.org).

Ввод эффективного количества осадков, отличного от 100%, является одним из способов признания того факта, что часть осадков не испаряется во время интенсивных ливней, что приводит к минимальному стоку в реку, даже если количество осадков меньше потенциального испарения. Другим решением является переход к более развитым моделям, таким как метод 2-х ведерной влажности почвы в сочетании с моделированием взаимодействия поверхностных и подземных вод, как представлено далее в этом модуле.

3. Введите климатические данные

Климатические данные вводятся на уровне водосбора (сток главной реки). Введите следующие данные на вкладке "Климат" с помощью Мастера ежемесячных временных рядов:

<i>Month</i>	<i>Precip.</i>	<i>ET_{ref}</i>
Январь	21	42
Фев	37	47
Мар	56	78
Апр	78	86
май	141	131
июнь	114	122
июль	116	158
авг	85	140
Сентябрь	69	104
октябрь	36	79
ноябрь	22	43
Дек	13	37



Если данные об осадках не доступны на местных станциях, их иногда можно получить из общемировых климатических моделей, таких как модель, разработанная Тимом Митчеллом в Университете Восточной Англии (<http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/data/index.html>). Для извлечения соответствующих данных необходимо использовать программное обеспечение ГИС. Такие модели предоставляют усредненные данные в отличие от фактических, что предполагает более тонкую калибровку.

Эталонное испарение может быть определено на основе набора климатических и топографических параметров с помощью уравнения Пенмана-Монтейта. Более подробная информация представлена в публикации ФАО, упомянутой ранее. Кроме того, существуют глобальные модели ежемесячного эталонного испарения, разработанные ФАО, которые можно найти на сайте ФАО.

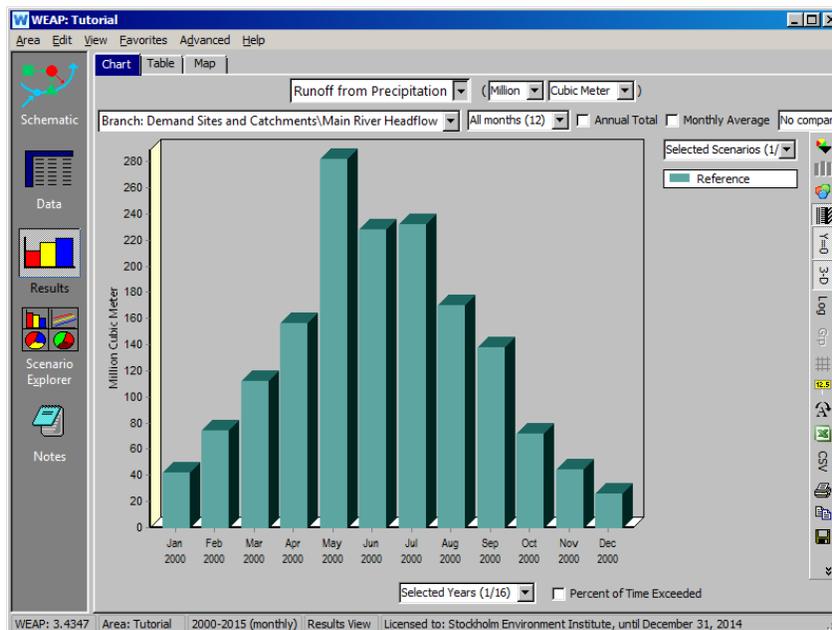
4. Посмотрите на результаты

Результаты по водосборам находятся в категории "Водосбор" в выпадающем меню первичной переменной.

"Сток от осадков" в Главную реку должен выглядеть так, как показано на графике ниже.

Выберите "Selected Scenarios" из выпадающего меню над легендой графика и отметьте "Reference". Выберите "Main River Headflow" в качестве сайта/филиала спроса из меню в верхней левой части графика и 2000 год из

опции "Selected Years" в меню в нижней части графика. Убедитесь, что выбрано значение "Все месяцы".

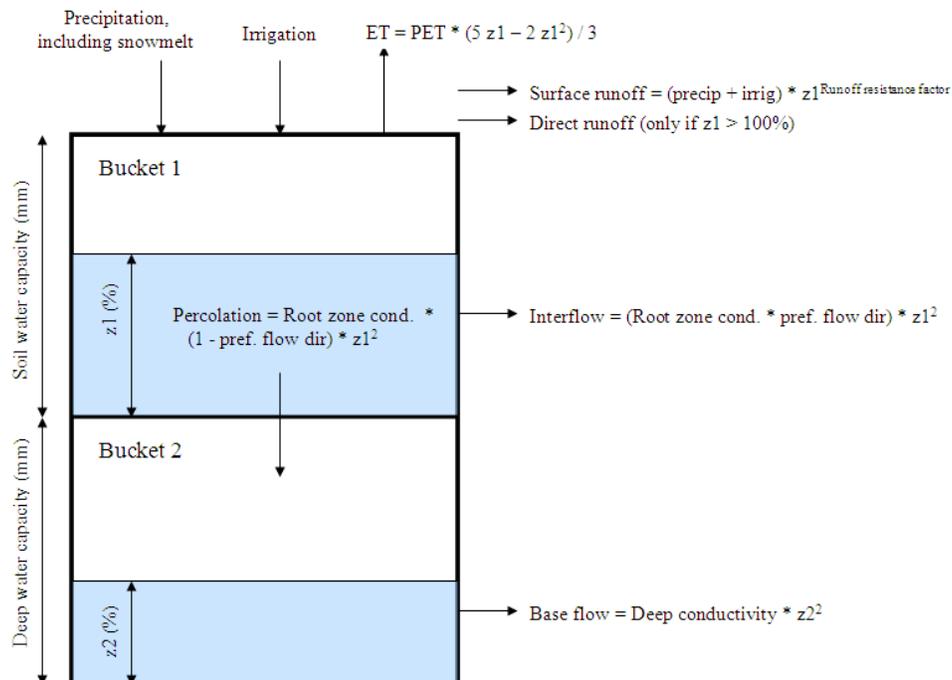


Понимание метода определения влажности почвы

5. Физическая структура метода определения влажности почвы

Ниже приведен рисунок из справочного меню WEAP (тема "Метод влажности почвы"). Более подробную информацию о расчетах можно найти в справочном меню, но общие операции с параметрами приведены ниже.

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.



Параметры землепользования и климата в методе влажности почвы вместе определяют, сколько воды просачивается в землю, испаряется или стекает в реку. Следующие параметры можно изменить для каждого водосбора в представлении "Данные" в разделе "Запросы участков и водосборов". Допустимые диапазоны для каждого параметра приведены в главе Калибровка водосбора.

Землепользование: Параметры поверхности

- **Кс:** Когда идет дождь, сколько воды потенциально может быть испарено растениями?
- **Коэффициент сопротивления стоку:** Какие условия на поверхности, такие как площадь листьев и уклон, способствуют или препятствуют просачиванию воды, которая не испаряется?

Землепользование: Параметры верхнего ковша

- **Проводимость корневой зоны:** Как быстро вода движется через верхний ковш?
- **Влагоемкость почвы:** Какова вместимость (мм) верхнего ковша для удержания воды?

- **Предпочтительное направление потока:** Когда вода проходит через верхнее ведро, какая ее часть просачивается в нижнее ведро, а какая стекает и становится потоком?
- **Исходный Z1:** Насколько заполнено (в процентах от влагоемкости почвы) верхнее ведро на момент начала работы модели?

Землепользование: Параметры нижнего ковша

- **Глубинная проводимость:** Как быстро вода движется через нижний ковш?
- **Глубоководная емкость:** Какова вместимость (мм) нижнего ковша?
- **Исходный Z2:** Насколько заполнен (в процентах от емкости глубокой воды) нижний ковш на момент начала модели?

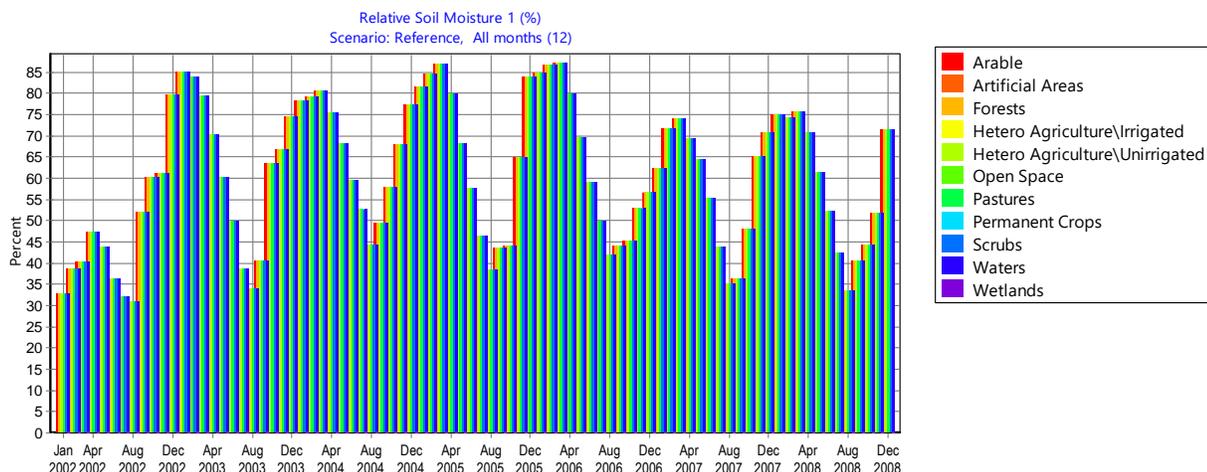
Климат (нет различий между верхним и нижним ковшами или между различными видами землепользования. По умолчанию каждый из этих параметров задается для каждого водосбора и может быть дополнительно задан для каждого временного интервала).

- **Осадки:** Сколько осадков выпадает?
- **Температура:** Какова средняя температура?
- **Влажность:** Какова средняя относительная влажность воздуха?
- **Ветер:** Какова средняя скорость ветра?
- **Фракция облачности:** Какая часть дневных часов является безоблачной?
- **Широта:** На какой широте находится водосборный бассейн?
- **Точка замерзания:** При какой температуре дождь превращается в снег?
- **Температура таяния:** При какой температуре тает снег?
- **Нижняя граница альбедо:** Каково альбедо (процент отраженного солнца), когда накопление снега равно 0?
- **Верхняя граница альбедо:** Каким будет альбедо, если накопление снега равно или больше 10 мм * количество дней в данном временном интервале? (например, 310 мм в январе, 280 мм в феврале и т. д.)

- **Альбедо:** Каково альбедо? (Используется только в том случае, если нижняя и верхняя границы альбедо оставлены пустыми)
- **Начальный снег:** Сколько снега (эквивалент талой воды) имеется в начале первого временного шага модели?
- **Накопитель снега:** Здесь вы можете ввести исторические данные о накоплении снега для водосбора, если таковые имеются.

Орошение (Примечание: Следующие параметры доступны только в том случае, если в водосборный бассейн включены орошаемые участки. См. раздел *Моделирование водосборов: Упрощенный метод коэффициентов* в главе "Гидрология" Учебника. Первые три параметра можно задать по землепользованию).

- **Орошаемая площадь:** Орошается ли земля (100) или не орошается (0)?
- **Нижний порог:** При каком уровне влажности почвы следует начинать полив?
- **Верхний порог:** При каком уровне влажности почвы следует прекратить полив?
- **Использование стока для орошения:** Какая часть стока может быть уловлена и использована для орошения в пределах водосборного бассейна?
- **Исходный Z1** (*Данные/Земли и водосборы/Название водосбора/Землепользование/Инициальный Z1*). Параметр доступен только в текущих счетах. На рисунке метода влажности почвы (см. выше) верхний и нижний ковш, синяя область показывает, насколько заполнен каждый ковш (Z1 - верхний ковш, Z2 - нижний ковш). Нам необходимо задать начальные условия для модели, подобно резервуару, поскольку количество воды, уже находящейся в ведре, будет влиять на модель (подробнее о математических выражениях читайте в справочном меню WEAP). В приведенном ниже примере показана модель с начальным условием для января 2002 года, которое, вероятно, слишком мало, учитывая постоянство других лет.



Обратите внимание, что ваше значение начального условия будет влиять на модель только в течение первого года или около того - после этого модель будет корректироваться сама. Этот параметр имеет диапазон 0-100%.

- **Первоначальный Z2.** (*Data/Demand Sites and Catchments/Catchment Name/Land Use/Initial Z2*). Процент влажности почвы для нижнего ковша должен быть относительно стабильным с течением времени, поэтому вы можете посмотреть на этот результат, чтобы сделать предположение о начальном состоянии. Диапазон 0-100%.
- **Точка заморозания.** (*Data/Demand Sites and Catchments/Catchment Name/Climate/Freezing Point*). Точка заморозания определяет, при какой температуре дождь превращается в снег, задерживая инфильтрацию/сток. Этот параметр актуален только для водосборов со снегом и влияет на модель только в месяцы со снегом. Значение (в градусах Цельсия) должно быть близко к нулю (значение по умолчанию в WEAP равно -5° по Цельсию).
- **Температура плавления.** (*Данные/Земли и водосборы/Название водосбора/Климат/Точка таяния*). Этот параметр определяет, когда снег превращается в воду, после чего на него распространяются все параметры, контролирующие сток воды в водосборе. Опять же, этот параметр имеет значение и влияние только в зимний период и для водосборов, достаточно холодных для наличия снега. Его значение должно быть близким к нулю (по умолчанию в WEAP оно составляет 5° по Цельсию).
- **Альбедо.** (*Data/Demand Sites and Catchments/Catchment Name/Climate/Albedo, .../Albedo Lower Bound, и .../Albedo Upper Bound*). Альбедо

- это доля солнечного излучения, отраженного от поверхности земли. Альbedo увеличивается с увеличением высоты снежного покрова, а также может меняться со временем, когда снег становится старше и грязнее. Новый снег очень белый и имеет более высокий коэффициент отражения, в то время как снег, смешанный с почвой или пылью, имеет более низкое альbedo. В WEAP пользователь может выбрать пределы для высоких и низких значений альbedo в системе.

- **Орошаемая территория.** (*Data/Demand Sites and Catchments/Catchment Name/Irrigation*) Укажите все орошаемые участки землепользования. Можно выбрать 0% орошения или 100% орошения. Водосборные площади с орошаемыми участками должны быть подключены к источникам воды (реке, узлу грунтовых вод и т. д.), чтобы им было откуда брать воду при необходимости орошения.
- **Верхний порог** [орошения]. (*Данные/Земли и водосборные бассейны/Название водосбора/Орошение/Верхний порог*). Этот параметр представляет собой идеальное значение влажности почвы для растений. На каждом временном шаге WEAP спрашивает: "Достаточно ли воды в почве?". Если "недостаточно" (см. описание нижнего порога ниже), WEAP будет требовать воду из подключенного источника для орошения водосбора, стремясь обеспечить достаточное количество воды для достижения верхнего порога влажности почвы (если на том же временном шаге пойдет дождь, WEAP, вероятно, превысит цель). Обратите внимание, что все типы землепользования имеют опции для ввода данных о верхнем пороге, но эти данные считываются WEAP только в том случае, если параметр **Орошаемая площадь** (определенный выше) равен 100% для соответствующего типа землепользования.
- **Нижний порог** [полива] определяет толерантность каждого типа орошаемого землепользования к сухости. Если на временном шаге влажность почвы находится между верхним и нижним порогом, значит, влаги в почве еще "достаточно", и WEAP не будет проводить полив. WEAP будет орошать только в том случае, если влажность почвы ниже нижнего порога, и тогда она будет орошать столько воды, сколько посчитает необходимым, чтобы поднять влажность почвы до верхнего порога.

Чтобы лучше понять динамику верхнего и нижнего порогов, рассмотрим следующие ситуации:

Предыдущее значение временного интервала (%)	Верхнее пороговое значение (%)	Нижнее пороговое значение (%)	Действия WEAP
20 - 100	90	20	Нет. Влажность почвы терпима для растений.
От 0 до 19	90	20	WEAP обеспечивает достаточное количество воды для повышения влажности почвы до 90%. Поскольку разрыв между 20% и 90% довольно велик, это, вероятно, будет большое количество воды.
80-100	90	80	Нет.
от 0 до 79	90	80	WEAP осуществляет полив, чтобы повысить влажность почвы до 90%. Это может быть немного, если влажность почвы составляет 79 %, или много, если влажность почвы составляет 10 % (что было бы необычно, поскольку она должна была упасть до этого значения с предыдущего временного шага, на котором влажность почвы также должна была составлять 80 % или более).
11 - 100	20	10	Нет.
От 0 до 9	20	10	WEAP орошает почву до 20% влажности.

Обратите внимание, что процентный разрыв между пороговыми значениями может быть одинаковым (например, и 80%-90%, и 10%-20% имеют разрыв в 10%), но при диапазоне 10%-20% будет больше значений влажности почвы, при которых полив не требуется, в то время как диапазон 80%-90% приведет к увеличению потребности в воде для поддержания заданной влажности почвы.

Аналогичным образом, размер разрыва имеет значение - маленькие разрывы приведут к более частому орошению (небольшими объемами), в то время как большие разрывы приведут к нечастому орошению очень большими объемами.

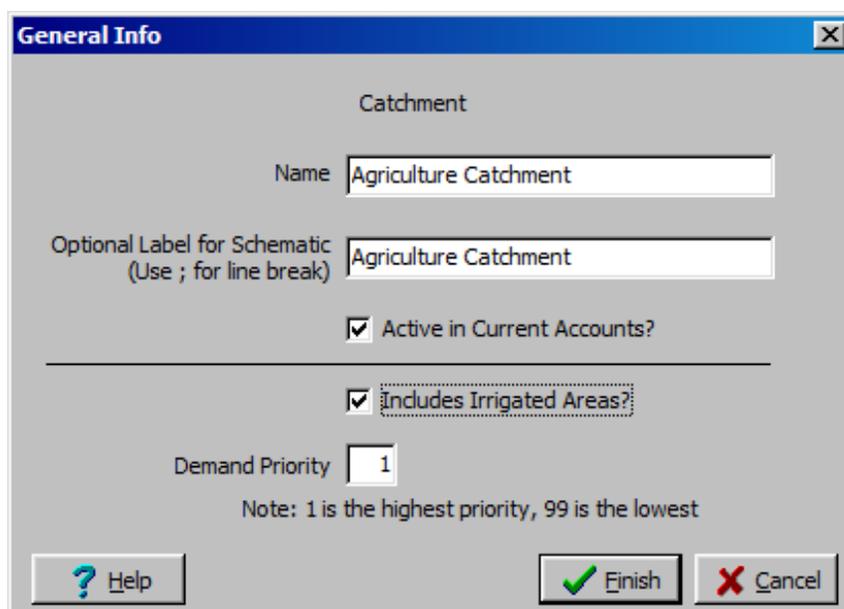


Некоторые из этих параметров существенно зависят от временного шага модели. Например, замерзание и оттаивание почвы может происходить в течение нескольких дней, а не месяцев.

Моделирование водосборных бассейнов: Метод почвенной влаги

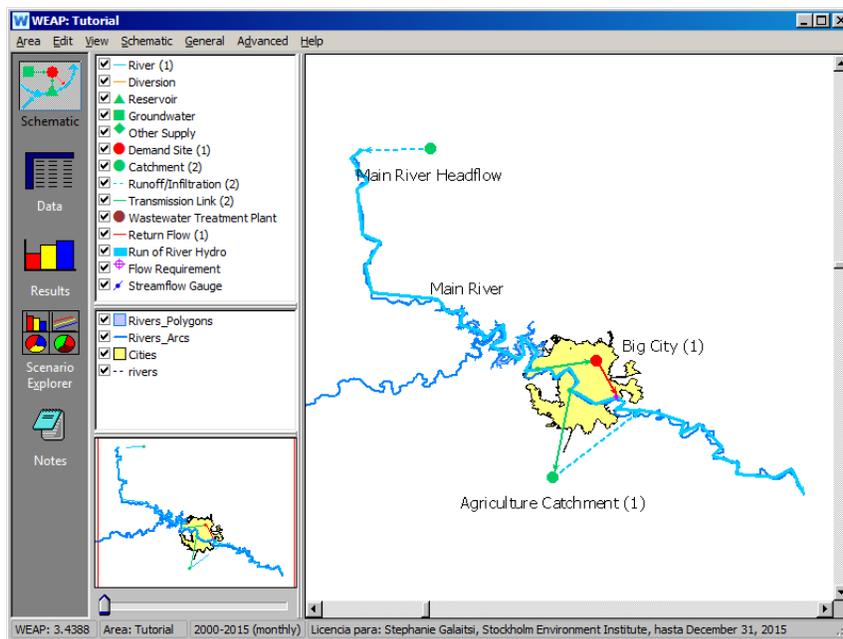
6. Замените участок, пользующийся спросом в сельском хозяйстве, на водосборный бассейн

Удалите участок спроса "Сельское хозяйство" и создайте на его месте водосборный участок. Назовите его "Сельскохозяйственный водосбор" и установите его активным в текущих счетах, включающим орошаемые участки и приоритет спроса 1 (приоритет спроса появляется только после выбора "Включает орошаемые участки").



7. Подключите новый водосборный бассейн

Нарисуйте линию стока/инфильтрации к Главной реке ниже узла возвратного потока из Большого города. Добавьте передаточное звено от Главной реки (в той же начальной точке, что и бывший сельскохозяйственный участок спроса) с *предпочтительным значением 1*. Теперь ваша модель должна выглядеть так, как показано на рисунке ниже:



Цель этой линии электропередачи - обеспечить орошаемые участки водой из реки в случае недостаточного количества осадков.

8. Создание субструктуры в водосборном бассейне

Мы предположим, что этот водосбор имеет три типа землепользования. В представлении данных добавьте следующие ветви к новому водосбору, щелкнув правой кнопкой мыши по нему в дереве данных и выбрав "Добавить". (Если вы выбираете водосбор для редактирования, щелкая правой кнопкой мыши на узле в схематическом представлении, а не через представление данных, вам будет предложено выбрать метод моделирования - выберите метод "Дождевой сток (метод почвенной влаги)"). Добавьте следующие ветви:

*Орошаемые
леса
Пастбища*

9. Введите соответствующие данные о землепользовании

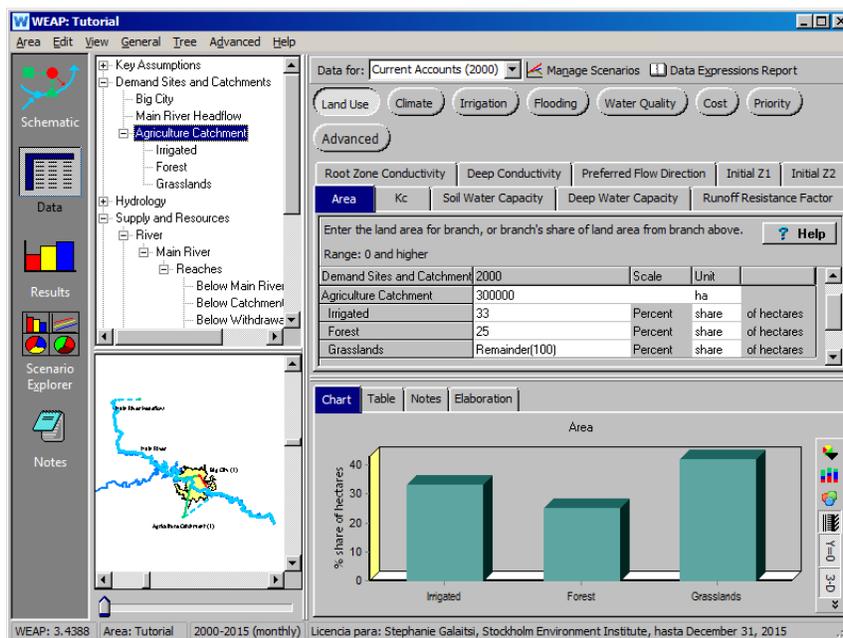
Выберите сельскохозяйственный водосбор в представлении "Данные" и выберите метод "Сток осадков (метод влажности почвы)", нажав на кнопку "Дополнительно" (нажмите справа от "Сток осадков (метод упрощенного коэффициента)" и используйте стрелку для прокрутки

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

вниз). Затем введите следующие данные, нажав на кнопку "Землепользование":

Общая площадь земли 300 000 га (сначала нужно выбрать единицы)

	Орошаемые	Леса	Пастбища
Доля земельной площади	33%		25%
	Остаток(100)		

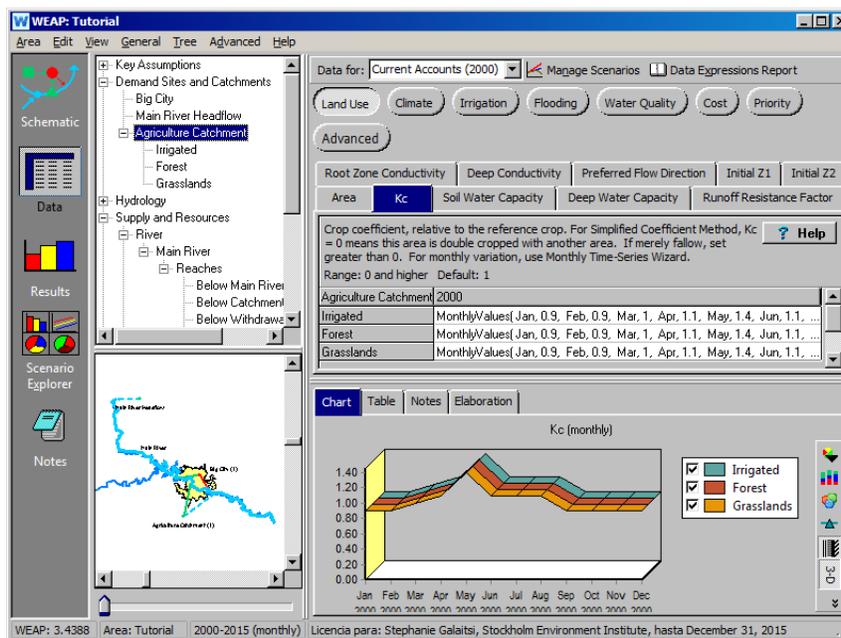


	<u>Орошаемые леса Пастбища</u>		
Коэффициент сопротивления стоку	3.6		3.0
	1,7		
Проводимость корневой зоны	60	35	45
мм/месяц			
Предпочтительное направление потока.	0.15		0.15
	0,15		
Начальный Z1	50%	20%	20%

Остальные переменные одинаковы для всех классов земель в водосборном бассейне:

Начальный Z2	20%
Влагоемкость почвы	900 мм
Глубинная влагоемкость	35 000 мм
Глубинная проводимость	240 мм/месяц

Kc Используйте те же значения, что и для водосборного бассейна Главной реки в предыдущем упражнении. Вы можете просто скопировать и вставить это выражение в поле *Kc* для сельскохозяйственного водосбора класса земель.



Метод дождевого стока (метод почвенной влаги) был разработан для обеспечения простого, но реалистичного способа моделирования гидрологических процессов с полуфизическим представлением. Подробную информацию о методе и его параметрах, а также о процедурах калибровки можно найти в статьях, размещенных в разделе "публикации" на сайте WEAP (www.weap21.org). В соответствующей теме справки WEAP можно найти описание каждого параметра и обзор модели. Значения параметров, приведенные выше, служат только для иллюстрации.

10. Введите соответствующие данные о климате

В том же окне, что и в предыдущем шаге, выберите экран "Климат" и введите следующие данные:

<i>Осадки</i>	Используйте те же значения осадков, что и для водосбора реки Мэйн.
<i>Температура</i>	Headflow в предыдущем упражнении.
<i>Влажность</i>	MonthlyValues(Jan, 9, Feb, 12, Mar, 16, Apr, 21, Май, 24, Июнь, 27, Июль, 29, Август, 29, Сентябрь, 27, Октябрь, 11) 22, Nov, 16, Dec,
	65%

Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Ветер 1 м/с
Широта 30°

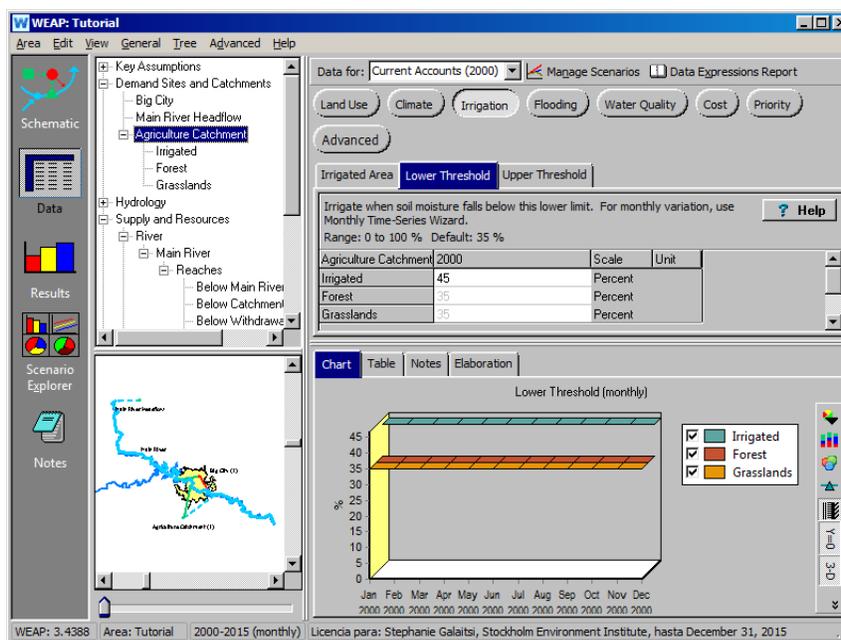


Данные о снежном покрове не нужны, если в бассейне нет снега. WEAP определяет появление снега на основе температуры и параметров точек плавления и замерзания. Если два последних параметра оставлены пустыми, снег не будет накапливаться.

11. Создание орошаемых площадей

В том же режиме, что и в предыдущем шаге, выберите экран "Орошение" и введите следующие данные:

	Орошаемые	леса	Пастбища
Орошаемая площадь	100%	0%	0%
Нижний порог	45%	Н/Д	Н/Д
Верхний порог	55%	Н/Д	Н/Д



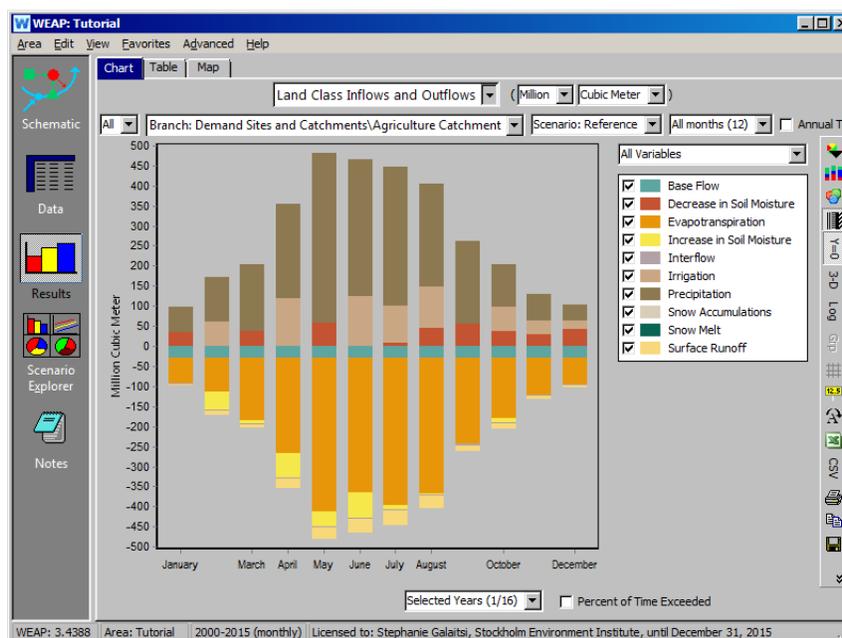
12. Посмотрите на результаты

Посмотрите на следующие результаты. Здесь результаты снова находятся в категории "Водосбор" в представлении "Результаты".

Выберите "Притоки и оттоки земельных ресурсов" в выпадающем меню первичных переменных. Нажмите, чтобы просмотреть все переменные над легендой графика. Чтобы просмотреть "Орошаемый" сегмент сельскохозяйственного водосбора, выберите "Отрасль: Demand Sites and

Catchments\Agriculture Catchment\Irrigated" из выпадающего меню в верхней левой части графика. Выберите 2000 год из опции "Selected Years" в выпадающем меню внизу и нажмите на "Monthly Average" справа от годового итога (возможно, вам придется развернуть экран, чтобы увидеть его).

"Притоки и оттоки класса земель" очень подробно представляет водный баланс для каждого класса землепользования. Вы должны получить график, похожий на рисунок ниже, для графика притоков и оттоков класса земель "Орошаемые":



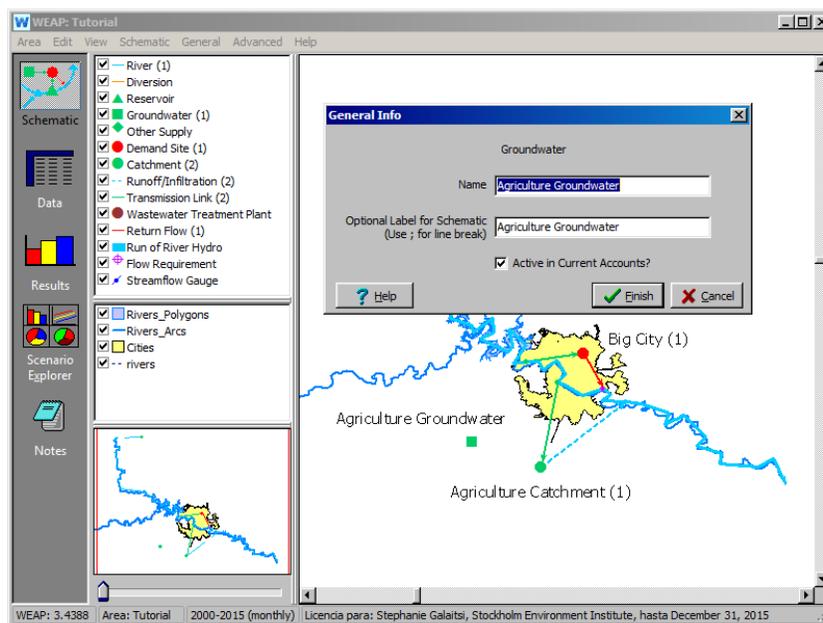
Измените единицу измерения с кубического метра на мм. Единицы глубины, такие как мм, обычно более полезны при изучении или проверке результатов водосбора. Примечание: вы не можете изменить единицу измерения глубины, если установлен флажок "Среднемесячное".

Вы также можете посмотреть другие параметры, например "Влажность почвы в верхнем ковше" (Относительная влажность почвы 1 (%)).

Моделирование взаимодействия поверхностных и подземных вод

13. Создайте объект подземных вод

Создайте новый узел "Грунтовые воды" рядом с сельскохозяйственным водосбором, который вы создали в предыдущем упражнении. Назовите его "Сельскохозяйственные грунтовые воды".



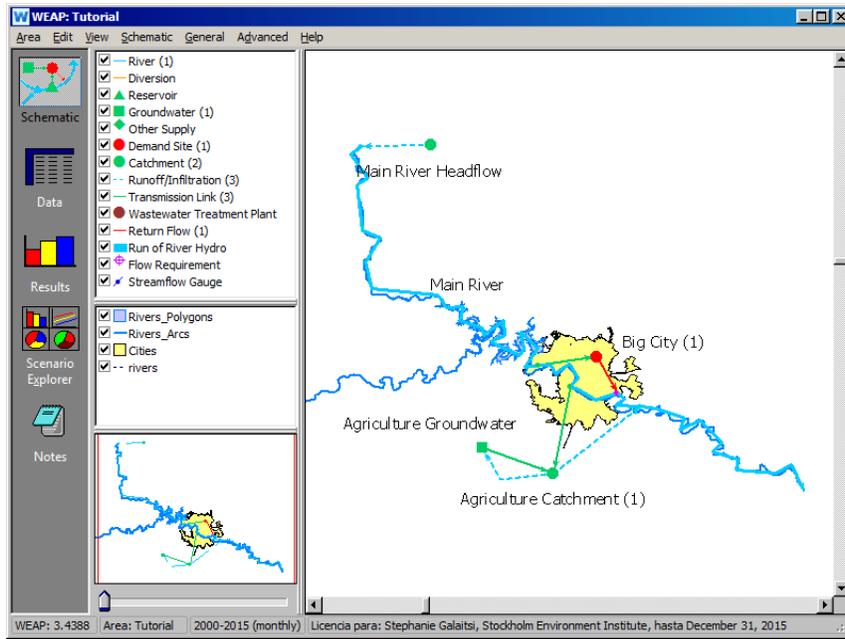
14. Подключите объект подземных вод к водосборному бассейну

Создайте следующие соединения:

Передающий канал от сельскохозяйственных подземных вод к сельскохозяйственному водосборному бассейну (Предпочтение 1)

Связь между инфильтрацией и стоком из сельскохозяйственного водосбора и сельскохозяйственными грунтовыми водами.

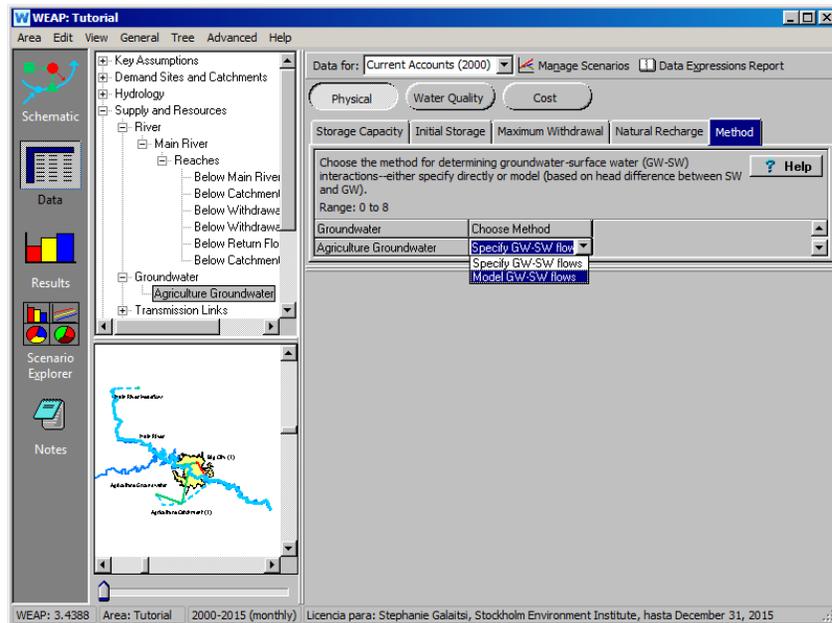
Ваша модель должна выглядеть примерно так, как показано ниже:



Вы также можете создать связь инфильтрации и стока между водосбором и узлом грунтовых вод, щелкнув правой кнопкой мыши водосбор в режиме просмотра схемы, выбрав "Общая информация" и затем выбрав поле грунтовых вод в раскрывающемся меню "Инфильтрация в".

15. Введите соответствующие данные

В представлении данных выберите Agriculture Groundwater, просмотрите экран "Physical" и выберите метод "Model GW-SW flows" на вкладке "Method".

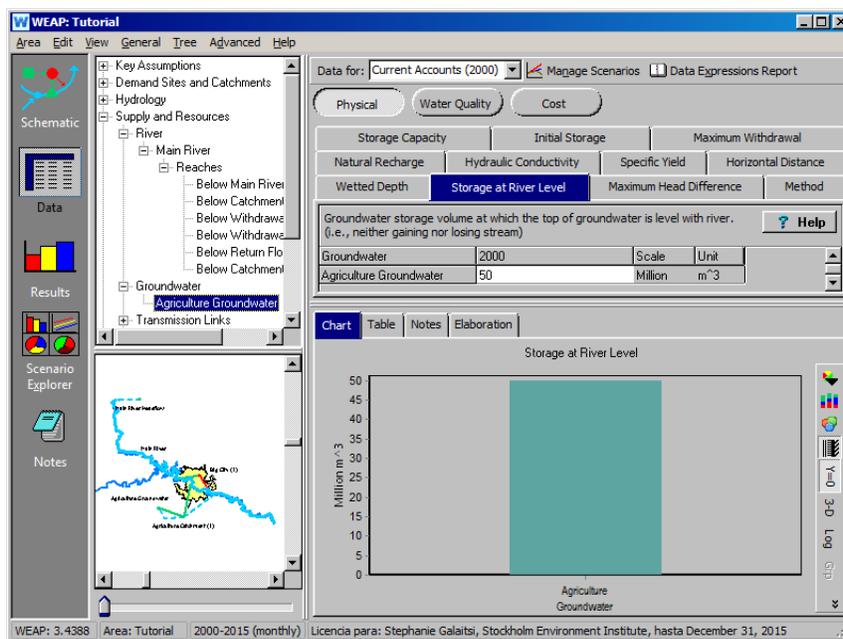


Ошибка! Используйте вкладку "Главная" для применения Title к тексту, который должен здесь отображаться.

Переключитесь в окно "Качество воды", а затем обратно в окно "Физические данные", чтобы изменения вступили в силу (теперь вы увидите несколько новых вкладок в окне "Физические данные". Если они не отображаются, убедитесь, что вы находитесь на текущих счетах).

Введите следующие данные (оставьте пустым, если ничего не указано) на соответствующих вкладках:

Первоначальное хранение 50 М м^3
 Гидропроводность 10 м/день
 Удельная текучесть $0,1$
 Горизонтальное расстояние горизонта перпендикулярно реке 260 м (протяженность водоносного горизонта)
 Глубина увлажнения 5 м
 Водохранилище на уровне реки 50 М м^3



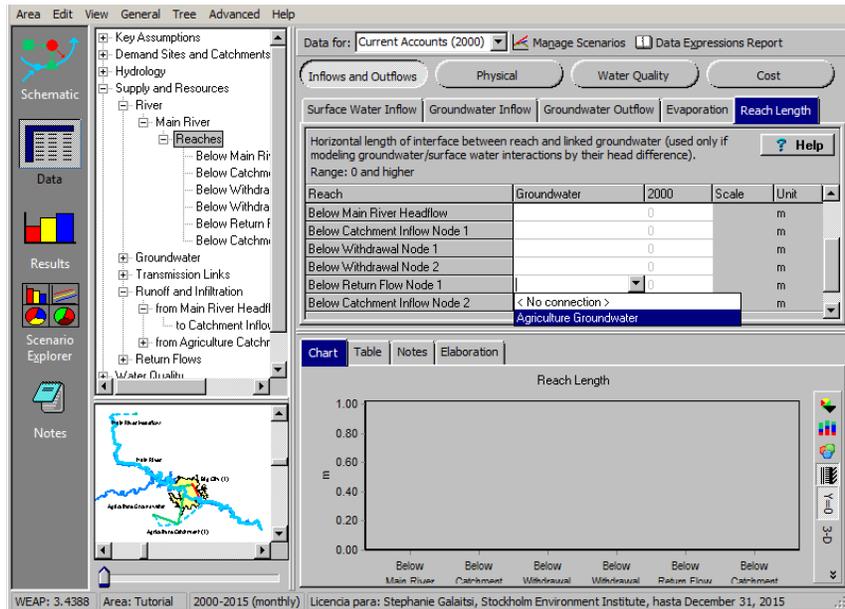
16. Выберите участки, взаимодействующие с водоносным горизонтом

В дереве представления данных разверните все участки Главной реки, нажав на значок "+" рядом с ней в ветке "Supply and Resources \ River". Выберите участок, который находится ниже узла возврата стока из Большого города (узел возврата стока 1; возможно, вам придется переключиться в режим просмотра схемы и щелкнуть правой кнопкой мыши на узлах, чтобы найти название этого узла в

вашей модели). Затем введите следующие данные на вкладке "Длина русла" для этого русла:

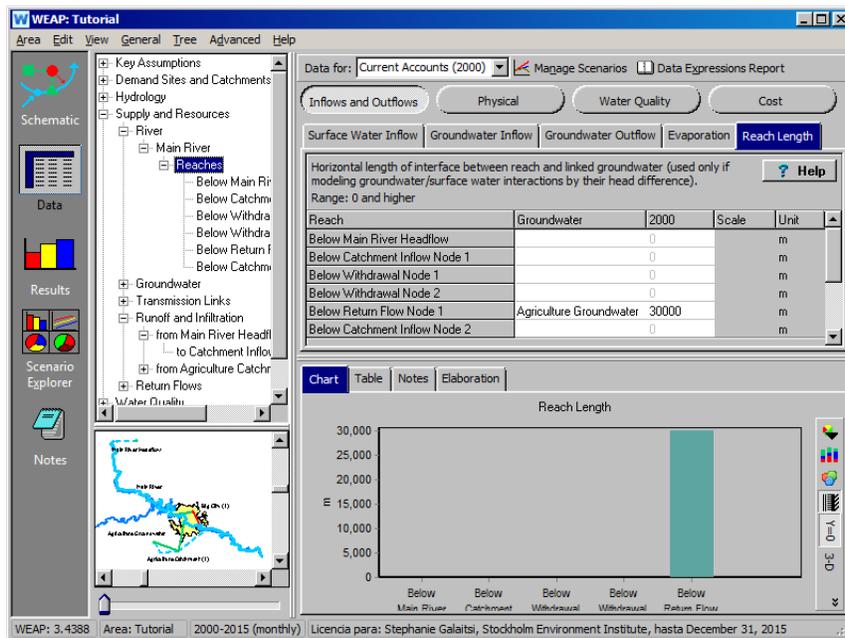
Подземные воды
воды".

Выберите "Сельскохозяйственные подземные



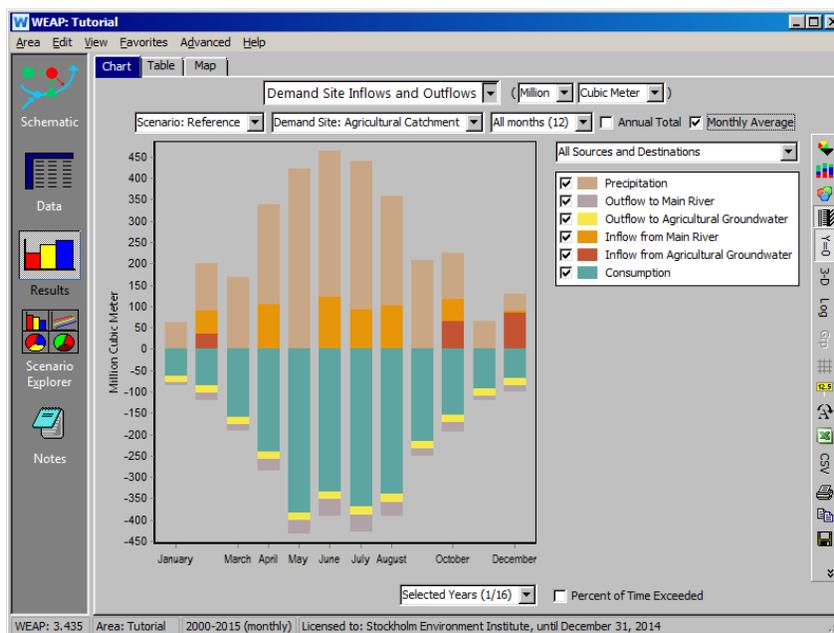
Длина досягаемости

30,000 m



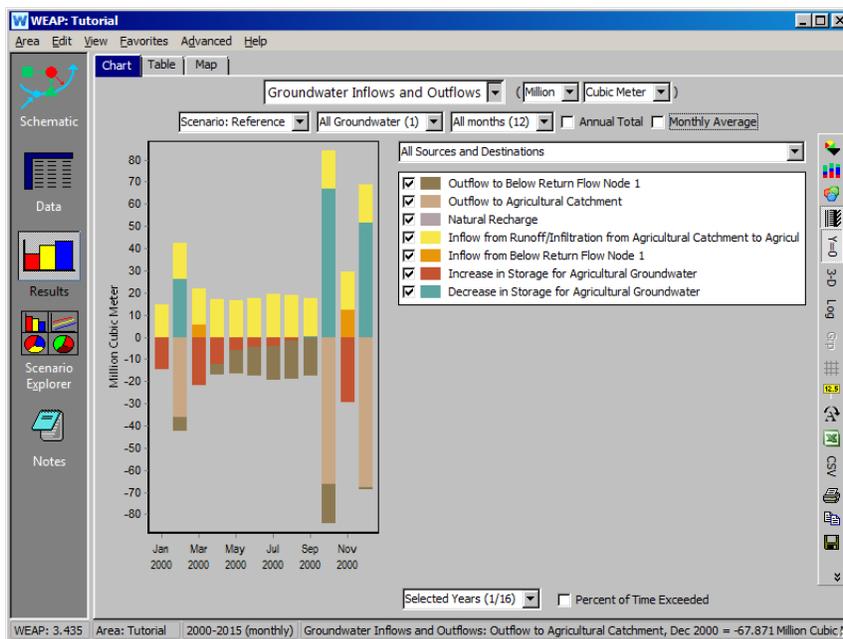
17. Посмотрите на результаты

Просмотрите "Притоки и оттоки на объекте спроса" в разделе "Спрос" для водосбора "Сельское хозяйство" и выберите "Все источники и места назначения" для 2000 года.



Обратите внимание, что эти результаты включают "Приток из сельскохозяйственных грунтовых вод" (в связи с назначением узла сельскохозяйственных грунтовых вод в качестве источника для обеспечения оросительной водой сельскохозяйственного водосбора) и "Отток в сельскохозяйственные грунтовые воды" (в связи с созданием связи стока/инфильтрации между двумя узлами).

Посмотрите также на "Притоки и оттоки подземных вод" (в разделе "Снабжение и ресурсы\Городские воды") за 2000 год.



Обратите внимание, что категория "Приток из верхнего течения" указывает на инфильтрацию воды Главной реки в сельскохозяйственные грунтовые воды на участке реки, который вы выбрали ранее. Аналогично, "Отток в нижнее течение" представляет собой просачивание грунтовых вод в Главную реку.

Теперь посмотрите на высоту грунтовых вод над уровнем реки. Это можно увидеть, выбрав "Supply and Resources\Groundwater\Height Above River" из выпадающего меню первичных переменных. Выберите "Сельскохозяйственные подземные воды" из опции "Выбранные водоносные горизонты" в выпадающем меню над легендой графика.



Обратите внимание, что в месяц, когда происходит просачивание грунтовых вод в реку Майн (февраль), уровень грунтовых вод выше, чем глубина увлажнения реки, как указано в данных (т.е. разница в уровнях положительная). Аналогично, когда происходит инфильтрация грунтовых вод в Главную реку, разница высот отрицательна.

