

Город против ливня

ГОРОД-09 | Кубок городов

Направление: Управление дождевой водой

Цель: снизить последствия сильного ливня для домов, дорог и общественных пространств, сочетая инженерные, природные и городские меры.

Задача участников

Предложите меры, уменьшающие подтопление учебного района при сильном дожде. Сравните существующее положение и два варианта, проследите воду и последствия для домов и дорог. Сдайте карты риска, расчёт площадей и длительности затопления, смету и сроки мер.

Район, осадки, рельеф и объекты — заданная синтетическая модель. Результат не является измерением или гарантией безопасности реального города. Достаточно расчётной таблицы с шагом по времени; тяжёлая гидродинамическая программа не требуется.

1 Обязательный результат

- Карта водосборов, низких ячеек, путей воды, домов и дорог. Для S50 покажите до/после три класса сценарного риска с легендой, основанием и обозначения объектов.
- Баланс по зонам и времени для S15, S30, S50: местный сток, передача, канализация, накопление, инфильтрация, поверхность и наружный избыток. Вода не исчезает на границе.
- Два собственных варианта: размещение и геометрия, ёмкость и проницаемая площадь, смета, обслуживание, сравнение и выбор первой очереди. Меры можно сочетать и масштабировать; обязательной доли бюджета для какого-либо типа нет.
- Сравнение площади и длительности затопления, затронутых/защищённых в модели домов, закрываемых отрезков дороги, часов и эпизодов закрытия; нагрузки на канализацию, наружной перегрузки, зелёной и занятой площади.
- Один стресс: S50, выход ОЗ работает на 50%, почва влажная. Рассчитайте базу и оба варианта; покажите сохраняющиеся ограничения. Улучшение каждого показателя во всех условиях не требуется.
- Для одного выбранного варианта на обычном S50 повторите расчёт с шагом 2,5 минуты вместо 5. Если основные выводы или классы меняются, объясните зависимость от шага.

2 Территория и модель

Четыре водосбора по 1 га; события 15/30/50 мм за 1 час. Заданные объёмы стока уже учитывают прежние локальные потери. Дождь на доступных площадках включён в них; повторно его не добавляйте. Каждое отдельное событие начинается без воды на поверхности и в накопителях.

Обработайте Z1,Z2,Z3,Z4 в этом порядке. Z1/Z2 передают избыток в Z3, Z3 — в Z4, Z4 — к внешней границе. О1/O2/O3 отводят в канализацию до 80/80/200 м³/ч из Z1/Z2/Z4. В Z3 поверхностная связь в Z4 до 150 м³/ч, не канализация. Внешний контрольный приём до 300 м³/ч; превышение отмечается отдельно.

В каждой зоне десять низких ячеек по 100 м² с отметками 0;0,02;...;0,18 м. Уровень h общий внутри зоны. $W(h)=100 \cdot \sum \max(h-z_j;0)$, м³. Площадь воды — сумма ячеек, где h выше дна. При $h=0,30$ м объём 210 м³; избыток идёт дальше. Уровень находят по кусочно-линейной зависимости, не из координат схемы.

Выбирайте меры на F1...F6, разделяя площадь между неперекрывающимися частями. Открытая ёмкость: площадь × глубина до 0,25 м; подземная до 1 м. Озеленённая

проницаемая ёмкость дополнительно впитывает воду с конечной скоростью и запасом почвы. Непроницаемая/подземная этого свойства не получает. Нельзя занять одну площадь дважды или назначить безграничное впитывание.

Во время дождя выпуск накопителя закрыт. После дождя каждый отдельный накопитель выпускает до 10 м³/ч на поверхность своей зоны, откуда вода проходит те же ограничения отвода. Выпуск не добавляет мощности канализации. Подробный порядок расчёта и насыщение почвы раскрыты в приложении. Считайте до 72 часов; сохраняющийся остаток означает длительность более 72 часов.

3 Последствия и риск

Дом затронут, если h достигает отметки входа плюс заданный порог воды. Защищённый в модели дом был затронут в базе того же события и перестал быть затронут в проекте. Считайте уникальные обозначения; уменьшение объёма не означает защиту всех домов зоны.

Для дорог покажите обозначения отрезков с превышением порога, непрерывные эпизоды и суммарные часы закрытия. Это условное закрытие, не прогноз ДТП. Районная площадь — максимум одновременной суммы мокрых ячеек; длительности считайте отдельно по зонам/объектам.

Высокий риск ячейки: максимальная глубина не менее 0,15 м или время воды не менее 2 ч. Низкий: глубина меньше 0,02 м и время меньше 0,5 ч. Остальное — средний. Сухая ячейка дополнительно подписывается «не затоплена в сценарии». Классы не обозначают годовую вероятность; повторяемость событий не задана.

4 Реализация и экономика

Разделите план на быстрые меры 0–3 месяца, средние 4–12 и долгие 13–36. Первая очередь включает только первые 12 месяцев и укладывается в бюджеты. Для дальнейших этапов отдельно покажите ресурсы, зависимости и ожидаемый эффект; не приписывайте его первой очереди.

Первоначальные затраты и ежегодное содержание считайте отдельно. Учебные цены включают работы и доставку, без НДС, инфляции и дисконтирования. Озеленение, планировка и управляемый выпуск оплачиваются; очистка выхода поддерживает заданную мощность. Обоснуйте свои размеры, проходы, содержание и проверки перед реальной стройкой.

5 Материалы и сдача

Даны водосборы, события, выходы, низкие ячейки, дома и дороги с порогами, свободные пространства, цены, схема и правила. Это существующие свойства, а не выбранный проект. Свои данные можно добавлять отдельно, сохраняя результат по общей модели.

Передайте карты, эскизы двух вариантов, воспроизводимую таблицу с формулами и балансом, показатели по событиям/стрессу, одну проверку шага, смету и план трёх горизонтов. Код необязателен. Модель не определяет скорости потока, волны, подпор и безопасность реального участка. В выводах укажите эти ограничения и объём воды, вышедшей за границы района.

Общие требования конкурса

Решение оформляется проектной заявкой и презентацией по приложениям 4 и 8 положения. Презентация: PDF, не более 16 слайдов и 25 МБ. На финале доклад до 10 минут и вопросы до 5 минут.