Зарафшан в шестнадцати блоках

Первая модель оазиса · памятка участника семинара TaqSim

Что вы делаете. За 15 минут вы управляете упрощённой моделью Зарафшана в течение одного гидрологического года, с октября по сентябрь, с месячным шагом: в маловодном, среднем или многоводном году либо в среднем году по климатическим проекциям 2041–2070 и 2071–2099. Это игра, не экзамен; все числа приблизительны. Игра — один файл, работающий без интернета.

Река из блоков

Каждый месяц блоки последовательно сверху вниз по течению принимают воду, применяют своё правило и передают остаток.

Тип	На реальной реке	Действие за месяц	В игре
Source — источник	место поступления воды	передаёт очередное значение ряда притока	приток у Раватходжи
Reach — участок	участок реки или канала	может задерживать воду и терять её часть	верхняя река, главный канал
Splitter — распределитель	плотина или гидроузел	делит воду по заданному вами правилу; не накапливает и не теряет её	верхний гидроузел, плотина, нижний гидроузел
Storage — накопитель	водохранилище или грунт	хранит воду, может терять часть и выпускать её по вашему правилу	водохранилище, два дренажных блока
Demand — потребитель	водопользователь	забирает нужное, потребляет часть, возвращает остаток	два блока орошения, города, электростанция, нижний участок
Sink — конечный узел	место выхода воды	записывает поступление	переброски, конец реки

Схема и числа. Приток → верхняя река → верхний гидроузел → города → плотина Дамходжа → нижний гидроузел → нижележащие потребности → конец реки в направлении Бухары. Годовой приток: 3 048 млн м³ в маловодном, 3 978 в среднем и 4 816 в многоводном году. Города требуют 394 млн м³ в год.

От верхнего гидроузла идут фиксированные переброски в Джизак и Кашкадарью (539 млн м³ в год) и главный канал (потери 15 %). Канал питает верхние, Самаркандские поля: потребность культур 621 млн м³. Их дренаж накапливается в грунте и через несколько месяцев возвращается к плотине. Плотина наполняет Каттакурганское водохранилище зимой; его вместимость 667 млн м³, начальный запас 170 млн м³ на 1 октября. Водохранилище выпускает воду к нижнему гидроузлу, который обслуживает тепловую электростанцию (охлаждение 25 м³/с) и нижние поля Каттакургана и Навои (потребность культур 527 млн м³). Нижний дренаж возвращается к нижележащим потребностям. Из водохранилища и электростанции есть испарение; ET — вода, потребляемая культурами через испарение и транспирацию. Схема условная, не в масштабе.

Орошение представлено двумя блоками, как на реке: Самаркандские каналы выше водохранилища и Каттакурганская система с Навои ниже него; верхние поля обслуживаются первыми. Водохранилище

находится сбоку от реки между ними, как Каттакурганское; его вода поступает к нижнему гидроузлу. Дренаж возвращается спустя месяцы и зимой наполняет водохранилище.

Три параметра: числа в правилах блоков

Параметр	Диапазон (начало)	Действие
Речной резерв	0–40 % притока (15 %)	Каждый канал должен оставить не менее этой доли естественного месячного притока в реке; электростанция и зимнее наполнение имеют приоритет. Больше резерв — больше воды реке, меньше культурам обоих блоков.
Доля наполнения	0–80 % (40 %)	С ноября по март плотина сначала пропускает воду для электростанции, затем сохраняет эту долю остатка. Летом водохранилище возвращает воду.
Доля выпуска	0–100 % (100 %)	Доля дефицита нижнего гидроузла (электростанция, нижний канал, резерв), покрываемая водохранилищем с марта по ноябрь. Меньшая доля сохраняет воду на следующий год.

Четыре результата

У каждого результата есть карточка вверху страницы. Во всех четырёх больше — лучше.

- **Верхнее орошение** и **нижнее орошение** (%): доля потребности культур каждого блока, которую они получают.
- У **тепловой электростанции** нет отдельной основной карточки: каждый месяц она получает не менее 15 м³/с охлаждающей воды. Ниже 25 м³/с выработка уменьшается; маленькая карточка «Невыработанная энергия» показывает потери.
- **Нижележащие потребности** (месяцев из 12): число месяцев, когда выходящая из модели река обеспечивает экологический сток (20 % естественного притока) и воду пользователей.
- **Конечный запас** (млн м³): вода в водохранилище на 30 сентября. Ниже 67 млн м³ (мёртвый объём) её нельзя выпустить, но она может испаряться.

На карточке ↑ означает лучше, ↓ — хуже исходного плана в том же году. Маленькая полоса показывает ваш план во всех пяти вариантах условий.

Как работать

- **Строка заданий** вверху: шесть заданий и одно дополнительное по порядку, каждое с **подсказкой**. Задание отмечается вскоре после отпускания ползунка. Затем появляется пояснение; **«Понятно»** или Esc закрывает его.
- **Кнопки года**: маловодный, средний, многоводный или средний при изменённом климате (2041–2070, 2071–2099). **«Проиграть год»** показывает месяцы последовательно.
- **Нажмите блок**, чтобы увидеть его тип, правило, водный баланс и пример кода TaqSim.
- **«Сохранить план»** сохраняет положения параметров под именем. **«Исходный план»** возвращает исходные значения.

- Галочка означает, что потребность обеспечена. Крестик — обеспечена не полностью; он не означает провал задания.

Шесть заданий. (1) Нажмите по одному блоку каждого типа. (2) Проиграйте год. В маловодном году: (3) обеспечьте нижележащие потребности все 12 месяцев; (4) обеспечьте нижние поля минимум на 40 %; (5) сохраните в водохранилище 170 млн м³. (6) В исследователе компромиссов оставьте только планы маловодного года, выполняющие (3) и (5), и посмотрите, какой обеспеченности нижнего орошения они достигают. Затем найдите план среднего года, выполняющий все три условия. (7, дополнительно) Перейдите к 2071–2099 и проиграйте год: когда теперь приходит больше всего воды и кто несёт потери?

Как читать исследователь компромиссов

Все 14 637 сочетаний параметров рассчитаны в TaqSim для каждого варианта условий. График показывает планы, которые ни один другой план не превосходит: 76 в маловодном году, 63 в среднем, 88 в многоводном, 64 и 60 в двух будущих вариантах.

- **Четыре вертикальные оси**, по одной на результат. Выше всегда лучше. **Каждая серая линия — один план.**
- **Толстая чёрная линия** — ваш текущий план (бледная, если не проходит фильтр). **Нумерованные кружки** — сохранённые планы.
- **Превосходство.** План P превосходит Q, если не хуже по всем четырём результатам и лучше хотя бы по одному.
- **Единственной лучшей линии нет.** Пересекающиеся линии показывают компромисс. Выбор между ними — управленческое решение, а не вычисление.
- **Фильтр:** протяните мышью вдоль оси, чтобы оставить диапазон; проходящие линии останутся тёмными. На оси нижележащих потребностей сохраняются целые месяцы. **«Очистить фильтры»** снимает ограничение. **Загрузка:** нажмите серую линию, чтобы перенести план в параметры (кроме шага 1 задания 6).

Единицы. Mm³ — миллион кубических метров; 100 млн м³ в месяц — около 38 м³/с. На линиях показан прошедший объём, в накопителе — хранящийся запас.