

И. И. БАРБАРОВ
А. В. АНТЮФЕЕВ

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ КВАРТАЛЫ: НОВЫЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ

ENERGY-EFFICIENT NEIGHBORHOODS: NEW URBAN PLANNING APPROACHES

В статье представлен всесторонний анализ основ энергоэффективности: ключевые понятия, современные технологии и методы, применяемые в градостроительстве. Основное внимание уделено современным подходам и технологиям, способствующим повышению энергоэффективности кварталов, а также анализу международного опыта и лучшим практикам. Рассмотрены существующие правовые рамки в Российской Федерации, определен термин «градостроительная энергоэффективность». В результате исследования сформулированы рекомендации для проектировщиков, направленные на эффективное внедрение принципов энергоэффективности в проектирование. Также предложено эффективное объемно-планировочное решение квартала.

Ключевые слова: энергоэффективность, показатели энергоэффективности, современные подходы, передовой опыт, законодательная база, современный квартал, энергоэффективный квартал

Введение

В условиях исчерпания природных ресурсов и постоянного роста цен на энергоресурсы вопрос энергоэффективности становится особенно актуальным, что подтверждает распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 №1523-р «Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года».

Устойчивая тенденция увеличения энергопотребления в стране, с небольшими колебаниями, обусловленными кризисными явлениями, такими как пандемия COVID-19, продолжается, несмотря на цикличность и краткосрочные спады (рис. 1), что подчеркивает важность решения проблемы энергоэффективности и перехода к энергоэффективному потреблению в том числе и городского хозяйства. Современные подходы к проектированию жилых кварталов требуют интеграции инновационных технологий и методик, которые обеспечивают более рациональное использование энергоресурсов.

The article presents a comprehensive analysis of the fundamentals of energy efficiency, including key concepts, modern technologies, and methods applied in urban planning. Special attention is given to contemporary approaches and technologies that enhance the energy efficiency of neighborhoods, as well as to the analysis of international experience and best practices. The existing legal framework in the Russian Federation and the term “urban energy efficiency” are examined. As a result of the research, recommendations for designers are formulated to facilitate the effective integration of energy efficiency principles into project development. An effective spatial and planning solution for a neighborhood is also proposed.

Keywords: energy efficiency, energy efficiency indicators, modern approaches, best practices, legal framework, modern neighborhood, energy-efficient neighborhood

В России, где значительная часть жилого фонда нуждается в модернизации, исследование современных подходов к энергоэффективному проектированию имеет особое значение. Необходимость создания комфортной и экологически чистой городской среды становится приоритетом для местных властей и проектировщиков.

Энергоэффективность экологически безопасна и экономически выгодна [1], поскольку способствует снижению затрат на коммунальные услуги и имеет непосредственное влияние на экологическую устойчивость городов, улучшение качества жизни населения и повышение конкурентоспособности городских проектов.

Изучение теоретической базы энергоэффективности и современные подходы к проектированию позволяют выявить лучшие практики и адаптировать их к российским реалиям [2, 3], это способствует развитию более устойчивой и комфортной среды.

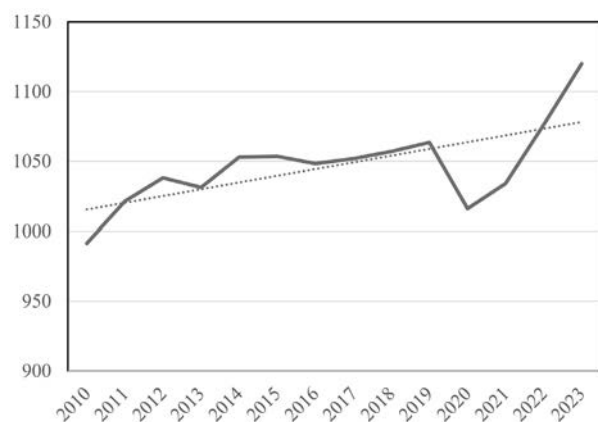


Рис. 1. Энергопотребление в России, млрд кВт·ч
Fig. 1. Energy consumption in Russia, billion kWh

Понятие энергоэффективности в городском планировании

Городское планирование является основой в стремлении к устойчивому развитию, а энергоэффективность становится важнейшим компонентом этой парадигмы [4]. Необходимость развития научных исследований в данном направлении закреплена на государственном уровне: энергоэффективность, энергоснабжение и ресурсосбережение включены в перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники и в перечень критических технологий в Российской Федерации [5].

Энергоэффективность подразумевает оптимизацию потребления энергии в различных секторах, что способствует снижению затрат, уменьшению выбросов парниковых газов и сохранению природных ресурсов. В данном контексте важно четко определить, что именно мы понимаем под термином «энергоэффективность» для разработки эффективной стратегии и мер, направленных на ее повышение.

Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 № 261-ФЗ гласит, что энергетическая эффективность включает характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю [6].

Применяемый термин «энергетическая эффективность» относительно градостроительства представляет собой соотношение полезного эффекта использования энергетических ре-

сурсов и затрат на их производство в контексте проектирования, строительства, эксплуатации зданий и инфраструктуры и охватывает следующие ключевые характеристики.

1. *Проектирование.* Этап проектирования занимает ключевую роль в энергоэффективности. Зависимость энергоэффективности от архитектурного решения нельзя преувеличить. При проектировании решаются такие вопросы, как оптимальная ориентация объекта, использование энергоэффективных материалов, системы вентиляции и отопления, теплоизоляция.

2. *Управление ресурсами.* Административные органы должны корректно и комплексно распоряжаться энергетическими ресурсами, минимизируя потери на их доставку конечному потребителю. Необходимо постоянно вести мониторинг и разработку градостроительных норм и стандартов, направленных на снижение энергетических затрат и повышение комфорта жителей.

3. *Технологические процессы.* Применение передовых технологий, таких как умные системы управления энергопотреблением, позволяющие собирать и анализировать данные, способствует эффективному контролю над энергетическими ресурсами. Внедрение возобновляемых источников энергии, полученных из природных источников, которые пополняются со скоростью, превышающей скорость её потребления.

4. *Экономические и экологические аспекты.* Снижение потребления энергии позволяет снизить эксплуатационные расходы городского хозяйства, что в свою очередь благоприятно сказывается на формировании конечной цены для потребителя. Повышение энергетической эффективности приводит к уменьшению выбросов парниковых газов и минимизации негативного воздействия на климат [7].

Энергетическая эффективность в градостроительстве является важным критерием для оценки экономической целесообразности проектов и их воздействия на экологию и качество жизни населения.

Основная законодательная база в области энергоэффективности

В России существует несколько законодательных актов, направленных на повышение энергоэффективности, охватывающих различные аспекты градостроительства, включая проектирование, строительство, эксплуатацию зданий и инфраструктуры. основополагающим актом в сфере энергетической политики страны является Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности,

и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 № 261-ФЗ, направленный на создание правовой базы для реализации мер по повышению энергоэффективности в различных секторах экономики, включая градостроительство.

Ключевым элементом закона являются требования к энергоэффективности для застройщиков и проектировщиков, что включает разработку технических условий для проектирования и строительства объектов недвижимости с учетом современных стандартов энергосбережения, а также составление градостроительных планов, учитывающих потенциал использования возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий.

Федеральный закон «О техническом регулировании», принятый в 2002 году, устанавливает нормы по соблюдению минимальных требований к теплоизоляции и системам отопления, предполагая использование современных технологий и материалов, в частности применение высокоэффективных систем отопления, позволяющих значительно сократить потребление энергии. Вводит нормы для использования возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и ветрогенераторы, создавая основу для интеграции возобновляемых технологий в проектирование новых объектов, модернизацию существующей инфраструктуры.

СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» выполняет роль регулирования энергоэффективности в строительстве, определяет требования к теплоизоляции, включая показатели теплопроводности строительных материалов и толщину теплоизоляционных слоев. Стандарт устанавливает нормы для проектирования оболочек зданий, учитывающие климатические условия и эксплуатационные характеристики. Предоставляет рекомендации по выбору эффективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования, направленные на оптимизацию работы инженерных систем.

ГОСТ 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности» устанавливает перечень параметров, которые позволяют оценить, насколько эффективно здания используют энергию для обеспечения комфортного микроклимата, горячего водоснабжения и прочих нужд.

ГОСТ Р 54862-2011 «Энергоэффективность зданий. Методы определения влияния автоматизации, управления и эксплуатации здания» предлагает методы оценки того, как технологии автоматизации и управления зданием (например системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, освещения) влияют на его энергоэффективность.

Основные показатели энергоэффективности в градостроительстве

Основные показатели отражают эффективность использования энергии городом, его устойчивость, экологичность и эффективность использования городской территории.

1. Эффективность использования городской территории:

- плотность застройки (зданий на км²);
- плотность населения (людей на км²);
- тип планировочной организации застройки;
- форма периметра здания.

2. Экологичность:

▪ доля озеленённых территорий, включая парки, скверы, зелёные крыши и другие объекты (м²/чел.);

▪ процент использования возобновляемых источников энергии (% от общего энергопотребления);

▪ удельные выбросы парниковых газов (кг СО₂ на кВт·ч);

▪ доля отходов, перерабатываемых в энергию или используемых повторно, снижение энергозатрат на утилизацию (% нулевых отходов).

3. Устойчивость:

▪ доля объектов, использующих умные системы мониторинга и управления потребления энергии – % зданий или инфраструктуры;

▪ энергоёмкость подачи и обработки воды в городе, включая использование технологий, снижающих потери и повторное использование воды (кВт·ч на кубометр поданной воды);

▪ интенсивность использования общественного транспорта (поездки на человека в год);

▪ количество энергии, потребляемой на отопление, охлаждение, освещение и другие нужды, на единицу площади зданий в городе (кВт·ч/м² в год).

Современные подходы

Решение проблем, связанных с ростом потребления энергии в городах, требует стратегического и комплексного подхода к городскому планированию [8]. Повышение энергоэффективности в градостроительстве ориентировано на минимизацию энергозатрат, создание устойчивой городской среды и сокращение углеродного следа. Для достижения целей авторами предлагаются следующие подходы:

1. Использование современных материалов.

Современные материалы создаются с энергоэффективным запросом, соответственно их использование необходимо для существенного снижения теплопотерь. Примерами служат:

- энергоэффективные теплоизоляционные материалы;
- теплосберегающие стеклопакеты;
- фасадные системы с вентиляционным зазором.

2. *Пассивное проектирование.* Получение максимальной энергетической выгоды от использования естественных источников энергии. Примерами служат:

- использование естественной вентиляции;
- аккумулирование тепловых масс;
- ориентация объектов для максимального использования солнечного света зимой и защиты от перегрева летом [9].

3. *Возобновляемые источники энергии.* Примерами локальных возобновляемых источников энергии служат:

- геотермальные источники (система для извлечения тепловой энергии из недр Земли с целью её использования для теплоснабжения или производства электроэнергии);
- ветряная электростанция;
- солнечные панели.

4. *Умные энергосистемы.* Применение технологий умных систем, позволяющих мониторить и оптимизировать энергопотребление. Примерами служат:

- система «умный дом», контролирующая отопление, освещение и кондиционирование здания;
- системы хранения излишков энергии.

5. *Зеленая инфраструктура* Включение природных элементов в городскую среду для повышения энергоэффективности [10]:

- озеленение крыш и фасадов объектов;
- развитие городских зеленых зон;
- водоудерживающие системы для управления стоком воды и снижения расходов на водоснабжение [11].

6. *Транспортная инфраструктура.* Инфраструктура, способствующая снижению использования личного транспорта:

- электрический общественный транспорт;
- велоинфраструктура;
- каршеринг.

7. *Инженерные сети.* Для энергоэффективной застройки критически важна минимизация теплопотерь инженерных сетей, составляющих значительную часть эксплуатационных затрат зданий [12]. Примерами служат:

- использование современных материалов при проектировании инженерных сетей;
- сокращение длины инженерных коммуникаций.

8. *Умные города.* Интеграция цифровых технологий для управления и мониторинга энергоэффективности на уровне города:

- датчики и мониторинг в реальном времени для отслеживания энергопотребления и адаптации системы к изменениям;

- разработка энергетических карт для оптимизации потребления ресурсов и выработки на уровне целого города.

Эти подходы в комплексе способствуют значительному снижению энергозатрат, увеличению устойчивости городов к изменению климата и улучшению качества жизни городских жителей.

Эффективное объемно-планировочное решение квартала

Эффективное объемно-планировочное решение квартала – это комплексный подход к организации пространства, позволяющий создавать энергоэффективную среду. Выделены следующие методы:

1. Ориентация здания по сторонам света позволяет максимально использовать естественное освещение и солнечное тепло.

2. Плотность и расположение застройки позволяют:

- уменьшить теплопотери за счёт компактной застройки. Площадь наружных стен относительно объёма зданий уменьшается, что снижает общую поверхность, через которую происходят теплопотери;

- защитить здание от ветра за счёт близкого расположения зданий друг к другу, создавая своеобразный «ветровой экран», уменьшая интенсивность ветрового воздействия на отдельные объекты, что снижает теплопотери из-за уменьшения продувания стен и крыш.

3. Вид и форма здания позволяют снизить теплопотери: компактная форма здания (например кубическая) имеет меньше поверхности наружных стен на единицу площади внутреннего пространства.

4. Озеленение территории позволяет:

- снизить тепловые нагрузки за счёт дополнительной тени, уменьшая нагрев зданий (включая кровлю) и дорожных покрытий [13];

- снизить температуру окружающей среды за счёт испарения влаги, формируя комфортный микроклимат;

- уменьшить ветровые нагрузки, создавая естественные барьеры;

- стабилизировать температуру окружающей среды: покрытая растительностью почва аккумулирует меньше тепла днём и отдаёт его более равномерно ночью, чем асфальт или бетон;

- сократить затраты на инфраструктуру, снижая нагрузку на системы ливневой канали-

зации путём естественного поглощения дождевых вод.

5. Энергоэффективные технологии в застройке, такие как солнечные панели и ветряные мельницы, позволяют сделать её автономной.

6. Включение водных поверхностей в застройку даёт возможность охлаждать воздух и направлять его внутрь здания через естественную вентиляцию, шахты или вентиляционные каналы.

Примером энергоэффективного квартала служит работа А.В. Антюфеева и С.В. Корниенко в г. Волжский (рис. 2).

Международная практика

В зарубежных странах возводится большое количество энергоэффективных пассивных и активных зданий. В современных экономических условиях длительное сохранение разрыва в уровнях энергетической эффективности с передовыми странами недопустимо [14].

Куритиба – столица штата Парана на юге Бразилии с населением почти два миллиона человек и площадью 432 км². Система скоростного автобусного сообщения (BRT) в городе (рис. 3) –

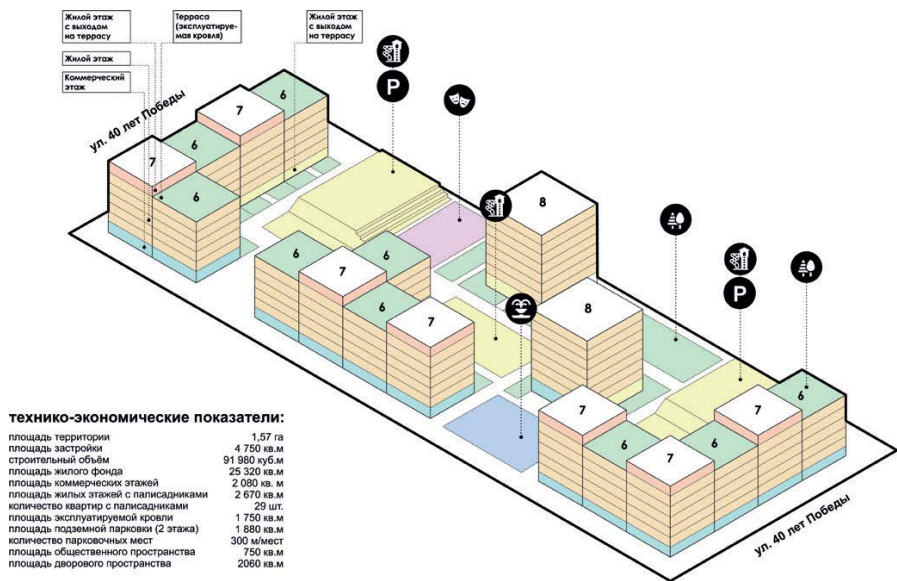


Рис. 2. Энергоэффективный квартал в г. Волжский
Fig. 2. Energy-efficient quarter in Volgzhsky



Рис. 3. Способ организации автобусного сообщения (BRT)
Fig. 3. Bus Service Organization Method (BRT)

важный элемент комплексного планирования эффективного общественного транспорта, который интегрируется с планированием землепользования [15].

Успех Куритибы в этом направлении обусловлен своевременным применением комплексного подхода и учетом взаимосвязи между транспортом, землепользованием и энергоэффективностью.

Копенгаген, столица Дании, мировой лидер в области устойчивого городского развития и энергоэффективного планирования. Городская политика направлена на сокращение углеродных выбросов и создание комфортной городской среды для жителей. Рассмотрим ключевые программы и законы, которые подчеркивают успехи Копенгагена в этой области.

1. Программа поддержки велосипедистов. Программа берет свое начало с 1980-х гг. Инвестиции города в велосипедную инфраструктуру рекордно снизили использование личного автомобильного транспорта. Качественная велосипедная инфраструктура (рис 4) сократила выбросы углекислого газа [16], загрязнение воздуха и шум

и положительно повлияла на здоровье жителей. Администрация города задалась целью реализовать модель: 25 % передвижений осуществляется пешком, 25 % – на велосипеде, по 25 % – на автомобилях и общественном транспорте.

2. Стратегия углеродной нейтральности. Задача – сократить выбросы углекислого газа на 20 % по сравнению с 2005 г. Углеродная нейтральность достигается при помощи комплексного подхода, включающего внедрение возобновляемых источников энергии, развитие общественного транспорта, развитие комфортной велоинфраструктуры и повышение энергоэффективности зданий.

3. Законодательная база. В Дании существует строгая нормативная база для энергоэффективности зданий. Строительные нормы требуют, чтобы новые здания соответствовали высоким стандартам изоляции и использованию возобновляемых источников энергии.

4. Система централизованного отопления Большого Копенгагена. Система позволяет централизовать места выбросов газов в атмосферу и мониторить их фильтрацию. В систему горя-



Рис. 4. Схема велодорожек. Копенгаген, Дания

Fig. 4. Cycle path layout. Copenhagen, Denmark

чего водоснабжения были внедрены возобновляемые источники энергии, такие как мусоросжигательные заводы, побочным эффектом которых является выработка тепловой и электроэнергии.

Применение энергоэффективных технологий в застройке на примере дома по адресу Havensteinstraße, 20, 12249 Berlin, Германия, демонстрирует успешное внедрение энергоэффективных технологий. Этот объект стал примером сочетания экологического проектирования, современных строительных решений и инженерных систем. Основные принципы энергоэффективности, реализованные в проекте: эффективная теплоизоляция, энергоэффективные окна, использование возобновляемых источников энергии на кровле и фасадах (рис 5, 6), системы вентиляции с рекуперацией тепла, умные системы управления и экологические материалы [17].

Благодаря перечисленным мерам дом на Havensteinstraße, 20 соответствует строгим европейским стандартам энергоэффективности. Он обеспечивает комфортное проживание, экономит ресурсы и снижает эксплуатационные расходы для жильцов.



Рис. 5. Солнечные батареи на кровле
Fig. 5. Solar panels on the roof



Рис. 6. Солнечные батареи на торцах
Fig. 6. Solar panels at the ends

Заключение

Энергоэффективное проектирование жилых кварталов является важной частью устойчивого развития городской среды, что подтверждается анализом отечественного и зарубежного опыта. Установлено, что интеграция энергоэффективных технологий, экологически чистых решений и современных градостроительных подходов обеспечивает снижение энергопотребления, улучшение качества жизни и повышение экологической безопасности.

В результате исследования:

1. Установлено понятие энергоэффективного жилого квартала, которое включает в себя принципы устойчивого проектирования и эксплуатации.

2. Проведен комплексный анализ отечественного и зарубежного опыта, что позволило выявить ключевые подходы и лучшие практики, доказавшие свою эффективность.

3. Определены градостроительные подходы, направленные на оптимизацию использования ресурсов, развитие комфортной среды и поддержку устойчивого развития городской среды.

4. Разработаны подходы к проектированию энергоэффективного квартала, основанные на интеграции энергосберегающих технологий и экологически чистых решений.

Эффективное проектирование, основанное на актуальных нормативных требованиях и современных научных исследованиях, позволяет создавать здания и инфраструктуру, соответствующие вызовам времени и потребностям общества.

Внедрение новых стандартов и программ, таких как Федеральный закон «Об энергосбережении», подчеркивает важность комплексного подхода к решению задач в области энергосбережения. Эти инициативы стимулируют развитие инновационных технологий и устойчивых практик, что, в свою очередь, способствует не только экономии ресурсов, но и охране окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Iram R., Zhang J., Erdogan S., Abbas Q., Mohsin M. Economics of energy and environmental efficiency: evidence from OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. N. 27. pp. 3858–3870.
2. Посашков М.В., Немченко В.И. Системный подход к моделированию автоматизированной системы контроля и учёта тепловой энергии // *Градостроительство и архитектура*. 2019. Т.9, № 3. С. 40–49. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.6.
3. Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Беляков И.Г. Оценка теплозащитных характеристик строительных ограждающих конструкций здания гостиницы

мужского монастыря // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 4. С. 72–80. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.9.

4. Bai H., Li N. Exploring green economic efficiency trends in dominant chinese urban agglomerations: a super-efficient SBM model approach. *Journal of the Knowledge Economy*. 2023. pp. 1–24.

5. Катен М.А., Абакумов Р.Г. Градостроительные аспекты повышения энергоэффективности // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 1(6). С. 81–85.

6. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 13.06.2023) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

7. Bibri S.E. The eco-city and its core environmental dimension of sustainability: green energy technologies and their integration with data-driven smart solutions. *Energy Informatics*. 2020. N. 3(1). pp. 1–26.

8. Hoang A.T., Nguyen X.P. Integrating renewable sources into energy system for smart city as a sagacious strategy towards clean and sustainable process. *Journal of Cleaner Production*. I. 305. P. 127161.

9. Антюфеев А.В., Птичникова Г.А. Умный город, архитектура и человек // Социология города. 2019. № 2. С. 6–13.

10. Корниенко С.В. Биомиметика: идеи, вдохновлённые природой // Социология города. 2021. № 4. С. 27–38.

11. Антюфеев А.В., Корниенко С.В. Инновационный энергоэффективный квартал «Волжские дворики» // Academia. Архитектура и строительство. 2022. № 4. С. 115–122. DOI: 10.22337/2077-9038-2022-4-115-122.

12. Корниенко С.В. Зелёное строительство – комплексное решение задач энергоэффективности, экологии и экономики // Энергосбережение. 2017. № 3. С. 22–28.

13. Абакумов Р.Г., Просяник О.С. Инновационные основы управления оптимальным вариантом воспроизводства городской территории // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2014: сборник статей. М., 2014. С. 122–125.

14. Klein G., Zanon P. 5 Successes and challenges of densification strategies in Curitiba. Brazil. *Densifying the City: Global Cases and Johannesburg*. P. 63.

15. State of Green. Sustainable Urban Transportation: Creating green liveable cities. State of Green. 2016. 13 p.

16. Киберт К. Дж. Устойчивое строительство: проектирование и строительство «зеленых» зданий. Хобокен: Wiley, 2016. 100 с.

REFERENCES

1. Iram R., Zhang J., Erdogan S., Abbas Q., Mohsin M. Economics of energy and environmental efficiency: evidence from OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. N. 27. P. 3858–3870.

2. Posashkov M.V., Nemchenko V.I. Systematic approach to modeling an automated system for monitoring and accounting for thermal energy. *Gradostroitel'stvo*

i arhitektura [Urban Planning and Architecture], 2019, vol. 9, no. 3, pp. 40–49. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.6

3. Vytychikov Yu.S., Saparev M.E., Belyakov I.G. Assessment of thermal protection characteristics of building enclosing structures of the hotel building of the monastery. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2021, vol. 11, no. 4, pp. 72–80. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.9

4. Bai H., Li N. Exploring green economic efficiency trends in dominant chinese urban agglomerations: a super-efficient SBM model approach. *Journal of the Knowledge Economy*. 2023. P. 1–24.

5. Katen M.A., Abakumov R.G. Urban planning aspects of energy efficiency improvement. *Innovacionnaja jekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya* [Innovative economy: prospects for development and improvement], 2015, no. 1(6), pp. 81–85. (in Russian)

6. Federal Law of 23.11.2009 N. 261-FZ (as amended on 13.06.2023) “On energy saving and on improving energy efficiency, and on amending certain legislative acts of the Russian Federation”.

7. Bibri S.E. The eco-city and its core environmental dimension of sustainability: green energy technologies and their integration with data-driven smart solutions. *Energy Informatics*. 2020. N. 3(1). P. 1–26.

8. Hoang A.T., Nguyen X.P. Integrating renewable sources into energy system for smart city as a sagacious strategy towards clean and sustainable process. *Journal of Cleaner Production*. I. 305. P. 127161.

9. Antyufeev A.V., Ptichnikova G.A. Smart city, architecture and man. *Sociologiya goroda* [Sociology of the City], 2019, no. 2, pp. 6–13. (in Russian)

10. Kornienko S.V. Biomimetics: ideas inspired by nature. *Sociologiya goroda* [Sociology of the City], 2021, no. 4, pp. 27–38. (in Russian)

11. Antyufeev A.V., Kornienko S.V. Innovative energy-efficient quarter “Volga courtyards”. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and construction], 2022, no. 4, pp. 115–122. (in Russian) DOI: 10.22337/2077-9038-2022-4-115-122

12. Kornienko S.V. Green construction – a comprehensive solution to the problems of energy efficiency, ecology and economy. *Jenergoberezhenie* [Energy Saving], 2017, no. 3, pp. 22–28. (in Russian)

13. Abakumov R.G., Prosyaniy O.S. Innovative fundamentals of management of optimal variant of urban area reproduction. *Pokolenie budushhego: Vzglyad molodykh uchenykh – 2014: sbornik statej* [Generation of the Future: The View of Young Scientists – 2014: a collection of articles]. Moscow, 2014, pp. 122–125. (In Russian).

14. Klein G., Zanon P. 5 Successes and challenges of densification strategies in Curitiba. Brazil. *Densifying the City: Global Cases and Johannesburg*. P. 63.

15. State of Green. Sustainable Urban Transportation: Creating green liveable cities. State of Green. 2016. 13 p.

16. Kibert K. Dzh. *Uстойчивое строительство: проектирование и строительство «зеленых» зданий* [Sustainable Building: Designing and Building Green Buildings]. Hoboken, Wiley, 2016. 100 p.

Об авторах:

БАРБАРОВ Иван Иванович

аспирант, ассистент кафедры урбанистики
и теории архитектуры
Волгоградский государственный технический
университет
400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28
E-mail: barbarovov_ivan@mail.ru

АНТЮФЕЕВ Алексей Владимирович

кандидат архитектуры, профессор,
заведующий кафедрой урбанистики
и теории архитектуры, академик РААСН
Волгоградский государственный технический
университет
400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28;
ведущий научный сотрудник
ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»
119331, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 29
E-mail: antyufeev_a@mail.ru

BARBAROV Ivan Iv.

Post-graduate Student, Assistant of the Urban Studies
and Theory of Architecture Chair
Volgograd State Technical University
400005, Russia, Volgograd, Lenin av., 28
E-mail: barbarovov_ivan@mail.ru

ANTYUFEEV Alexey V.

PhD of Architecture, Professor, Head of the Urban Studies
and Theory of Architecture Chair, Academician of
RAASN
Volgograd State Technical University
400005, Russia, Volgograd, Lenin av., 28
Leading Researcher, FSBI TsNIIP of the Ministry of
Construction of Russia
119331, Russia, Moscow, pr. Vernadsky, 29
E-mail: antyufeev_a@mail.ru

Для цитирования: Барбаров И.И., Антюфеев А.В. Энергоэффективные кварталы: новые градостроительные подходы // Градостроительство и архитектура. 2025. Т. 15, № 4. С. 149–157. DOI: 10.17673/Vestnik.2025.04.20.
For citation: Barbarov I.I., Antyufeev A.V. Energy-efficient neighborhoods: new urban planning approaches. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2025, vol. 15, no. 4, pp. 149–157. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2025.04.20.

Принята: 20.02.2025 г.