

УДК 554.7 (142)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ В РЕШЕНИИ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ГОРОДОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
(НА ПРИМЕРЕ г. ГУЙЯН, КНР)**

Ван Хао, П.С. Лопух

Белорусский государственный университет, vankhao@gmail.ru, lopuch49@mail.ru

Концепция использования дождевых осадков, получившая название «губки» родилась в Китае. Согласно ее деревья, кусты, газоны на крышах, фасадах и в общественных местах впитывают воду атмосферных осадков. Кроме того, архитекторы планируют создание искусственные multifunctionальные общественные места, например, на детских площадках, на газонах улиц, которые в обычных условиях во время выпадения осадков превращаются в лужи. Собранная же вода тут же испаряется или используется для охлаждения зданий.

В период ливневых осадков деревья и растительный покров поглощают часть воды, а затем через испарение возвращают в атмосферу. Это создает охлаждающий эффект, способствует улучшению жизни горожан. Так, например, в Шанхае в 2016 году была зафиксирована максимальная температура воздуха +40,9 °С, что не характерно для этих климатических условий, а город страдает от частых ливневых осадков и наводнений.

Такой подход решения использования дождевых вод реализуется в КНР с 2015 года и основан на ряде инновационных подходов. Их суть заключается в накоплении дождевых вод, сохранять влагу дождей в накопителях и повторно использовать не сбрасывая в канализацию. Этот метод позволяет бороться с наводнениями, засухой, жарой и загрязнениями. По данным средств массовой информации к 2030 году в Китае до 80 % городов должны превратиться в «города – губки». Подход будет способствовать не только сокращению ущербов от экстремальных погодных условий из-за глобального потепления климата, но и улучшению биоразнообразия в городской черте, сохранению здоровья людей и качества жизни в целом.

Большое значение имеет опыт технической реализации инновационных технологий по принципу «города-губки» на примере центра провинции Гуйчжоу в городе Гуйян. Основные положения технической реализации проекта в условиях влажного субтропического климата сводятся к следующим положениям.

На стадии проектирования модели наводнения в городе основой является зонирование территории города. В принципе поверхность территория любого города весьма сложна, а процесс формирования стока и его моделирование еще более сложный процесс. Для моделирования формирования потоков стока в аналоговой системе учитывается характер поверхностей стока их уклоны. В пределах городской черты территория отличается достаточной высокой степенью сложности структуры подстилающей поверхности, поэтому актуальным является выделение элементарных таксономических единиц зонирования для последующего моделирования. Это позволяет разделить территорию города на зоны формирования чистой природной воды, дренажных вод, сточных вод в канализационные системы, сток производственных вод и др. В пределах каждой из выделенных зон количественно оценивается формирующийся сток, разделяется система речной и озерной части общего водосбора. В соответствии с ситуационной планировкой на схему территории города наносится дренажная сеть, типы землепользования, дорожная и трубопроводная сеть, точно определяются количественные характеристики стока дождевой воды.

Методика исследования и оценки эффективности создания таких «умных» систем включает математическое моделирование. Процесс преобразования различных потоков дождевых вод, включая плоские участки (крыши, дороги, дворы, дренажные трубы и другие поверхности) в обобщенном упрощенном виде можно представить в виде непрерывного уравнения. Режим стока в дренажной сети подобен однородному потоку в открытом канале и может быть рассчитан в соответствии с уравнениями непостоянного потока уравнением непрерывности. Для моделирования итогового процесса по принципу «губки» часто используется трехмерная гидродинамическая модель, учитывающая все разнообразие частных водосборов, включая медленный, быстрый, смешанный и прерывистый потоки, которые могут возникать в системе «город-губка».

При создании таких систем решаются также задачи по снижению загрязнения вод, вопросы инфильтрации, застойных зон, очистки вод, отвода сточных вод. Это позволяет полностью регулировать сточные и дождевые воды для достижения полного проникновения, смягчения, очистки,

многократному использованию сточных дождевых вод. Технологии оптимизации включают водопроницаемое дорожное покрытие, крыши с зеленым покрытием, зеленые насаждения, поглощающие колодцы, водно-болотные угодья, водохранилища, зарастающие каналы, дождевые водостоки через искусственные почвы, затраты на орошение и т.д.

Анализ перспектив использования модели на примере г. Гуйян центре провинции Гуйчжоу показывает перспективы управления дождевым стоком. Город Гуйян достаточно крупный провинциальный политический, экономический, культурный, научный, образовательный, транспортный центр, центр связи, промышленный и торгово-туристический центр юго-западного Китая. Это один из центральных городов национального экологического досуга и туризма, сложный железнодорожный узел.

Гуйян расположен в зоне влажного и мягкого субтропического климата, средняя годовая температура воздуха составляет 15,3°C, среднегодовая относительная влажность составляет 77 %, лесистость 46,5 %, включая 11 лесных парков.

Дренажная система города в основном представляет собой подземную трубопроводную сеть, систему рвов с речной водой и заводы по переработке сточных вод. Длина дренажного трубопровода в городской зоне составляет около 600 км и площадь около 438 км². Существующие сети трубопроводов для дождевой воды в городской местности устарели и не могут отвечать требованиям спуска дождевых и сточных вод. Благодаря быстрому развитию города его территория постоянно расширяется, но экстремальные погодные условия вызывают частые ливни, поэтому защита города от дождевых паводков является важной задачей.

В октябре 2015 года был обнародован в КНР «План строительства дренажной системы для защиты от наводнений в городе Гуйян» и создания «города-губки». Главная цель проекта: улучшить контроль качества воды, улучшить степень использования дождевой воды, модернизировать городскую систему дренажа, повысить пропускную способность городской системы и улучшить санитарное состояние города.

Наблюдения за выпадением осадков свидетельствуют, что интенсивность выпадения осадков во время ливня составляет до 21 мм в течение 3 часов. Самая большая интенсивность осадков составила 0,98 мм/мин. По проекту территория города разделена на шесть типов земель, 9 расчетных единиц и 200 конкретных расчетных единиц таких как: водопроводы, плоские крыши, наклонные крыши, открытые площадки, скопления насаждений, зеленые насаждения в жилых комплексах.

Реализация проекта создания «города-губки» в г. Гуйян позволит уменьшить общий объем стока на 150-300 мм, в том числе водопроницаемое дорожное покрытие уменьшит объем стока на 30 мм, а крыши с зеленым покрытием уменьшит объем стока на 14 мм. Рабочая область моделирования охватит 90 % территории города. При условии выпадения осадков с интенсивностью 20 мм внедрение новой технологии позволит контролировать 68 – 78 % объема годового стока в пределах города, что будет свидетельствовать о достижении поставленной цели проекта и внедрения новой технологии оптимизации дождевых паводков.

Опыт создания систем по трансформации дождевых паводков имеет практическое значение для условий городов Беларуси. В частности ежегодные дожди ливневого характера ежегодно создают проблемы для города Минска. В этом плане перспективным является разработка и реализация проекта «умный город», предложенный Белорусским государственным университетом для администрации города. Инновационные аспекты водообеспечения будут способствовать адаптации городов к последствиям глобального потепления климата.

Практика создания подобных проектов имеет место в странах ближнего и дальнего зарубежья, например, в Германии и России. Создание таких систем в условиях климата умеренных широт не следует ожидать массовым. Такие проекты могут стать элементами использования дождевых вод на опасных участках городов, где возникают аномальные явления, как например, имевший место случай в районе р. Немиги в Минске, при обустройстве оригинальных архитектурных комплексов.