

УДК 711.4:001.895

О. А. Растяпина^а, Г. Х. Маркосян^б

^а *Волгоградский государственный технический университет*

^б *Волгоградский строительный техникум*

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Учитывая занятость большей части городских территорий, все более актуальным становится вопрос формирования энергоэффективной и многофункциональной застройки, которая отвечает современным стандартам качества. С ростом населения и уровня урбанизации города сталкиваются с неотложной задачей создания устойчивых и экологически чистых жилых и рабочих зон. В статье рассмотрены современные методы и инновационные решения, направленные на проектирование и строительство экологичных и энергоэффективных зданий, составляющих основу формирования качественной городской среды. Подобные здания способствуют максимально эффективному использованию энергоресурсов и минимизируют отрицательное воздействие на городскую среду.

Ключевые слова: качественная городская среда, энергоэффективная городская среда, энергоэффективное здание, энергосбережение, принципы экологичности, многофункциональное пространство.

Введение

Современный уровень развития технологий и техники не только требует соответствия городов и условий жизнедеятельности в них нуждам горожан, но и формирования безопасной, качественной городской среды. Качественная городская среда включает благоприятные, безопасные условия жизнедеятельности, современный уровень жилья, соблюдение экологических стандартов. Большинство современных систем качества, используемых в строительстве, основаны на показателях экологичности и энергоэффективности сооружения и самой среды. Необходимы соблюдение экологических стандартов, их обновление, поиск новых решений, направленных на сохранение и очищение существующей и осваиваемой вновь окружающей среды.

Одним из решений является формирование устойчивого многофункционального пространства. Многофункциональное пространство при жилом доме, как следует из названия, должно обладать различными функциями. В их основу необходимо заложить классические — труд, быт, отдых. Следует определить четкие экологические принципы проектирования подобных домов, отвечающих экологическим стандартам и условиям безопасности, благоприятности среды, а также современным условиям жизнедеятельности.

Таким образом, возникает необходимость изучения существующего опыта строительства подобных зданий и определения основных принципов проектирования экологичности и энергоэффективности. Это позволит в целом сформировать подход для проектирования благоприятной, безопасной градостроительно устойчивой среды.

Принципы экологичного и энергоэффективного строительства

Основой энергоэффективности в городской среде является принцип энергосбережения. Он включает в себя экономное, расчетливое использова-

ние эффективных технологий и материалов, улучшенное управление энергопотреблением [1]. Энергоэффективность начинается с понимания, как будет расходоваться энергия в здании, включаться и выключаться источники энергии, каковы каналы поступления энергии. Необходимо четко определить состояние всей энергосистемы объекта, в какие моменты и каким образом отключать подачу энергии в здании или снижать ее расход [2].

Составляющей частью энергоэффективности в городской среде является принцип экологичности [3]. Он включает в себя, в т. ч., сбор дождевых и сточных вод, использование солнечной, геотермальной энергии, энергии от биореакторов и утилизации мусора.

На формирование энергоэффективной жилой среды оказывает влияние транспортная система. Соответственно необходимо определение основных принципов планирования транспортной системы, направленной на снижение вредного воздействия транспорта. К таким принципам следует отнести:

- формирование транспортных развязок, направленных на снижение возможного скопления транспорта в отдельных узлах;
- развитие пешеходной сети движения;
- развитие безопасного велосипедного движения, как для велосипедистов, так и для остальных участников пешеходно-транспортного движения;
- устройство подземных парковок, минимизация присутствия автотранспорта внутри дворового пространства;
- изменение вида энергопотребления автомобилей.

Озеленение энергоэффективного городского пространства — важный элемент как с точки зрения благоустройства, так и создания здоровой санитарно-гигиенической среды.

Опыт создания энергоэффективных кварталов

Рассмотрим несколько значимых примеров из мировой практики по созданию энергоэффективных жилых объектов.

Квартал Vauban [4] в г. Фрайбург, Германия — наиболее известный пример энергоэффективного квартала (рис. 1). Проект запущен в 1990-х гг. и стал образцом для многих других разработок. Основные характеристики квартала Vauban: количество жителей составляет около 5 000 чел., площадь — примерно 38 га.

Квартал Vauban демонстрирует успешное использование солнечных батарей для производства электроэнергии, а также систем вентиляции и кондиционирования воздуха с использованием геотермальной энергии. Главным успехом этого проекта является не только энергоэффективность зданий, но и создание комфортной городской среды для жителей.

Квартал Masdar City [5], г. Абу-Даби, ОАЭ (рис. 2), считается энергетически нейтральным кварталом. Построен в начале 2010-х гг. Количество жителей составляет более 5 000 чел., площадь — почти 2,4 км². Квартал Masdar City полностью обеспечивает себя энергией благодаря солнечным батареям и системам утилизации отходов. Проект доказывает, что даже в климатически сложных условиях можно достичь энергоэффективности и устойчивости.



а



б

Рис. 1. Квартал Vauban:
а — улица; *б* — использование солнечных панелей на крышах домов



a

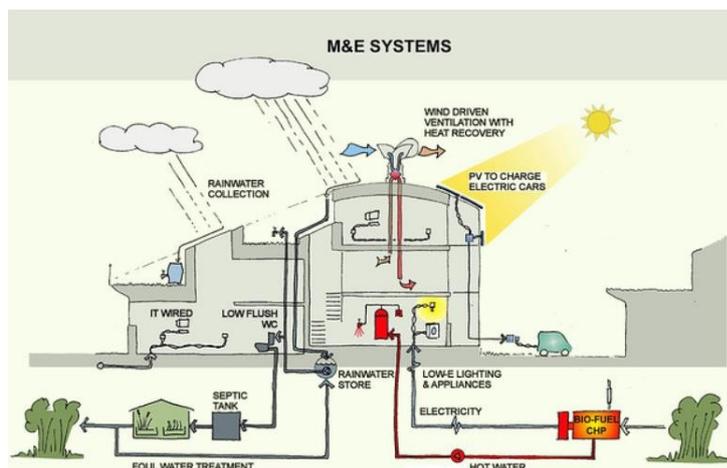


b

Рис. 2. Квартал Masdar City: *a* — днем; *b* — ночью

В квартале BedZED [6], Лондон, Великобритания, используются инновационные технологии, чтобы снизить воздействие на окружающую среду: солнечные панели, ветрогенераторы и системы водоочистки (рис. 3). Год постройки — 2002-й, количество жителей — примерно 2 000 чел., площадь — 17 га. Район состоит из 99 таунхаусов, спроектированных архитектором Б. Данстаном и консультантами по экологическому строительству из BioRegional. Принципы BedZED: полное решение проблемы обогрева зданий за счет воды и возобновляемых источников энергии, минимум личных машин, высокая сознательность жильцов. В проекте исключено использование нефти и газа, электричество и тепло производят за счет солнечных батарей и сжигания древесных отходов. В каждом доме есть небольшой сад, а количество зеленых насаждений учитывается специальным английским стандартом BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method — это оценка, проводимая независимыми лицензированными оценщиками с использованием научно обоснованных показателей и индексов ус-

тойчивости, которые охватывают ряд экологических проблем. Его категории оценивают использование энергии и воды, здоровье и благополучие, загрязнение, транспорт, материалы, отходы, экологию и процессы управления. Здания оцениваются и сертифицируются по шкале Pass, Good, Very Good, Excellent и Outstanding). Жители BedZED придерживаются правил экопорядка, включая отдельный сбор мусора, использование «отработанной» воды для технических нужд и экономию всех ресурсов.



a



b

Рис. 3. Квартал BedZED: *a* — M&E systems; *b* — один из экодомов

Hammarby Sjöstad [7], Стокгольм, Швеция — район считается образцовым, главный принцип его функционирования — близость к природе (рис. 4). Hammarby Sjöstad известен своей современной архитектурой и использованием экологических материалов и технологий. Район привлекает около 12 000 туристов ежегодно, его инфраструктура включает парки, рестораны и общественные пространства. Дома в районе созданы в концепции «пассивных до-

мов» с использованием солнечных батарей и других энергоэффективных решений. В районе созданы «экодуки» для животных и растений, а зеленые зоны и детские площадки обеспечивают комфорт и уют. Основные характеристики: год постройки — 2018, количество жителей — примерно 35 000 чел., площадь — 160 га.



a



b

Рис. 4. Hammarby Sjöstad: *a* — вид с лодочной станции;
b — система подземного мусоропровода

Район оснащен современными экологичными материалами и системами, солнечными панелями и другими возобновляемыми источниками энергии. В Hammarby Sjöstad есть парк электромобилей и заправочные станции для электрокаров. В районе используется система сбора и переработки отходов, включая пищевые и канализационные. Мусоросбор в районе использует все отходы для производства энергии и воды, а также для регенерации воздуха. Вода и канализационные стоки обрабатываются и используются для производства энергии и удобрений.

В районе Malmö Western Harbour [8], Мальме, Швеция, размещаются энергоэффективные дома (рис. 5), планируется сделать их углеродно-нейтральными к 2030 г. Проект «Vo01» преобразовал старую верфь в экологически эффективный район, используя возобновляемые источники энергии. Пищевые отходы перерабатываются в биогаз для местных автобусов.



Рис. 5. Malmö Western Harbour

На территории старой верфи ветряная турбина обеспечивает большую часть электроэнергии, необходимой городу, пешеходные и велосипедные дорожки имеют приоритетное значение, вода отводится через ряд прудов, каналов и покрытых мхом крыш, а геотермальные резервуары под землей обеспечивают тепло зимой и прохладный воздух летом.

Исследование опыта создания энергоэффективных кварталов в разных странах позволяет выделить несколько ключевых факторов успеха:

- использование солнечных батарей и других возобновляемых источников энергии, применение современных технологий и материалов для энергоэффективного строительства;
- внедрение систем умного управления для оптимизации энергопотребления, которое заключается в контроле потребления всех ресурсов;
- учет климатических условий и региональных особенностей, который помогает выбрать подходящую для местности энергоэффективную технологию выработки и сбережения ресурсов;
- создание комфортной городской среды для жителей благодаря вышеперечисленным принципам.

Проектирование энергоэффективного и экологичного здания, формирование качественной градостроительной среды

Основой формирования многофункционального энергоэффективного пространства в городской среде является здание. Проектирование экологич-

ного и энергоэффективного здания представляет собой сложную задачу, требующую инновационных решений и тщательного обоснования концепции. Такая концепция может основываться на следующих принципах [9].

1. Учитывая, какой вред экологии наносит зона застройки, рекомендуется использовать вертикальное строительство вместо традиционного горизонтального размещения для меньшего урона почве. Это позволит максимально эффективно использовать доступное пространство, сохраняя его для других городских нужд, и нанесет меньший вред экологии. Предлагаемое здание представляет собой город-колонну высотой 1000 м в 250 этажей, выполненное из металлических конструкций по принципу башни Шухова в форме гиперболоида вращения, что позволяет зданию быть сейсмически устойчивым и выдерживать высокие ветровые нагрузки (рис. 6).



Рис. 6. Вариант проекта энергоэффективного квартала в условиях стесненной застройки

2. Здание будет многофункциональным, предоставляя жителям доступ ко всем необходимым сервисам и учреждениям в его пределах, включая торговые площади, медицинские центры, спортивные объекты, парковки, образовательные учреждения и бункеры [10, 11]. Это сократит необходимость в долгих перемещениях. При такой концепции жителям будут не страшны уже известные человечеству пандемии и войны.

3. Одним из важных аспектов является создание общественных пространств, способствующих взаимодействию жителей и формированию соседской солидарности [12]. Для создания комфортных условий для прогулок и общения, а также зоны коворкинга, рекомендуется формирование зеленых зон, которые будут служить инструментом благоустройства и оздоровления прилегающей территории.

4. С учетом вертикальной застройки фасад здания предлагается оборудовать солнечными батареями [13]. Эти источники энергии будут генерировать электроэнергию для нужд жителей. Потребление энергии зданием не будет превышать 25000 кВт·ч в день, исходя из предположения, что каждая квартира потребляет 10 кВт·ч/день. Площадь остекления объекта равна 37 000 м²,

1 м² солнечных панелей в день вырабатывает 0,3 кВт·ч. Соответственно возможная выработка электроэнергии — $37\,000\text{ м}^2 \cdot 0,3\text{ кВт}\cdot\text{ч} = 11\,000\text{ кВт}\cdot\text{ч}$. Что покрывает значительную часть энергопотребления в городе.

5. Для минимизации теплопотерь в здании является необходимым использование современных теплоизоляционных материалов и технологий. Планируется применять вакуумные панели и многослойные стеклопакеты для уменьшения энергопотребления на отопление и кондиционирование воздуха [14].

6. Перемещения по зданию осуществляются с помощью лифтов, как для людей, так и для электрического, водородного или гибридного автотранспорта. Парковка автотранспорта осуществляется на том же этаже, где проживает его владелец. На верхних этажах имеются посадочные парко-места для летнего транспорта. Все парко-места оборудованы беспроводными зарядками. Площадь здания 4298,66 м², автопарковочная зона занимает 379,94 м² и способна разместить 2 500 автомобилей, на обычной парковке вплотную друг к другу эти автомобили заняли бы площадь 55 800 м². Таким образом наносимый экологии ущерб снижается на 99,32 %.

7. Все здание оснащено системами умного управления, которые автоматически регулируют освещение, отопление, кондиционирование воздуха и другие энергозатраты в зависимости от потребностей и наличия жильцов [15].

8. Системы сбора и переработки дождевой воды предлагается интегрировать в инфраструктуру здания. Это поможет снизить потребление воды из внешних источников и предоставит дополнительные ресурсы для ландшафтного озеленения и общественных пространств.

9. Основными экологичными источниками энергопотребления станут геотермальные электростанции [16], чья производительность оценивается от 115 068 до 958 904 кВт·ч, в зависимости от местонахождения ГеоЭС, что покрывает потребление электроэнергии на 460...3835 %. Это позволит зданию вырабатывать энергию не только для себя, но также обеспечивать окружающую инфраструктуру.

10. В здании также будет развернута система биореакторов для переработки органических отходов в энергию [17]. Это поможет снизить потребность в воде из внешних источников и уменьшит отходы. За образец можно принять систему сборов и переработки отходов, схожую с системой в Hammarby Sjöstad, но устроенную вертикально, а не горизонтально.

Снижение расходов на энергию, а также возможность продажи избытка электроэнергии в электросеть делают проект экономически выгодным, т. к. помимо солнечных панелей, энергии от переработки мусора и биореакторов, город снабжается энергией также из геотермальных источников.

Выводы

Предлагаемый проект здания удовлетворяет требованиям энергоэффективности и экологичности. В мире наблюдается увеличение интереса к устойчивой и экологически чистой жизни. Эффективное использование солнечной энергии, геотермальных ресурсов и возобновляемых источников энергии является ключевым элементом энергоэффективных зданий. Проектирование с учетом местных климатических и природных особенностей позволяет оптимизировать производство и потребление энергии. Успешные

примеры энергоэффективных кварталов также социально и экономически устойчивы. Формирование качественной городской среды с учетом современного уровня развития строительной науки и технологий — это новый подход к разработке экологической, многофункциональной и в целом энергоэффективной среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алоян Р. М., Федосов С. В., Опарина Л. А.* Энергоэффективные здания — состояние проблемы и пути решения. Иваново : ПресСто, 2016. 276 с.
2. *Smith J.* Energy Efficiency in Urban Planning // *Journal of Sustainable Architecture*. 2020. Vol. 15. No. 2. Pp. 45—60.
3. *Береговских А. Н.* От градостроительства к градоустройству. Омск, 2018. 424 с.
4. *Melia S.* On the Road to Sustainability // *Transport and Carfree Living in Freiburg*. 2006. Vol. 2. Pp. 53—64.
5. *Burns J.* Futuristic Eco-City Masdar Keeps Rising, Right On (a New) Schedule // PSFK. 2014. URL: psfk.com/2014/09/eco-friendly-city-masdar-rises-new-schedule.
6. *Dunster B.* ZEDlife. RIBA Publishing, 2018. 208 p.
7. *Catinella S.* Hammarby Sjöstad: the willing to create a model // *PortusPlus*. 2012. No. 3.
8. *Anderberg S.* Western harbor in Malmö // *Isocarp Review*. Vol. 11. Pp. 210—227.
9. *Опарина Л. А., Варамашвили Н. И.* Применение принципов системотехники строительства к обеспечению энергоэффективности зданий. 2011 г.
10. *Шолтышев В. Н.* Предпосылки использования подземных пространств под общественную функцию в крупных и крупнейших городах Юга России // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2023. Вып. 3-4(92). С. 233—244.
11. *Чеснокова В. Д., Растяпина О. А., Журбенко М. Д., Чеснокова О. Г.* Умный город и развитие системы общественного обслуживания // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2023. Вып. 1(90). С. 289—297.
12. *Brown S.* Energy-Efficient Urban Design: Principles and Practice // *Urban Publications*. 2018. Vol. 2. Pp. 25—31.
13. *Petrenko Yu., Kleilat M., Abed A.* Transparent Solar Cells the Future of Renewable Energy. Belarus, Belarusian National Technical University, 2021.
14. *Березнюк А. Н., Папирный Р. Б., Шаленный В. Т.* Совершенствование организационно-технологических решений строительства и реконструкции с учетом ресурсосбережения // *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2011. № 3. С. 22—28.
15. *Семенов Б. А.* Экономичное освещение для всех. М. : Солон-Пресс, 2010. 224 с.
16. *Зыков Е. А., Вальцева А. И., Вальцев Н. В.* Геотермальная энергетика: история и перспективы развития // *Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика: сб-к науч. тр.* Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2021. стр. 347—350.
17. *Рамазанов Ю. А.* Универсальные газо-вихревые биореакторы нового поколения — один из эффективных инструментов ускоренного развития промышленной биотехнологии // *Биотехнология: состояние и перспективы развития: матер. VIII Московского международ. конгресса*. 2015. Т. 1. С. 287—289.

© *Растяпина О. А., Маркосян Г. Х., 2024*

*Поступила в редакцию
в марте 2024 г.*

Ссылка для цитирования:

Растяпина О. А., Маркосян Г. Х. Современные направления энергоэффективных градостроительных решений // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2024. Вып. 2(95). С. 258—268. DOI: 10.35211/18154360_2024_2_258.

Об авторах:

Растяпина Оксана Анатольевна — канд. техн. наук, доц., Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; o_rast@list.ru

Маркосян Гайк Хачикович — преподаватель, Волгоградский строительный техникум. Российская Федерация, 400066, г. Волгоград, ул. Скосырева, 1; gaik.markosyan@yandex.ru

Oksana A. Rastyapina^a, Gaik H. Markosyan^b

^a *Volgograd State Technical University*

^b *Volgograd Construction College*

MODERN DIRECTIONS OF ENERGY-EFFICIENT URBAN PLANNING SOLUTIONS

Considering that most of the city's territories are occupied, the issue of creating energy efficient and multifunctional development that will meet modern quality standards is becoming increasingly urgent. With population growth and increasing urbanization, cities face the urgent challenge of creating more sustainable and environmentally friendly living and working areas. This article examines modern methods and innovative solutions aimed at the design and construction of environmentally friendly and energy efficient buildings that underlie the formation of a high-quality urban environment. Such buildings contribute to the most efficient use of energy resources and minimize the negative impact on the urban environment.

Key words: high-quality urban environment, energy-efficient urban environment, energy-efficient building, energy saving, environmental principles, multifunctional space.

For citation:

Rastyapina O. A., Markosyan G. H. [Modern directions of energy-efficient urban planning solutions]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 2, pp. 258—268. DOI: 10.35211/18154360_2024_2_258.

About authors:

Oksana A. Rastyapina — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; o_rast@list.ru

Gaik H. Markosyan — Lecturer, Volgograd Construction College. 1, Skosireva st., Volgograd, 400066, Russian Federation; gaik.markosyan@yandex.ru