

Определение градостроительных факторов, влияющих на эффективность водопользования

М.М. Савах, П.А. Слепнев

Национальный исследовательский московский государственный строительный университет

Аннотация: Возникновение города было связано с необходимостью организации использования воды, организации ирригационных работ, создания его объектов, что, в свою очередь, требовало руководства организацией этих работ и созданием сооружений для эксплуатации воды в сельском хозяйстве. Нахождение среднего баланса между спросом и наличием ресурсов было первоочередной задачей, особенно для районов, испытывающих дефицит воды. Затем надежность имеющихся ресурсов в условиях засухи или дефицита стала ключевым вопросом, позволяющим справиться с изменчивостью климата. Параллельно с этим изменение климата будет влиять на территориальное распределение и сроки доступности воды. В результате в будущем дефицит воды в городах может стать гораздо более серьезной проблемой, что может поставить под угрозу достижение Целей устойчивого развития ООН (ЦУР), особенно «Sustainable Cities and Communities». Исторически сложилось так, что, поскольку населенные пункты располагались на некотором расстоянии от источников воды, возникало множество источников и технологий для забора, транспортировки, очистки и сбора отходов. Рост населения и развитие технологий привели к появлению новых форм альтернативных ресурсов, способных удовлетворить нужды и конкретные требования деятельности, связанной с водой.

Ключевые слова: устойчивость водных ресурсов, Сирийская Арабская Республика, восстановление, водочувствительное градостроительство, плотность застройки, распределение землепользования.

Сегодня нехватка воды является актуальной проблемой, которая, как ожидается, наложит серьезные ограничения на развитие и продовольственную безопасность Средиземноморского региона. По данным Программы оценки водных ресурсов мира ЮНЕСКО (WWAP, 2015), без существенных изменений в глобальной политике к 2030 году мир будет располагать лишь 60 % необходимой ему воды. Средиземноморский регион - один из самых дефицитных в мире. Здесь сосредоточено всего 3 % мировых запасов пресной воды, но при этом проживает более 50 % «бедного водой» населения мира, или около 180 миллионов из 460 миллионов жителей региона (Châtel et al., 2014). Возобновляемые водные ресурсы всего региона составляют около 1452 км³, которые распределены крайне неоднородно

между севером (74 %), востоком (21 %) и югом (5 %) (Ferragina, 2010). Однако ожидается, что нехватка воды еще больше усилится в этом регионе, который уже стал хрупким из-за роста населения и экономики, опустынивания и необходимости защиты окружающей среды.

Кроме того, повышение температуры создаст дополнительную нагрузку на ограниченные водные ресурсы Средиземноморья, поскольку этот регион является одной из наиболее заметных «горячих точек» климатического реагирования. Дефицит воды может быть связан не только с ее нехваткой, но и с плохой инфраструктурой водоснабжения и неэффективным управлением водными ресурсами. Некоторые считают, что дефицит воды - это абсолютная нехватка физических ресурсов, в то время как другие утверждают, что он порождается бедностью, неравенством и неправильной политикой управления водными ресурсами. Доступность водных ресурсов в Средиземноморье уже подверглась негативному воздействию, и это серьезно угрожает продовольственной безопасности и окружающей среде.

Во всем мире поиск доступных, приемлемых и надежных решений сегодня является общей задачей для градостроителей и проектировщиков водоснабжения. Поэтому получение достаточного количества воды надлежащего качества является общей целью. В этом контексте водный сектор на протяжении всего времени сталкивался с различными проблемами. Следующей задачей было обеспечение надлежащего качества воды для защиты здоровья и удовлетворения конкретных требований каждого использования. Таким образом, технологии обеспечивают решения каждой проблемы, контекстуализированные с различными затратами, воздействиями и последствиями. В настоящее время некоторые решения, такие как опреснение, повторное использование, использование «серых» вод, искусственное пополнение запасов или сбор дождевой воды, можно рассматривать почти как традиционные решения, поскольку забор воды из

чистых ручьев или водоносных горизонтов исчерпывает себя. Существует множество примеров использования этих ресурсов и соответствующих технологий. Кроме того, управление спросом является еще одним компонентом баланса ресурсов и спроса, и, следовательно, его вклад также имеет очень важное значение.

Если спрос рассматривается как общий объем воды, вытекающей из системы водоснабжения, управление спросом должно включать политику, направленную на сокращение как глобального потребления, так и различных типов реальных потерь.

В каждом контексте и городе существует множество вариантов с разными показателями предельных затрат (экономических, социальных и экологических) и с разной надежностью баланса доступности/спроса.

Устойчивость водных ресурсов основана на безопасном и разумном снабжении водой посредством очистки и повторного использования использованной воды, а также на предоставлении решений по управлению водными ресурсами, которые являются высокоэффективными и экономически выгодными, насколько это возможно, и которые отвечают потребностям города. Это достигается за счет «поддержания источников воды в чистоте и здоровом состоянии, применения научного подхода к очистке сточных вод для уменьшения загрязнения воды, создания устойчивых канализационных систем в городских районах, а также сбора и использования серой и дождевой воды» (Аль-Сайед, 2015).

Устойчивый город состоит из шести основных элементов устойчивого городского сообщества, как показано на рисунке (1), а именно:

- зеленые элементы;
 - социальные и административные системы;
 - зеленые здания;
 - устойчивый транспорт;
-

- энергоэффективность;
- эффективность использования воды (ООН, 2009 г).



Рис. 1. Основные элементы устойчивого города (Maddox, 2017)

Устойчивость водных ресурсов в устойчивых городах основана на трех основных принципах

- гибкость, которая предназначена для решения проблем с источниками воды, водным дефицитом, водным балансом, водными запасами и рисками стихийных бедствий, связанных с водой (наводнения и потоки) (Batten, 2016 г.).

- эффективность использования воды, что означает эффективность системы водоснабжения за счет контроля скорости утечек, пополнения грунтовых вод, непрерывности обслуживания, повторного использования воды, сбора дождевой воды, питьевой воды, эффективности канализационной сети и норм потребления. (Batten, 2016 г.).

- качество воды, под которым понимается качество питьевой воды, канализационных сетей, водоочистки, загрязнение воды. (Batten, 2016 г.).

Анализ эффективности использования водных ресурсов должен проводиться путем оценки взаимосвязи городских элементов города, таких как распределение землепользования города и плотность застройки города, а также ее влияние на эффективность использования водных ресурсов города

- распределение землепользования и его влияние на эффективность водопользования в городе

Землепользование варьируется в жилых районах: жилые, коммерческие, административные и открытые территории. Анализ распределения землепользования, норм потребления воды и сточных вод в результате различных видов использования показал, что существует большая разница в потреблении воды в зависимости от использования. Территории жилой застройки являются крупнейшими производителями бытовых сточных вод, поскольку около 60% общего объема используемой воды производится в виде бытовых сточных вод. (таб 1)

Использование	Жилая застройка	Коммерческая застройка	Административная застройка	Зеленые территории
Процент сточных вод, образующихся в результате потребления воды	60	15	10	0

Таб 1-Процент сточных вод, образующихся после потребления чистой воды для различных видов использования.

- Плотность городской застройки и ее влияние на эффективность использования воды в городах
-

Плотность застройки оказывает непосредственное влияние на эффективность водопользования. Было исследовано три варианта с различной плотностью застройки (рисунок 2). Определено, что на эффективность водопользования оказывают влияние два основных фактора.

- с увеличением плотности застройки города повышается уровень сбора дождевой воды, которая может быть использована напрямую на уровне жилых групп (таблица 2)

- с увеличением плотности застройки города уменьшается протяженность водопроводных сетей и, следовательно, снижается уровень утечек в сетях, как показано на рисунке № (3).

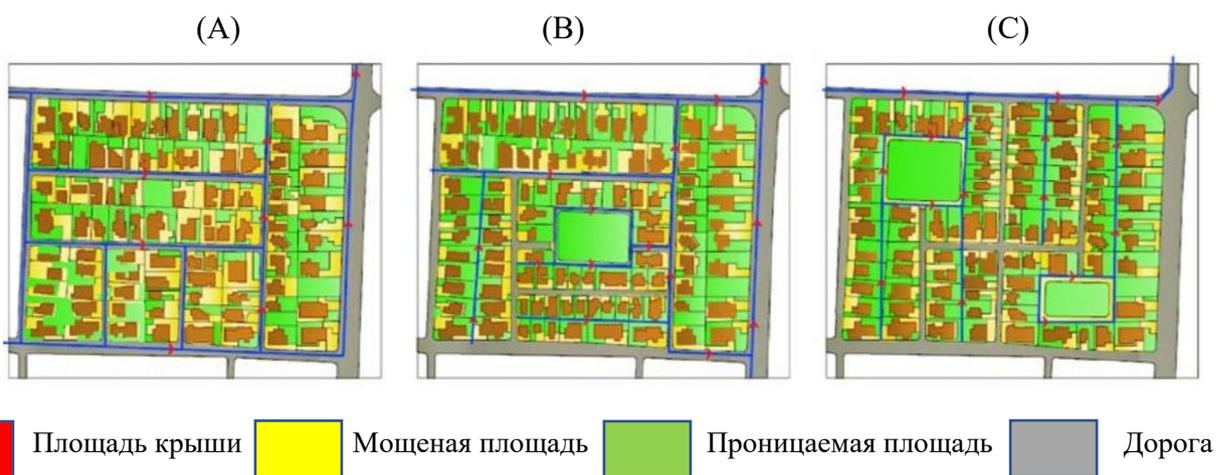


Рис. 2. Плотность застройки и ее влияние на скорость поверхностного стока и интенсивность утечки воды в водопроводную сеть. (Sen, 2015)

	Процент застройки	Процент дорог	Процент зеленых зон	Поверхностный сток дождевой воды	Процент утечки воды из сети
A	25	24,3	25,14	75	8
B	21,3	24,1	37,4	68	10
C	22,3	22,3	41,37	66	14

Табл. 2 Зависимость объема поверхностного стока от плотности застройки

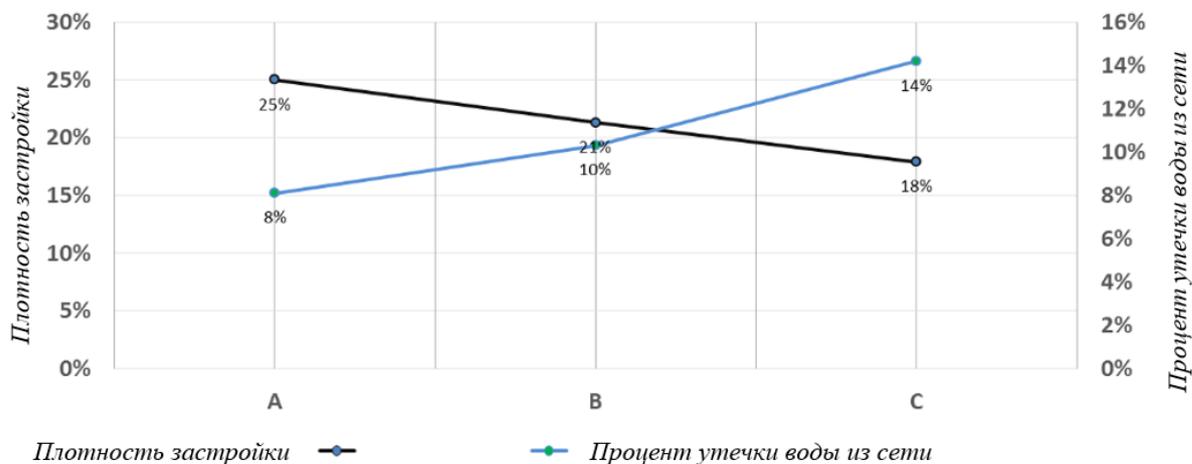


Рис. 3. Показана зависимость между долей застройки и уровнем утечек в водопроводных сетях исследуемого города. (Sen, 2015)

Водочувствительный городской дизайн (WSUD), данный термин был введен в 1994 году в Австралии (Joint Steering Committee for Water Sensitive cities, 2009)

Это понятие можно определить, как «подход к проектированию и городскому планированию, основанный на интеграции управления и планирования сетей водоснабжения и водоотведения (в том числе дождевого стока) в процесс городского планирования для достижения устойчивости водопотребления».

Водочувствительный городской дизайн основан на комплексе планировочных, административных и инженерных решений, обеспечивающих экономию и повторное использование воды.

Планировочные решения основаны на принятии элементов территориального планирования в процессе реализации программы WSUD, в соответствии с природными и антропогенными факторами и особенностями региона.

Инженерные решения обеспечивающие функционирование WSUD включают в себя инженерную инфраструктуру, обеспечивающую

эффективное потребление воды, водосберегающие системы, системы очистки и повторного использования сточных вод и прочие

К *административным* можно отнести управленческие решения обеспечивающие снижения спроса на питьевую воду, методы управления дождевой водой и наводнения, как часть планов развития инфраструктуры в жилых районах

Основываясь на вышеуказанных параметрах были определены основные элементы современного инженерного градостроительства, влияющие на эффективность использования воды в городах и позволяющих обеспечить устойчивость их водопотребления, которые образуют группу факторов (рисунок 4) :



Рис. 4. Городские факторы, влияющие на эффективность использования воды в городах.

Эффективное территориальное планирование обычно считается одним из элементов, влияющих на качественное использование воды в городской среде.

При эффективном территориальном планировании необходимо достичь максимально возможного баланса между плотностью застройки и территориями зеленых насаждений, которые могут быть использованы для поглощения сточных вод, образованных в жилых зонах. Чем больше жилая площадь, тем больше доля бытовых сточных вод, которые могут быть повторно использованы в зеленых зонах города (Sen, 2015).

Плотность застройки обычно считается одним из наиболее важных городских элементов, влияющих на эффективность водопользования. Чем плотнее расположены жилые единицы, тем меньше протяженность водопроводной сети, что значительно снижает утечки. Процесс обслуживания упрощается, а чем больше зеленых насаждений, тем ниже скорость поверхностного стока и эффективнее используется дождевая вода.

Конструктивные особенности объектов позволяют применять интеллектуальные системы внутренней инфраструктурной сети, которые могут быть представлены высокоэффективным водохозяйственным оборудованием и установками.

Существование сети интеллектуальной инфраструктуры, представляющей собой инфраструктурные сети водоснабжения и водоотведения, основанные на технологических и цифровых технологиях и связанные между собой коммуникационными сетями, которые могут быть использованы для анализа данных и различных моделей использования на уровне городской агломерации с точки зрения измерения и их оптимального использования, которое в свою очередь, обеспечит большую эффективность использования водных ресурсов в жилых районах, поэтому инфраструктурная сеть оказывает значительное влияние на эффективность использования воды в городских районах.

Соответственно, данные параметры должны являться основой при разработке мастер-планов территорий, которые основаны на принципах устойчивого развития.

Литература

1. United Nations (UN). Revision of World Urbanization Prospects. URL: population.un.org/wup/.
 2. McDonald R. и др. Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure // *Global Environmental Change*. — 2014. — Т. 27. — pp. 96–105.
 3. Garrick D. и др. Rural water for thirsty cities: a systematic review of water reallocation from rural to urban regions // *Environmental Research Letters*. — 2019. — Т. 14. — p.53.
 4. Алексеев Ю. В., Сомов Г. Ю., Шевченко Э. А. Градостроительное планирование достопримечательных мест. Т. 1: Основы планирования: монография. — М.: АСВ, 2012. — 76 с. — ISBN 978-5-93093-887-6.
 5. Слепнев П. А. Оптимизация конструкции инженерной защиты берегов водных объектов г. Москвы. канд. техн. наук: 25.00.36. — Москва, 2008. — 143 с.
 6. Можейко М. В., Слепнев П. А. Статус и методы проведения локального экологического мониторинга (ЛЭМ) градостроительных объектов в системе экологического законодательства Российской Федерации // *Строительство и техногенная безопасность*. — 2019. — № 14. — С. 66.
 7. Самойлова Н. А. Быстрый градостроительный тест территории: атлас засветки, зоны СЭТ и градостроительного влияния // *Актуальные проблемы строительной отрасли и образования: сб. докл. Первой Национальной*
-

конференции (Москва, 30 сентября 2020 г.). — М.: Изд-во МИСИ–МГСУ, 2020. — С. 543–549. — ISBN 978-5-7264-2822-2.

8. Mohannad Sawah M., Slepnev P. Challenges and Development Perspectives of Water Supply Systems in Syrian Governorates // E3S Web of Conferences. — 2023. — Т. 460. — Ст. 08016. — DOI: 10.1051/e3sconf/202346008016. — URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202346008016.

9. Krueger E., Rao P. S. C., Borchardt D. Quantifying Urban Water Supply Security Under Global Change // Global Environmental Change. — 2019. — Т. 56. — pp. 66–74.

10. Krueger E. H. и др. Resilience Dynamics of Urban Water Supply Security and Potential of Tipping Points // Earth's Future. — 2019. — Т. 7. — pp. 1167–1191.

11. Flörke M., Schneider C., McDonald R. I. Water Competition Between Cities and Agriculture Driven by Climate Change and Urban Growth // Nature Sustainability. — 2018. — Т. 1. — pp. 51–58.

12. Revi A. и др., ред. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — Cambridge: Cambridge University Press, 2014. — p.102.

13. Greve P. и др. Global Assessment of Water Challenges Under Uncertainty in Water Scarcity Projections // Nature Sustainability. — 2018. — Т. 1. — pp. 486–494.

14. Schewe J. и др. Multimodel Assessment of Water Scarcity Under Climate Change // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. — 2014. — Т. 111. — pp. 3245–3250.

15. United Nations (UN). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Seventieth Session of the United Nations General Assembly Resolution A/RES/70/1. — New York: United Nations, 2015. — 41 p.

References

1. United Nations (UN). Revision of World Urbanization Prospects. URL: population.un.org/wup/.
2. McDonald R. et al. Global Environmental Change. 2014. Vol. 27. Pp. 96–105.
3. Garrick D. et al. Environmental Research Letters. 2019. Vol. 14. P. 53.
4. Alekseev Yu. V., Somov G. Yu., Shevchenko E. A. Gradostroitel'noe planirovanie dostoprimechatel'nykh mest. T. 1: Osnovy planirovaniya: monografiya [Urban Planning of Remarkable Places. Vol. 1: Fundamentals of Planning: Monograph]. Moskva: ASV, 2012. 76 p. ISBN 978-5-93093-887-6.
5. Slepnev P. A. Optimizatsiya konstruktsii inzhenernoy zashchity beregov vodnykh ob'ektov g. Moskvy [Optimization of Engineering Protection Structures for the Banks of Water Bodies in Moscow]. Cand. Tech. Sci. Diss. Moskva, 2008. 143 p.
6. Mozheiko M. V., Slepnev P. A. Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'. 2019. No. 14. P. 66.
7. Samoylova N. A. Aktual'nye problemy stroitel'noy otrasli i obrazovaniya: sb. dokl. Pervoy Natsional'noy konferentsii (Moskva, 30-sentyabrya 2020 g.). Moscow: MISI-MGSU, 2020. Pp. 543–549. ISBN 978-5-7264-2822-2.
8. Mohannad Sawah M., Slepnev P. E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 460. Art. 08016. DOI: 10.1051/e3sconf/202346008016. URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202346008016.
9. Krueger E., Rao P. S. C., Borchardt D. Global Environmental Change. 2019. Vol. 56. Pp. 66–74.
10. Krueger E. H. et al. Earth's Future. 2019. Vol. 7. Pp. 1167–1191.
11. Flörke M., Schneider C., McDonald R. I. Nature Sustainability. 2018. Vol. 1. Pp. 51–58.



12. Revi A. et al., eds. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. P. 102.
13. Greve P. et al. Nature Sustainability. 2018. Vol. 1. Pp. 486–494.
14. Schewe J. et al. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2014. Vol. 111. Pp. 3245–3250.
15. United Nations (UN). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development [Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development]. Seventieth Session of the United Nations General Assembly Resolution A/RES/70/1. New York: United Nations, 2015. 41 p.

Дата поступления: 1.12.2024

Дата публикации: 26.01.2025